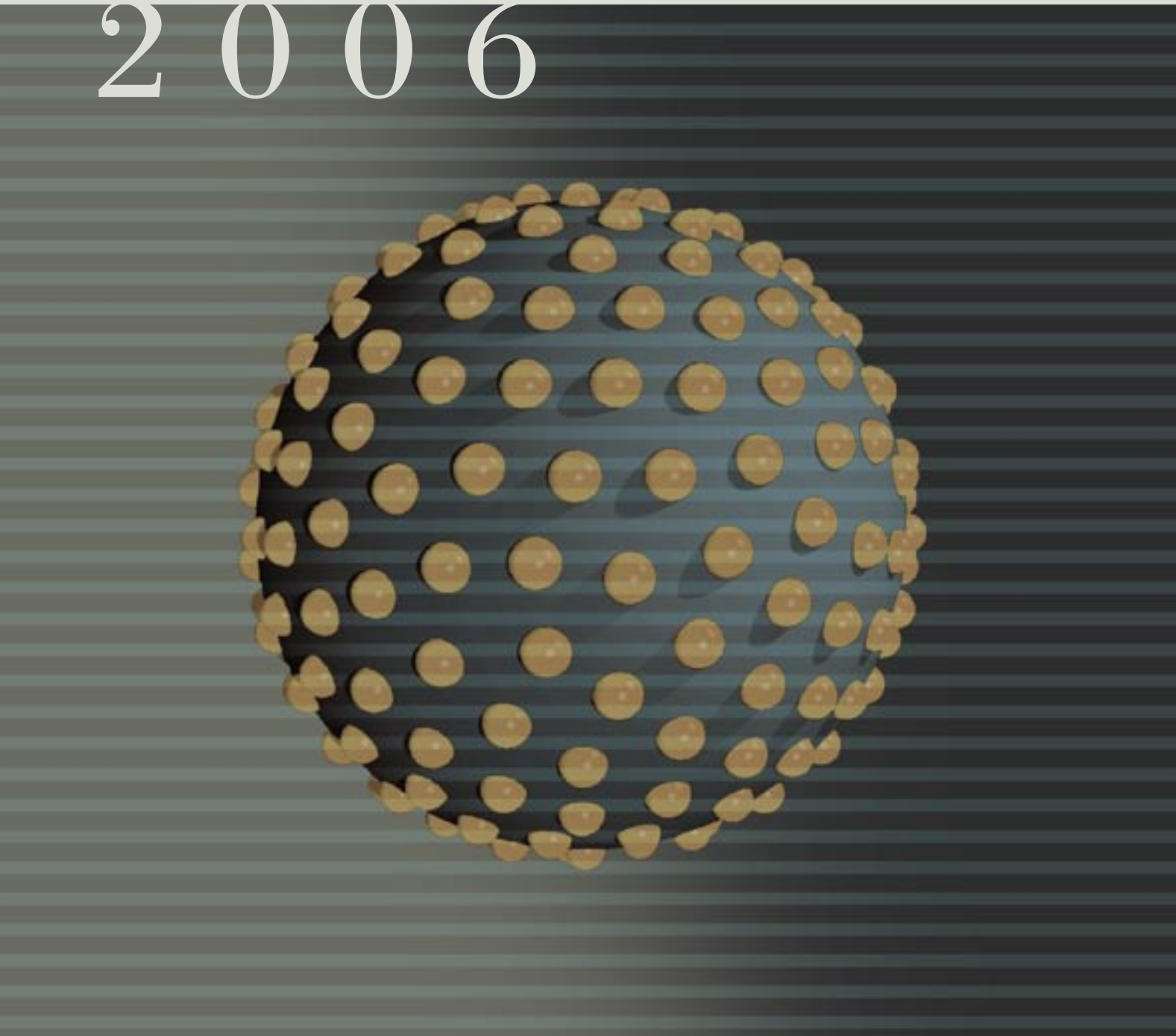
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

JAHRESBERICHT | ANNUAL REPORT

2006



Inhaltsverzeichnis
Contents

2 VORWORT DES PRÄSIDENTEN
FOREWORD OF THE PRESIDENT

6 HIGHLIGHTS 2006
HIGHLIGHTS 2006

15 FORSCHUNGSAUSBLICK
RESEARCH OUTLOOK

KOOPERATIONSPROGRAMME
COOPERATION PROGRAMS

44 Partnergruppen
Partner Groups

46 Max Planck Fellows
Max Planck Fellows

47 Kooperation mit Fraunhofer
Cooperation with Fraunhofer

48 Tandemprojekte
Tandem Projects

50 Institutsübergreifende Forschungsinitiativen
Cross-institutional Initiatives

NACHWUCHSFÖRDERUNG
SUPPORT OF JUNIOR SCIENTISTS

52 W2-Programm
W2-Program

54 Selbständige Nachwuchsgruppen
Independent Junior Research Groups

59 International Max Planck Research Schools
International Max Planck Research Schools

61 TECHNOLOGIETRANSFER
TECHNOLOGY TRANSFER

ZENTRALE ANGELEGENHEITEN
CENTRAL MATTERS

67 Finanzen
Finances

71 Personal
Staff

74 Tochtergesellschaften, Beteiligungen
Subsidiaries, Equity Interests and Other Interests

78 Organigramm der Gesellschaft
Organizational Diagram of the Society

80 Organe und Gremien
Staff of the Governing Bodies

85 Forschungsstandorte
Overview of Research Facilities

ANHANG
SUPPLEMENT

89 Jahresrechnung

VORWORT DES PRÄSIDENTEN

Forschen für die Zukunft in Kooperation und Wettbewerb

Mit dem Jahr 2006 sind in Deutschland zwei weit reichende forschungspolitische Initiativen verknüpft, an denen die Max-Planck-Gesellschaft jeweils wesentlich beteiligt ist: der Pakt für Forschung und Innovation und die Exzellenzinitiative. Die doppelte Ausrichtung beider Initiativen auf mehr Kooperation bei gleichzeitig erhöhtem Wettbewerb beschreibt bereits das Spannungsgefüge, in dem sich zukunftsweisende Forschung vollzieht. Die von Wissenschaft und Politik gemeinsam angestoßenen Veränderungen im Wissenschaftssystem bieten dabei erhebliche Gestaltungsmöglichkeiten.

Für die Max-Planck Gesellschaft bedeutet das zunächst, dass wir diejenigen Bereiche, in denen wir bereits zur Weltspitze gehören, deutlicher sichtbar machen und weiter ausbauen werden. Es bedeutet aber auch, dass wir erkennen, wo wir unsere Potenziale noch besser ausschöpfen können. Wenn wir die Mission der Max-Planck-Gesellschaft, an den Grenzen des Wissens zu forschen und weltweit zu den Besten zu gehören, weiterhin erfüllen wollen, dann müssen wir nach neuen Wegen der Zusammenarbeit suchen. Dabei gilt es, Hindernisse abzubauen, die die Kollaboration zwischen Disziplinen oder Institutionen erschweren, Hindernisse, die die Freiheit der Forschung einschränken, und Hindernisse, die die internationale Kooperation gefährden.

Denn: Kooperation lebt von gegenseitigem Vertrauen und Verlässlichkeit. Kooperation ist kein Selbstzweck. Sie bedeutet stets mehr Energie, aber auch mehr Ideen, und mehr Erkenntnisse. Sie erfordert, dass wir lernen müssen, im nationalen wie weltweiten Maßstab zu denken und zu leben und dabei mehr denn je den Blick über den europäischen Kontext hinaus zu öffnen. Soll Kooperation gelingen, sind starke, eigenständige Partner unverzichtbar. Der Exzellenzwettbewerb unter den Hochschulen hat hier entscheidende Weichen gestellt und für die Universitäten bisher nicht dagewesene Möglichkeiten zur Selbstevaluation, Profilbildung und Neuausrichtung eröffnet. Die Universitäten haben diese Chance ergriffen, und wir haben sie darin unterstützt, ihre Stärken auszubilden und im Wettbewerb unter Beweis zu stellen. Die Exzellenzinitiative wird maßgeblich dazu beitragen, den Charakter und die Bedeutung der Universitäten im 21. Jahrhundert zu definieren – ob sie flexibel genug, unternehmerisch genug, ehrgeizig genug sind, um auch im internationalen Wettbewerb bestehen zu können.

Die Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute sind in der Exzellenzinitiative ein gesuchter Partner: In der ersten Runde waren wir an über 70 Prozent der erfolgreichen Anträge für Exzellenzcluster beteiligt und bei mehr als der Hälfte der erfolgreichen Anträge für Graduiertenschulen mit an Bord. Die Mehrzahl der Eliteuniversitäten forscht und lehrt in Zusammenarbeit mit den Max-Planck-Instituten. Bestehende, bewährte Kooperationen haben Signalwirkung entfaltet, und neue sind auf den Weg gebracht. Die Exzellenzinitiative fördert vorhandene Potenziale und begünstigt die Entstehung herausragender Forschungsstandorte.

Wenn von Kooperation die Rede ist, dürfen wir aber die Balance zwischen der Notwendigkeit hochspezialisierter Einzelforschung und den übergreifenden Strukturen nicht aus dem Blick verlieren. Zwar wird sich das Humboldtsche Ideal einer Wissenschaft, die sich in „Einsamkeit und Freiheit“ vollziehen soll, heute nicht widerspruchslos aufrecht erhalten lassen, dennoch gehören Eigenständigkeit und Freiheit zu den Grundvoraussetzungen innovativen Denkens, von dem unsere Zukunft abhängt. Nur eine halbherzige Kooperationsbestrebung könnte uns das vergessen lassen. Wissenschaft erfordert sowohl die Beharrlichkeit und die Konzentration auf fachliche Brillanz der einzelnen Forscher wie auch die Reflexion größerer ökonomischer und gesellschaftlicher Wirkungszusammenhänge, in denen Forschung geleistet wird.

Dies wird vor allem angesichts des demografischen Wandels sowie der Tatsache bedeutsam, dass in Europa bereits heute gut ausgebildete Wissenschaftler und Ingenieure fehlen. Der uns in Deutschland bevorstehende Fachkräftemangel ist alarmierend. Die Folgen dieser Entwicklung sind unabsehbar – gesellschaftspolitisch wie wissenschaftlich. Für die europäische Wissenschaft und Wirtschaft bedeutet das z.B., dass ihr allein bis 2010 – selbst wenn das Lissabonziel erreicht wird – 700.000 Naturwissenschaftler und Ingenieure fehlen werden. Nach Aussagen des Stifterverbands würden allein in Deutschland 60.000 bis 70.000 zusätzliche Ingenieure gebraucht.

Initiativen wie der Pakt für Forschung und Innovation unterstützen uns, dem entgegenzuwirken und die Bedingungen für die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses noch nachhaltiger zu verbessern als dies bislang geschehen ist. Unser seit 1969 bestehendes Modell der Selbständigen Nachwuchsgruppen hat hier buchstäblich Schule gemacht.

Bereits auf nationaler Ebene ist es von anderen Einrichtungen aufgegriffen worden und dient nun auch dem neugegründeten *European Research Council* als nachahmenswertes Beispiel. Die Max-Planck-Gesellschaft hat die Zahl ihrer Selbständigen Nachwuchsgruppen im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation nicht nur erhöht, sondern darüber hinaus auch thematisch geöffnet mit dem Ziel, junge, innovative Köpfe unabhängig von bereits etablierten Forschungsfeldern und bestehenden Instituten zu gewinnen.

Knapp die Hälfte der Bewerber und auch der später berufenen Nachwuchsgruppenleiter stammt aus dem Ausland, in unseren *International Max Planck Research Schools* sind es sogar mehr als die Hälfte der jungen Leute, die einen ausländischen Pass besitzen. Als gemeinsam von Max-Planck-Instituten und Universitäten getragene Einrichtungen erhöhen die IMPRS die wissenschaftliche Attraktivität am Ort und rücken diesen stärker in den Blickpunkt der internationalen *Scientific Community*. Wir leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Stärkung und Internationalisierung des Forschungsstandorts Deutschland. Aber unsere Wettbewerbsfähigkeit wird nicht nur davon abhängen, hochqualifizierten Nachwuchs auszubilden, sondern auch davon, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in einem weltweit äußerst kompetitiven Markt für uns zu gewinnen. Wir brauchen Talente aus dem In- und Ausland und müssen diese von der Attraktivität unserer Forschungsstandorte überzeugen, ihnen adäquate Bedingungen bieten und sie einladen, gemeinsam mit uns zu arbeiten.

Spitzenforschung benötigt Vertrauen – gegenseitiges Vertrauen der Partner und derjenigen, die in uns investieren. Denn insbesondere in der Grundlagenforschung wissen wir, dass man Erfolge nicht planen kann. Die Ergebnisse der Grundlagenforschung sind Pioniertaten mit Zeitzündung. Viele von ihnen bleiben zunächst so gut wie ohne Wirkung. Die Grundlagenforschung, darum wirbt die Max-Planck-Gesellschaft seit jeher, benötigt Freiheit, flexible Rahmenbedingungen und auch Risikobereitschaft, um neue Themen zu erschließen und wissenschaftliche Standards zu setzen. Der aktuelle Jahresbericht gewährt erstmals einen Einblick in ausgewählte Projekte und erläutert die Herausforderungen und das Erkenntnispotenzial, das in dieser Forschung liegt.

Prof. Peter Gruss, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft

Manchmal liegen die Früchte dieser Forschung zum Greifen nahe, wie das Beispiel aus dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung zeigt, wo Wissenschaftler durch die Verbindung von Quantenmechanik, Kontinuumstheorie und Experiment zur Entwicklung neuer Werkstoffe gelangen, die zukünftig Eingang in die Herstellung von Prothesen finden könnten. Gemeinsam mit unseren Partnern aus der Wirtschaft und der anwendungsorientierten Forschung, wie insbesondere der Fraunhofer-Gesellschaft, wollen wir weiter intensiv daran arbeiten, Innovationsfelder zu identifizieren und erkenntnisorientierte wie auch explorative Aspekte weiter zu entwickeln, die über konventionelle Lösungen hinaus gehen.

Die gegenwärtige Dynamik des Wissenschaftssystems bietet gute Voraussetzungen, um Neues anzustoßen und durch Wettbewerb und Kooperation anhaltende Spitzenleistungen in den Wissenschaften und über das gesamte Spektrum des Wissens hinweg zu erbringen. Die Max-Planck-Gesellschaft wird in diesem Prozess weiterhin dazu beitragen, dass unsere Institute und ihre Partner Orte bedeutender wissenschaftlicher Leistungen und Antriebsquelle für Innovationen bleiben.

Peter Gruss, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft

FOREWORD OF THE PRESIDENT

Research for the Future in Cooperation and Competition

In Germany the year 2006 is associated with two far-reaching research policy initiatives in which the Max Planck Society plays a major role: the Pact for Research and Innovation, and the Excellence Initiative. The two initiatives' dual focus on greater cooperation coupled with increased competition at the same time perfectly illustrates the forces and tensions at work in the field of pioneering research. These changes, jointly initiated by the scientific community and the government, offer a wide range of creative potential.

For the Max Planck Society this firstly means that we will expand those areas in which we are already world leaders and will give them a much higher profile. Yet it also allows us to realize where we can make even better use of our potential. If we wish to continue to fulfil the Max Planck Society's mission to conduct research on the frontiers of knowledge and to be among the world's best, then we will have to search for new means of cooperation. The key objective here is to tear down barriers – barriers that inhibit collaboration between disciplines and institutions, barriers that limit the freedom of research and barriers that endanger international cooperation.

Prof. Peter Gruss, President of the Max Planck Society

The reason for this is simple: cooperation thrives on mutual trust and reliance. Cooperation is not an end in itself. It always means more energy, as well as more ideas and more insights. It requires us to learn, to think, and to live on a national and international scale, while broadening our horizons more than ever before beyond the European context. Strong and independent partners are essential if cooperation is to succeed. In this respect, the competition for excellence among universities has set a clear course for the future, presenting universities with previously unknown opportunities for self-assessment, profile building and new research focuses. The universities have seized this opportunity and we have supported them in developing their strengths and demonstrating them to the competition. The Excellence Initiative will play a key role in defining the character and impact of universities in the 21st century, in determining whether they are flexible enough, innovative enough and ambitious enough to survive among international competition.

The Max Planck Society and its institutes are a much sought-after partner within the Excellence Initiative. In the first round we were involved in over 70 percent of the successful proposals for excellence clusters and in more than half of the successful porposals for Graduate Schools. The majority of elite universities conducts research and teaching in cooperation with Max Planck Institutes. The existing and established cooperation projects have become models of good practice and new ones are on the way. The Excellence Initiative supports existing potential and fosters the creation of exemplary research sites.

However, when talking of cooperation, we must not lose sight of the balance between the necessity for highly specialized individual research projects and the structures in which they are embedded. Today Humboldt's ideal of science conducted in "isolation and freedom" can no longer be unequivocally upheld, and yet independence and freedom are two of the prerequisites of the innovative thinking on which our future depends. Only a half-hearted striving for cooperation could lead us to forget that. Science calls for both perseverance and a focus on the specialist genius of individual researchers, as well as a reflection of the interaction between the large-scale economic and social conditions in which research is conducted.

This aspect is becoming increasingly important particularly in view of demographic change and of the fact that Europe is already suffering from a lack of well trained scientists and

engineers. The imminent shortage of specialist trained staff in Germany is alarming. The consequences of this development for both social policy and the economy are incalculable. For the European science and business community, for instance, this means that by 2010 alone – even if the Lisbon objective is reached – there will be a shortfall of 700,000 scientists and engineers. According to the Germany Donors' Association for the Promotion of the Sciences and the Humanities, 60,000 to 70,000 more engineers will be needed in Germany alone.

Initiatives such as the Pact for Research and Innovation support us in countering these trends and in improving the conditions for better supporting junior scientists. Our model of Independent Junior Research Groups, which has been in existence since 1969, has set a clear trend in this regard. It has already been used as a model for other institutions at a national level, and now serves as an exemplary blueprint for the newly founded European Research Council. Within the framework of the Pact for Research and Innovation the Max Planck Society has not only increased the number of its Independent Junior Research Groups, but has also broadened their scope with the aim of attracting young and innovative junior scientists independently of established fields of research and existing institutes.

Around half of the applicants and of the subsequently appointed heads of Junior Research Groups come from abroad, and in our International Max Planck Research Schools even more than half of the doctoral candidates hold foreign citizenship. As institutions funded jointly by Max Planck Institutes and universities, the IMPRS contribute to heightening the scientific appeal of the particular research institution and place its profile more in the focus of the international scientific community. We can thus make a major contribution to strengthen and internationalize Germany as a research location.

However, our competitiveness will not only depend on our ability to train highly qualified junior scientists, but also on our capacity to recruit scientists from a highly competitive global market. We need talented staff from both home and abroad, and must convince them of the appeal of our research sites, offer them attractive conditions and invite them to work together with us. Cutting-edge research needs trust – mutual trust among partners and among those who invest in us. In the domain of basic research in particular, it is well known that you cannot plan success. The results of basic research are pioneering insights with a long fuse. Many of them initially have practically no impact at all. Basic research – as the Max Planck Society has always proclaimed – depends on freedom and flexible conditions, as well as on a willingness to take risks in order to open up new areas of research and to set scientific standards. The current Annual Report is the first to offer an in-depth look at selected projects within basic research, and makes clear what challenges and potential insights this research offers.

Sometimes the fruits of this research are almost within reach, as the example of the Max Planck Institute for Iron Research shows. By combining quantum mechanics, continuum theory and experiment, scientists at the institute have succeeded in developing new materials that may one day be used in manufacturing artificial limbs. Together with our partners from business and application-based research, in particular the Fraunhofer Society, we intend to continue to work intensively on identifying innovative fields and on developing explorative and knowledge-oriented aspects that go beyond conventional solutions.

The present dynamics of the science system offer good opportunities to launch new initiatives and to produce cutting-edge work both within science and throughout the entire spectrum of human knowledge on the basis of competition and cooperation. The Max Planck Society will continue to play a key role in this process by ensuring that our institutes and partners remain home to major scientific achievements and a source of innovation.

Prof. Peter Gruss, President of the Max Planck Society

HIGHLIGHTS 2006

Max-Planck-Forschung 2006 im Spiegel ausgewählter Presseinformationen

Max Planck Research 2006 as seen in selected News Releases

DIE VERGESSENE METHAN-QUELLE

In den letzten Jahren ist die Biosphäre immer mehr in den Blickpunkt der Forschung geraten, gerade was den Austausch klimarelevanter Gase zwischen Biosphäre und Atmosphäre betrifft. Forscher des Max-Planck-Instituts für Kernphysik in Heidelberg haben jetzt genauestens analysiert, welche organischen Gase von Pflanzen abgegeben werden. Dabei machten sie die überraschende Entdeckung, dass Pflanzen – entgegen allen bisherigen Annahmen – das Treibhausgas Methan selbst freisetzen. Ebenso überraschend war, dass die Bildung von Methan durch die Anwesenheit von Luftsauerstoff nicht verhindert wird. Diese Entdeckung ist nicht nur für Pflanzenforscher, sondern gerade auch für das Verständnis der Wechselwirkungen wichtig, die zwischen der globalen Erwärmung und der erhöhten Produktion von Treibhausgasen bestehen (*Nature*, 12. Januar 2006).

THE FORGOTTEN METHANE SOURCE

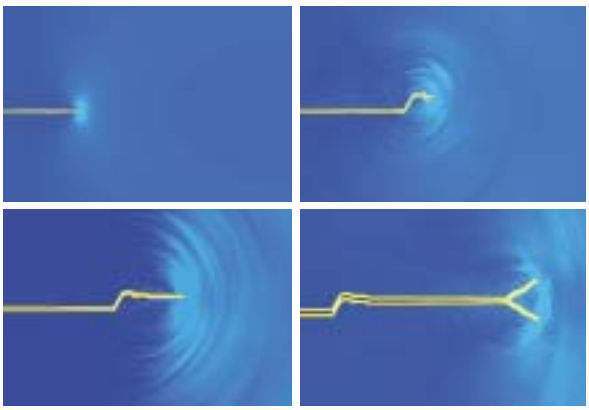
In the last few years, more and more research has focused on the biosphere; particularly, on how gases which influence the climate are exchanged between the biosphere and atmosphere. Researchers from the Max Planck Institute for Nuclear Physics have now carefully analysed which organic gases are emitted from vegetation. They made the surprising discovery that plants release methane, a greenhouse gas – and this goes against all previous assumptions. Equally surprising was that methane formation is not hindered by the presence of oxygen. This discovery is important not just for plant researchers but also for understanding the connection between global warming and increased greenhouse gas production (Nature, January 12, 2006).

EINE THEORIE FÜR RASENDE RISSE

Wenn Materialien zerreißen, dann werden Atombindungen aufgebrochen. Wie das genau vor sich geht, war lange ein Rätsel. Nun haben Wissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge und am Max- Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart dafür eine Theorie entwickelt, unterstützt von aufwändigen Simulationen, die sie zuvor auf Parallelrechnern verschiedener Max-Planck-Institute durchführten. Während herkömmliche Theorien von einem linearen Zusammenhang zwischen Zugspannung und Materialbeanspruchung ausgingen, konnten die Wissenschaftler zeigen, dass die Beanspruchungen in Wirklichkeit hochgradig nichtlinear sind, weil besonders an der Spitze des Risses starke Verformungen auftreten. Ergebnis: Die neue nichtlineare Theorie der Rissentstehung gilt für viel mehr Materialien als ihre Vorgängertheorien – und ist möglicherweise nicht nur für Materialwissenschaftler interessant, sondern auch zum Beispiel für Erdbebenforscher (*Nature*, 19. Januar 2006).

FROM MIRROR TO MIST: CRACKING THE SECRET OF FRACTURE INSTABILITIES

When materials break and cracks propagate, bonds between atoms are broken, generating two new material surfaces. Experiments have shown that cracks moving at low speeds create atomically flat mirror-like surfaces, whereas cracks at higher speeds leave increasingly rough fracture surfaces. Scientists from the Max Planck Institute for Metals Research in Stuttgart, Germany and the Massachusetts Institute of Technology in Cambridge, Massachusetts have simulated the atom-



© M. Buehler/Massachusetts Institute of Technology

istic details of how cracks propagate in brittle materials and gained significant insight into the physics of dynamical fracture instabilities. They have shown quantitatively that fracture instabilities are controlled by the properties of materials under extreme deformation conditions near a moving crack. Their study further shows that in rubber-like materials that stiffen with strain, cracks can move at speeds faster than the Rayleigh-wave speed while creating mirror-like surfaces. These findings may have significant implications on the understanding of fracture in different materials at different scales, from nano-materials to airplanes, buildings or even earthquake dynamics tip (Nature, January 19, 2006).

HIRNFORSCHER AUF EVOLUTIONSSPUREN DER GRAMMATIK

Mit wachsendem Erfolg wird mit hoch spezialisierten Verfahren untersucht, was genau die Ursachen für die menschliche Fähigkeit zur Sprache sind. Warum verstehen wir Menschen komplizierte Sätze und unsere nächsten Verwandten – die Affen – hingegen nur einzelne Worte? Nun haben Wissenschaftler des Leipziger Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften herausgefunden, dass im menschlichen Gehirn zwei Hirnareale für verschiedene Verarbeitungsleistungen der Sprache zuständig sind. Sie stellten fest, dass einfache Sprachstrukturen in einem evolutionär älteren Hirnareal verarbeitet werden, über das auch Affen verfügen. Komplizierte Strukturen jedoch aktivieren Prozesse in einem entwicklungsgeschichtlich jüngeren Hirnareal, das nur höher entwickelte Spezies besitzen: der Mensch. Diese Befunde liefern einen wichtigen Baustein zum Verständnis des menschlichen Sprachvermögens (*PNAS*, 6. Februar 2006).

BRAIN RESEARCHERS DISCOVER THE EVOLUTIONARY TRACES OF GRAMMAR

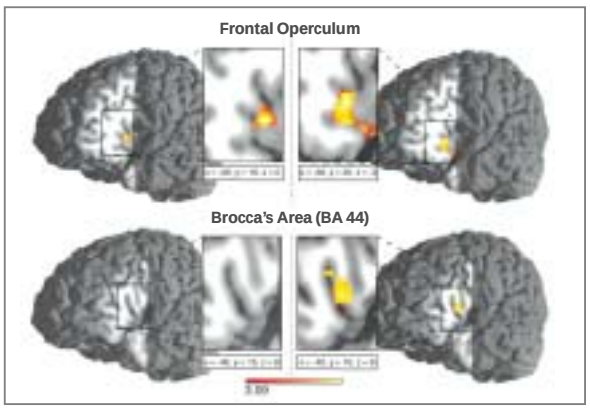
The bases of the human language faculty are now being investigated by means of highly specialised measurement techniques and with increasing success. Why can we understand complex sentences, while our nearest cousins – apes – only understand individual words? Researchers from the Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences in Leipzig have discovered that two areas in the human brain are responsible for different types of language processing requirements. They found that simple language structures are processed in an area that is phylogenetically older, and which apes also possess. Complicated structures, by contrast, activate processes in a comparatively younger area which only exists in a more highly evolved species: humans. These results are fundamental to furthering our understanding of the human language faculty (PNAS, February 6, 2006).

URSPRUNG DES GALAKTISCHEN RÖNTGENLICHTS GEKLÄRT

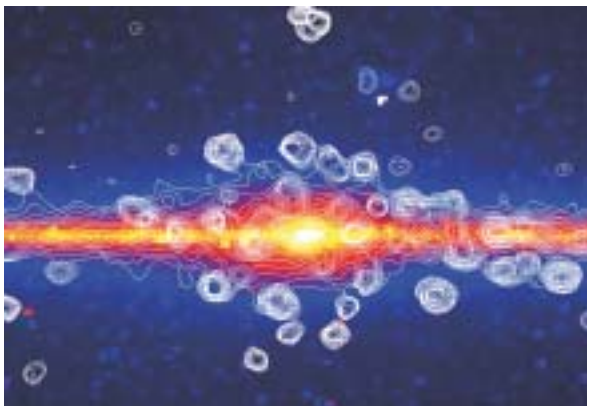
Wissenschafter vom Max-Planck-Institut für Astrophysik haben entdeckt, dass das Röntgenleuchten der Milchstraße von rund einer Million Doppelsternen stammt, in denen jeweils ein Weißer Zwergstern von seinem Begleitstern Gas absaugt, sowie von Hunderten von Millionen gewöhnlicher Sterne mit aktiven Gashüllen. Die Entdeckung wurde durch die genaueste Röntgenkarte unserer Galaxie ermöglicht, die auf zehnjährigen Messungen mit dem Rossi XTE-Satelliten beruht. Die Forscher sind überzeugt, dass das Röntgenleuchten der Milchstrasse nicht – wie lange vermutet – diffus ist, sondern von Hunderten von Millionen einzelner Quellen stammt (*Astronomy & Astrophysics*, 21. Februar 2006).

ORIGIN OF GALACTIC X-RAYS EXPLAINED

Using the most sensitive X-ray map of the Galaxy, obtained combining 10 years of data of Rossi XTE orbital observatory, scientists from the Max Planck Institute for Astrophysics have discovered the origin of the galactic background emission. They show that it consists of emission from a million accreting white dwarf binaries and hundreds of millions of normal stars with active coronas (Astronomy & Astrophysics, February 21, 2006).



© MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften



© NASA/Max-Planck-Institut für Astrophysik

HIGHLIGHTS 2006

© MPI für evolutionäre Anthropologie/Esther Herrmann

SIND SCHIMPANSEN KOOPERATIV?

Kooperation ist im Tierreich überlebenswichtig. Raubtiere jagen in Rudeln und Beutetiere tun sich zusammen, um sich zu schützen. Doch kein anderes Lebewesen kooperiert so erfolgreich wie wir. Doch woher kommt diese Fähigkeit einander bewusst zu helfen und ist sie nur auf uns Menschen beschränkt? In einer neuen Studie zeigen Alicia Melis und ihre Kollegen vom Leipziger Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, dass unsere nächsten Verwandten, die Schimpansen, viel besser miteinander kooperieren als bisher vermutet. In ihren Versuchen stellten die Forscher die Schimpansen vor die Aufgabe, an zwei Enden eines Seils gleichzeitig zu ziehen, um auf diese Weise an ein Holzbrett mit Futter zu gelangen. Die Affen ließen sich nur dann von Artgenossen helfen, wenn sie die beiden Seilenden nicht alleine greifen konnten. Doch dann wählten sie sich den jeweils effektivsten Helfer aus (*Science*, 3. März 2006).

CHIMPANZEE COOPERATORS

In the animal kingdom cooperation is crucial for survival. Predators hunt in prides and prey band together to protect themselves. Yet no other creature cooperates as successfully as we do. But where did this ability come from, and is it uniquely human? In a new study Alicia Melis and co-workers from the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig, Germany show that our close relatives, chimpanzees, are much better cooperators than we thought (Science, March 3, 2006).

EISVULKANE AUF DEM SATURNMOND ENCELADUS

„Eisvulkanismus“ bzw. „Eisgeysire“ haben Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kernphysik und der Universität Potsdam auf dem Saturnmond Enceladus nachgewiesen. Das gelang in einer Kombination von Computersimulationenmit Messungen des Staubdetektors an Bord der Raumsonde CASSINI. Die Position der Eisvulkane stimmt mit geologisch jungen, wärmeren Strukturen in der Südpolregion des Eismondes überein. Wahrscheinlich bilden sich die Eisteilchen in den tiefen Spalten aus Wasserdampf. Damit wurde Vulkanismus nun bereits beim dritten Himmelskörper im Sonnensystem nachgewiesen – neben der Erde und dem Jupitermond Io (*Science*, 10. März 2006).

ICE VOLCANOES ON SATURN'S MOON ENCELADUS

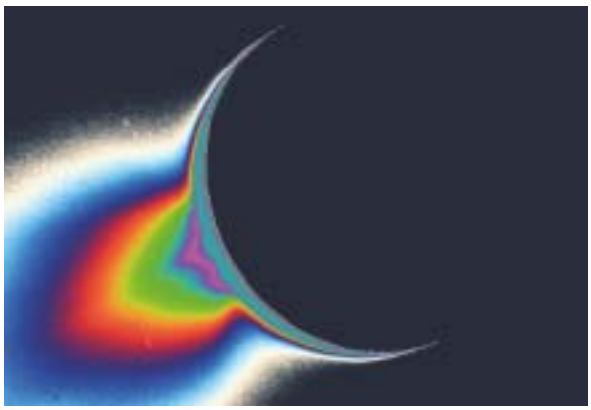
Scientists from the Max Planck Institute for Nuclear Physics and the University of Potsdam have found ice volcanoes – or what could be called "ice geysers" – on the surface of Saturn's moon Enceladus. They made the discovery using a combination of computer simulations and measurements from the dust detector on the space probe CASSINI. The ice volcanoes are located at geologically young, warm structures in the icy moon's southern polar region. The ice particles probably are created from steam deep in crevices. Volcanic activity is now known to exist in three bodies in our solar system: Enceladus, Earth and Jupiter's moon Io (Science, March 10, 2006).

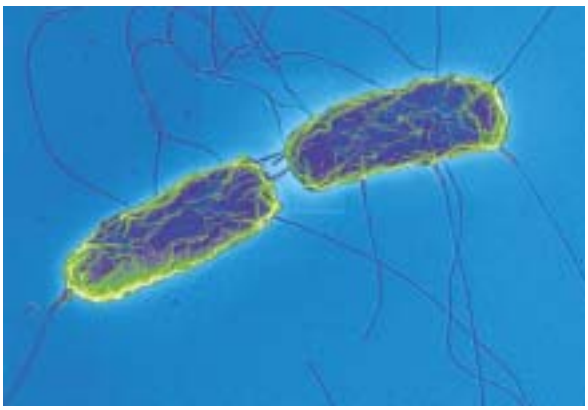
SALMONELLA IN FLAGRANTI

Neue Angriffspunkte für die Entwicklung dringend benötigter Antibiotika gegen Krankheitserreger haben Wissenschaftler der Max-Planck-Institute für Infektionsbiologie und Biochemie zusammen mit Kollegen der Medizinischen Hochschule Hannover entdeckt. Doch ihre Befunde zeigen auch, dass es wesentlich weniger Angriffspunkte für die Herstellung neuer Antibiotika gibt als bisher erwartet. Diese Forschungsergebnisse sind daher richtungweisend für die weitere Antibiotika-Forschung (*Nature*, 16. März 2006).

SALMONELLA CAUGHT RED-HANDED

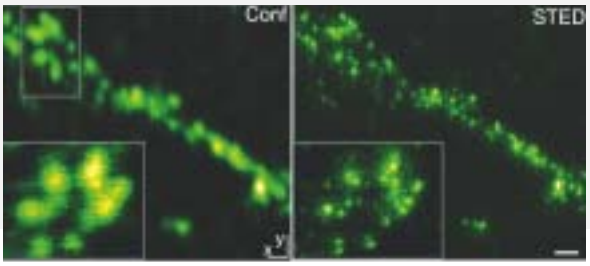
New ways of developing urgently needed antibiotics against pathogens – this is what scientists from the Max Planck Institute for Infection Biology and of Biochemistry, in co-operation with colleagues at Hanover Medical School have discovered. But their findings have bittersweet implications: it turns out there are fewer possibilities for producing antibiotics than had previously been hoped. The results point the way for future antibiotic research (Nature, March 16, 2006).


© NASA/JPL/Space Science Institute


© MPI für Infektionsbiologie/Volker Brinkmann

BREAKTHROUGH

OF THE YEAR IN SCIENCE UND DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS 2006



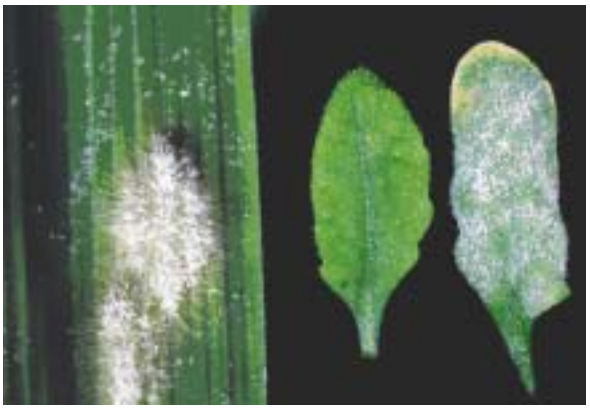
© MPI für biophysikalische Chemie

ULTRASCHARFES LICHTMIKROSKOP

Ein neues Fenster in die biologische Nanowelt haben Forscher des Göttinger Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie aufgestoßen: Mit Hilfe der von ihnen neu entwickelten STED-Mikroskopie *(Stimulated Emission Depletion)* konnten sie erstmals Proteine in einzelnen synaptischen Vesikeln abbilden und klären, wie die an der Synapse ausgeschütteten Proteine recycelt werden. Die STED-Mikroskopie unterscheidet sich radikal von der herkömmlichen Lichtmikroskopie, da ihre Auflösung nicht mehr durch die Lichtwellenlänge begrenzt wird. Dadurch sind optische Untersuchungen in Zellen nunmehr auch auf der Nanometerskala möglich (*Nature*, 13. April 2006).

HIGH-RESOLUTION LIGHT MICROSCOPE

The development of STED microscopy has allowed researchers at the Max-Planck Institute for Biophysical Chemistry to image, for the first time, proteins from single synaptic vesicles, answering long-standing questions of neurocommunication. STED microscopy radically distinguishes itself from conventional far-field light microscopy in the fact that its resolution is no longer fundamentally limited by the wavelength of light used. Using STED, nanoscale optical studies are now possible inside cells (Nature, April 13, 2006).



© MPI für Züchtungsforschung/Kalda, Panstruga

UNIVERSELLER RESISTENZMECHANISMUS BEI PFLANZEN ENTDECKT

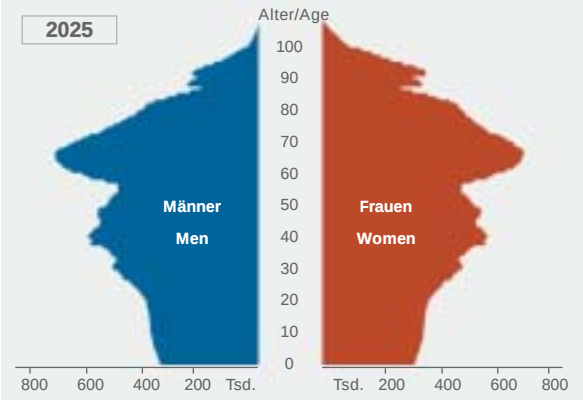
Pflanzen haben ein natürliches Abwehrsystem, mit dem sie sich vor Krankheitserregern wie Pilzen, Bakterien oder Viren schützen können. Ein besonders wirksamer Resistenzmechanismus gegen den Mehltaupilz ist seit langem bei Gerstepflanzen bekannt. Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln haben gemeinsam mit Kollegen aus den USA entdeckt, dass diese so genannte *mlo*-Resistenz auch bei anderen Pflanzenarten funktioniert. Damit sollte es in Zukunft prinzipiell möglich sein, Ernteschäden durch Mehltau gezielter und mit weniger Chemie zu bekämpfen (*Nature Genetics*, 28. Mai 2006).

SCIENTISTS DISCOVER UNIVERSAL RESISTANCE MECHANISM IN PLANTS

Plants possess a natural resistance mechanism protecting them from contaminants such as fungi, bacteria, or viruses. It is a well-established fact that barley has a particularly effective resistance mechanism against powdery mildew. Scientists from the Max Planck Institute for Plant Breeding Research in Cologne, in collaboration with colleagues from the USA, have now discovered that this so-called *mlo* resistance also extends to other plant species. In the future, this should in particular make it possible to counteract crop damages resulting from powdery mildew in a more targeted manner and using fewer chemicals (Nature Genetics, May 28, 2006).

EIN NEUER LEBENSLAUF FÜR EINE ALTERNDE GESELLSCHAFT

Die Bevölkerung in Europa altert. Immer mehr Ältere stehen immer weniger Jüngeren gegenüber. Am deutschen Beispiel zeigen Wissenschaftler des „Rostocker Zentrums zur Erforschung des Demografischen Wandels“, eine gemeinsame Forschungseinrichtung des Max-Planck-Instituts für demografische Forschung und der Universität Rostock, wie sich die insgesamt in Deutschland geleistete Arbeit schon bald verringern



© Bundeamt für Statistik

HIGHLIGHTS 2006

wird, wenn Ältere auch in Zukunft in so geringem Maß am Erwerbsleben teilnehmen. Soll sich das Verhältnis von Arbeitenden zu Nicht-Arbeitenden in Zukunft nicht verschlechtern und soll die pro Kopf geleistete Arbeitszeit nicht sinken, so muss die Arbeit über den Lebenslauf gleichmäßiger verteilt und flexibler gestaltet werden (*Science*, 30. Juni 2006).

A NEW LIFE-COURSE FOR AN AGING SOCIETY

The population of Europe is aging. A growing number of elderly is facing a declining share of the young. Taking Germany as an example, scientists of the Rostock Center for the Study of Demographic Change show that the total number of hours worked will be reduced soon, should the low participation of the elderly in the labor market continue. To keep the ratio of workers to non-workers and the number of hours worked per capita at current levels, work needs to be distributed more evenly over the ages of life and it needs to become more flexible. The Rostock Center is a joint research institution of the Max Planck Institute for Demographic Research and the University of Rostock (Science, June 30, 2006).

REISSVERSCHLUSS FÜR ZELLMEMBRANEN

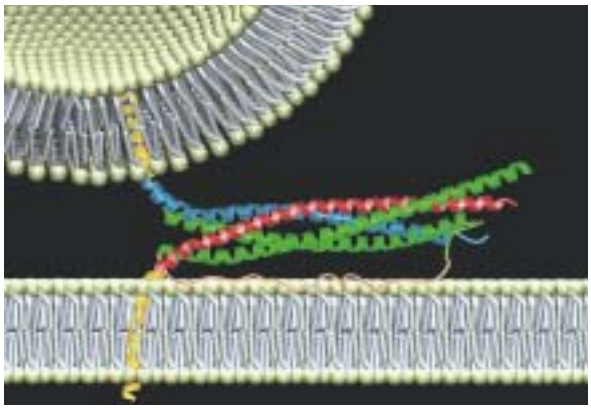
Nervenzellen brauchen nur Millisekunden, um sich zu verständigen. Sie schütten dabei Botenstoffe aus winzigen Vesikeln an den Synapsen aus. Wie sich die Vesikel, die vorher in den Neuronen auf ihren Einsatz warteten, so schnell mit der Zellmembran vereinigen, ist bislang noch nicht völlig geklärt. Wissenschaftler des Göttinger Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie haben jetzt aber Belege für einen möglichen Mechanismus gefunden: In einer Art biochemischem Reißverschluss verzahnen sich demnach Proteine auf der Hülle der Vesikel und der Membran der Nervenzellen. Die Göttinger Forscher haben zudem festgestellt, in welcher Richtung sich dieser Reißverschluss zusammenzieht. Nach demselben Prinzip könnten sich auch andere Membranen vereinigen. Zum Beispiel, wenn Proteine vom endoplasmatischen Retikulum, einer zellulären Werkstatt für diverse Biomoleküle, in Vesikeln zum Golgi-Apparat transportiert werden, der die Eiweiße weiterverarbeitet (*Science*, 4. August 2006).

ZIPPER FOR CELL MEMBRANES

Neurons require only milliseconds to communicate. To this end, they release neurotransmitters which reside in tiny vesicles at synapses. To date, it has not been fully discovered how the vesicles, which wait inside the neurons for an appropriate signal, effect this rapid membrane fusion. Scientists of the Max Planck Institute of Biophysical Chemistry have now found clues for a potential mechanism: proteins interlock on the vesicular plasma and neural membranes in a kind of biochemical "zipper". The researchers from Göttingen also discovered in which direction this zipper proceeds. It might also be possible for other membranes to fuse according to the same principle – for example, when proteins from the endoplasmic reticulum, a cellular workshop for various bio-molecules, are transported in vesicles to the Golgi apparatus, which further processes the proteins (Science, August 4, 2006).

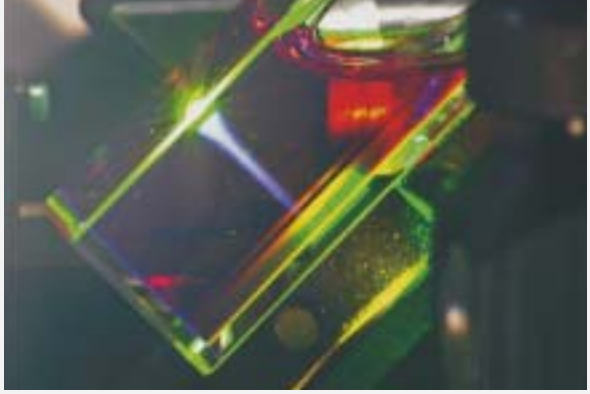
ES IST EIN MÄDCHEN! DAS „ÄLTESTE" BABY STELLT SICH VOR

Vor 3,3 Millionen Jahren starb ein 3-jähriges Mädchen in der Region Dikika im heutigen Äthiopien. Sein fast vollständig erhaltenes Skelett gibt den Forschern nun aufregende Einblicke in unsere Vergangenheit. Das historische Alter des Skelettes und das biologische Alter des Kindes zum Todeszeitpunkt machen diesen Fund zu einem in der Geschichte der Paläoanthropologie einmaligen. Der von einem Forscherteam unter der Leitung von Zeresenay Alemseged vom Leipziger Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie vorgestellte Fund wird substanziell dazu beitragen, Gestalt, Körperbau, Verhalten, Fortbewegungs- und Entwicklungsmuster unserer frühen Vorfahren besser zu verstehen und viele neue Wege zur Erforschung der Kindheit unserer frühmenschlichen Vorfahren eröffnen (*Nature*, 21. September. 2006).



© Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie

© National Museum of Ethiopia, Addis Abeba



© Max-Planck-Institut für Polymerforschung

MEET THE EARLIEST BABY GIRL EVER DISCOVERED!

3.3 million years ago, a three year old girl died in present day Ethiopia, in an area called Dikika. Though a child, she provides researchers with a unique account of our past, as would a grandmother. Her completeness, antiquity, and age at death combine to make this find unprecedented in the history of paleoanthropology and open many new research avenues to investigate into the infancy of early human ancestors. The extraordinary was found in north-eastern Ethiopia, by a paleoanthropological research team led by Dr. Zeresenay Alemseged of the Max Planck Institute in Leipzig, Germany. The scientific significance of the new find is multi-fold, contributing substantially to our comprehension of the morphology, body plan, behaviour, movement and developmental patterns of our early ancestors. After full cleaning and preparation of the fossil it will be possible to reconstruct, for the first time, much of an entire body of a 3 year-old *Australopithecus afarensis* child, which will resolve many pending questions regarding early human evolution (Nature, September 21, 2006).

PHOTONENFUSION HILFT SOLARZELLEN AUF DIE SPRÜNGE

Ein neuartiges Verfahren, das langwellige Photonen („Lichtteilchen“) niedriger Energie in kurzwellige Photonen höherer Energie umwandelt, wurde von einem Forscherteam des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung in Mainz und dem Sony Materials Science Laboratory in Stuttgart entwickelt. Durch die geschickte Kombination zweier lichtaktiver Substanzen konnten die Wissenschaftler erstmals gewöhnliches Licht, wie etwa Sonnenlicht, so manipulieren, dass sich die Energie der Photonen bestimmter Wellenlängen addierte. Vergleichbares gelang bislang nur mit Laserlicht hoher Energiedichte. Der hier erzielte Erfolg könnte den Grundstein für eine neue Generation effizienterer Solarzellen legen (*Physical Review Letters*, 4. Oktober 2006).

A BOOST FOR SOLAR CELLS WITH PHOTON FUSION

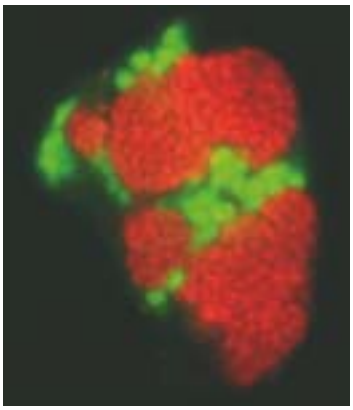
An innovative process that converts low-energy longwave photons (light particles) into higher-energy shortwave photons has been developed by a team of researchers at the Max Planck Institute for Polymer Research in Mainz and at the Sony Materials Science Laboratory in Stuttgart. With the skillful combination of two light-active substances, the scientists have, for the first time, manipulated normal light, such as sunlight, to combine the energy in photons with particular wavelengths. This has previously only been achieved with a similar process using high-energy density laser light. The successful outcome of this process could lay the foundation for a new generation of more efficient solar cells (Physical Review Letters, October 4, 2006).

METHANFRESSER IN DER ARKTISCHEN TIEFSEE ENTDECKT

Statt Lava fließen Schlamm und Methan aus dem Tiefsee-Schlammvulkan Haakon-Mosby. Das Treibhausgas Methan wirkt rund 25-mal stärker als Kohlendioxid, wenn es in die Atmosphäre gelangt. Zum Glück gibt es Mikroorganismen, die von Methan leben und so den Ausstoß des Klimagases reduzieren. Erstmals hat jetzt ein deutsch-französisches Forscherteam nachgewiesen, dass solche Methanzehrer auch in der eiskalten arktischen Tiefsee vorkommen. Die Wissenschaftler entdeckten eine neue Gruppe Methan fressender *Archaea* und Bakterien und beschreiben in der Zeitschrift *Nature,* welche Umweltfaktoren die Aktivität dieser Mikroorganismen kontrollieren – mit verblüffendem Ergebnis: Zu schnelle Strömungen aus dem Meeresboden verringern die Wirksamkeit des natürlichen Gasfilters um bis zu 60 Prozent (*Nature*, 19. Oktober 2006).

METHANE DEVOURER DISCOVERED IN THE ARCTIC

Not lava, but muds and methane are emitted from the Arctic deep-water mud volcano Haakon Mosby. When it reaches the atmosphere, methane is an aggressive greenhouse gas, 25-times more potent than carbon dioxide. Fortunately, some spe-



© IFREMER und MPI für marine Mikrobiologie

HIGHLIGHTS 2006

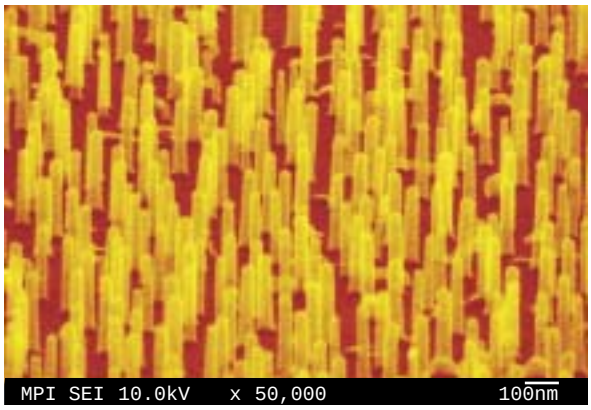
cialised microorganisms feed on methane and thereby reduce emissions of this greenhouse gas. For the first time, a German-French research team showed which methane consuming microorganisms thrive in the ice-cold Arctic deep-sea. In an article in the journal Nature, the scientists also describe which environmental parameters control their activity – with a surprising result: High flow velocities of mud volcano water in the seafloor reduce the efficiency of the natural gas filter by 60% (Nature, October 19, 2006).

GLÄNZENDES WACHSTUM OHNE GOLD

Silizium-Nanodrähte können helfen, Mikrochips weiter zu verkleinern. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik in Halle haben nun erstmals einkristalline Silizium-Nanodrähte gezüchtet, die wichtige Voraussetzungen dafür erfüllen: Sie haben Aluminium als Katalysator verwendet, um die Nanodrähte wachsen zu lassen. Bislang setzten Wissenschaftler zu diesem Zweck vor allem Gold ein. Doch schon Spuren des Edelmetalls beeinträchtigen die Funktion von Halbleiterbauteilen drastisch. Andere Metalle tun das zwar nicht, sie katalysieren den Prozess aber nur bei Temperaturen, die ihn unwirtschaftlich machen würden. Aluminium dagegen wirkt schon bei relativ niedrigen Temperaturen als Katalysator und verringert die Qualität elektronischer Bauteile nicht (*Nature Nanotechnology*, 26. November 2006).

BRILLIANT GROWTH WITHOUT GOLD

Silicon nanowires can help to further reduce the size of microchips. Scientists at the Max Planck Institute for Microstructure Physics in Halle have for the first time developed single crystal silicon nanowires that fulfil the key criteria to this end. The researchers used aluminium as a catalyst to grow the nanowires. To date, scientists have usually deployed gold for this purpose. However, even traces of the precious metal have a drastically detrimental effect on the function of semiconductor components. This is not the case with other metals, which catalyse the process, but only at temperatures that would not enable economically viable processes. On the other hand, aluminium is an effective catalyst even at relatively low temperatures and does not impair the quality of electronic components (Nature Nanotechnology, November 26, 2006).



© Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik

BREAKTHROUGH OF THE YEAR IN SCIENCE

DIE ERSTE MILLION IST SEQUENZIERT

Neandertaler sind die nächsten ausgestorbenen Verwandten des Menschen, ihr Genom könnte den Schlüssel dazu liefern, welche genetischen Veränderungen bei der Entwicklung zum modernen Menschen stattgefunden haben. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für evolutionäre Anthropologie in Leipzig und der US-amerikanischen 454 Life Sciences Corporation haben nun die ersten eine Million Basenpaare des Neandertaler-Genoms ermittelt. Sie entwickelten eigens eine neue Technik, um auch die wenigen, kurzen DNA-Stücke vervielfältigen zu können, die sich 38.000 Jahre in fossilen Knochen erhalten haben. Die Forscher gehen davon aus, in zwei Jahren eine erste Rohfassung des ganzen Genoms präsentieren zu können (*Nature*, 16. November 2006).

THE FIRST MILLION HAVE BEEN SEQUENCED

The Neandertal people are human's closest extinct relatives. Their genome could supply the key to the genetic changes that have taken place during the development of modern humans. Using specially developed technology, scientists at the Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology in Leipzig and from the 454 Life Sciences Corporation in the US have now found the first million base pairs of the Neandertal genome. This technology allows them to copy the few short pieces of DNA which have survived for 38,000 years in fossilized bones. The researchers assume that they will be able to present a draft version of the whole genome in two years (Nature, November 16, 2006).

© Edward Hagen, Humboldt-Universität in Berlin

© MPI für Neurobiologie

PROF. DR. TOBIAS BONHOEFFER
MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR NEUROBIOLOGIE, MARTINSRIED

Die Welt im Kopf

Leben basiert in vielerlei Hinsicht auf Erinnerungen an Vergangenes. Genetisches, neuronales und kulturelles Gedächtnis formen Spezies, Individuen oder auch Kulturen. Das elementarste und allen Lebensformen eigene Gedächtnis ist hierbei das genetische. Die Bildung des genetischen Gedächtnisses nimmt viele Generationen in Anspruch: So entstehen im Laufe der Evolution zahlreiche Anpassungen, die nicht nur am Körperbau eines Tieres, sondern auch in der allgemeinen Struktur und den biochemischen Vorgängen seines Nervensystems zu finden sind. Viele Eigenschaften des Gehirns, wie zum Beispiel der Schlaf-Wach-Rhythmus, die Steuerung der Nahrungsaufnahme und die grundlegenden Prozesse der sensorischen Verarbeitung, sind aufgrund dieses genetischen Gedächtnisses bereits zum Zeitpunkt der Geburt ausgebildet.

Um innerhalb einer sich wandelnden Umwelt besser zu überleben, haben Tiere aber auch die Fähigkeit entwickelt, Verhaltensweisen im Laufe ihres Lebens zu ändern, und zwar auf Grund von individuellen Erfahrungen. Lernen und Gedächtnis ermöglichen es Organismen mit Gehirn, auf Veränderungen der Umwelt in Zeiträumen von Tagen, Stunden, manchmal sogar Minuten zu reagieren. Vor allem aus diesem Grund bedeutet das Gehirn für einen Organismus einen großen evolutionsbiologischen Vorteil, und die Fähigkeit zu Lernen kann sicher als eine der wichtigsten Eigenschaften des Gehirns angesehen werden.

Das Potenzial, etwas zu lernen und im Gedächtnis zu speichern, ist nicht gleichmäßig über das Tierreich verteilt. Bei Menschen beispielsweise sind Effektivität und Kapazität des Gedächtnisses besonders stark ausgeprägt. Unsere entsprechenden Fähigkeiten sind neben der Sprache eine wichtige Grundlage unserer Kultur. Lernen und Gedächtnis nicht verstanden zu haben, hieße deshalb auch, etwas Elementares unseres Menschseins nicht zu verstehen.

Wie wichtig das Gedächtnis für uns ist, zeigt sich vielleicht am eindrücklichsten beim Kontakt mit Patienten, deren Erinnerungsvermögen gestört ist, etwa durch die Alzheimersche Krankheit oder durch den Ausfall des Hippocampus, einer Hirnregion, die eine zentrale Rolle für Lernen und Gedächtnis spielt. Menschen, die sich nicht mehr erinnern können, haben größte Schwierigkeiten, sich im täglichen Leben zurechtzufinden. Sie vergessen Namen und Fakten, sie erkennen ihre engsten Verwandten nicht mehr und sie finden den Weg nach Hause nicht mehr. Oft können diese Patienten ihren Alltag nur mit intensiver Hilfe anderer Menschen meistern.

DAS RÄTSEL

Seit über 100 Jahren wird von Neurobiologen darüber spekuliert, wie Informationen im Gehirn niedergelegt sein könnten und wie es das Gehirn schafft, einen schnellen Zugriff auf Daten aus diesem riesigen Informationsspeicher zu ermöglichen. Der berühmte spanische Neuroanatom Ramón y Cajal (1852-1934) war einer der ersten, der erkannte, dass Veränderungen, die mit der Speicherung von Informationen im Gehirn einhergehen müssen, mit großer Wahrscheinlichkeit an den Verbindungsstellen zwischen Nervenzellen, den sogenannten Synapsen, stattfinden. In einer Zeit, in der die technischen Möglichkeiten im Vergleich zu heute sehr beschränkt waren, setzte er Maßstäbe nicht nur durch eine beispiellose Detailbesessenheit bei der Anfertigung von Färbungen des Gehirns und deren akribischer Dokumentation durch Tuschezeichnungen, sondern auch durch eine unerreichte Beobachtungs- und Kombinationsgabe. Diese versetzte ihn in die Lage, aus seinen verhältnismäßig einfachen Daten weitreichende Schlüsse zu ziehen, die in vielen Fällen bis heute Bestand haben. So auch die Hypothese, dass das Gehirn Information in Synapsen speichert.

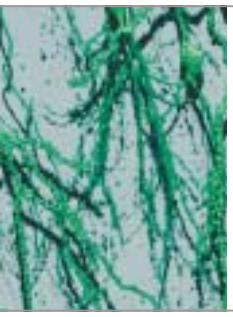
KANN MAN DIESE VERÄNDERUNGEN SICHTBAR MACHEN UND SO DEM GEHIRN BEIM LERNEN RICHTIGGEHEND ZUSEHEN? WIR WISSEN JETZT: MAN KANN!

Der kanadische Psychologe Donald Hebb formulierte 50 Jahre später in seinem Buch *The Organization of Behavior* eine Präzisierung von Cajals Ideen. Hebb schlug vor, dass sich Synapsen so verändern, dass gleichzeitig aktive Nervenzellen ihre Verbindungen verstärken, während Nervenzellen, die nie oder selten gleichzeitig aktiv sind, ihre Synapsen abschwächen. Doch auch dies waren – wie Ramón y Cajals frühe Ideen – Hypothesen, und es dauerte weitere 40 Jahre bis schwedische Wissenschaftler zeigen konnten, dass Synapsen im Säugerhirn tatsächlich dieser „Hebbschen Regel“ gehorchen. Diese Experimente demonstrierten zum ersten Mal, wie die komplexe Fähigkeit des Lernens auf einen relativ einfachen zellulären Mechanismus zurückgeführt werden kann.

Trotz dieses bemerkenswerten Erfolges blieben wichtige Fragen, vielleicht sogar die wichtigste Frage, offen. Was genau verändert sich im Gehirn und an seinen Synapsen, wenn Informationen gespeichert werden? Wird eine bereits bestehende synaptische Verbindung durch den Lernvorgang effektiver oder wird sie anatomisch verändert oder werden gar neue Verbindungen geknüpft? Und kann man diese Veränderungen sichtbar machen und so dem Gehirn beim Lernen richtiggehend zusehen? Wir wissen jetzt: Man kann!

DIE INNOVATION

Synapsen, die Kontaktstellen zwischen Nervenzellen, befinden sich großenteils auf mikroskopisch kleinen Fortsätzen der Zellen, den sogenannten dendritischen Dornen. Die etwa ein tausendstel Millimeter langen dendritischen Dornen können in entsprechend aufbereitetem und dem Gehirn entnommenem Gewebe relativ leicht mit einem hochauflösenden Lichtmikroskop – besser noch mit einem Elektronenmikroskop – sichtbar gemacht werden. Wenn man jedoch dem Gehirn beim Lernen zuschauen möchte, muss man lebende Nervenzellen betrachten: Und weder ein Elektronenmikroskop noch ein konventionelles Lichtmikroskop bei der nötigen starken Vergrößerung sind dafür geeignet.



SYNAPSEN UND DORNEN SIND DIE SPEICHEREINHEIT – SOZUSAGEN DAS BIT DES GEHIRNS. VERÄNDERUNGEN AN IHNEN KÖNNEN NICHT NUR ABSTRAKT GEMESSEN, SONDERN MIT EINEM MIKROSKOP BEOBACHTET WERDEN.

Winfried Denk (Max-Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg) und Watt Webb (Cornell Universität, Ithaca, New York) hatten die bahnbrechende Idee, das physikalische Prinzip der Zwei-Photonen-Anregung – schon 1930 von der deutschen Physikerin Maria Goeppert-Meyer beschrieben – zu nutzen, um ein genial einfaches, aber extrem leistungsfähiges Mikroskop zu konstruieren. Mit diesem sogenannten Zwei-Photonen Mikroskop können durch die Kombination eines einfachen physikalischen Prinzips mit moderner Lasertechnik selbst tief in lebendem Gewebe Strukturen im Mikrometerbereich sichtbar gemacht werden. Dieses Instrument revolutioniert derzeit die gesamte Biologie und ermöglicht beispielsweise Neurobiologen erstmals in das lebende Gehirn buchstäblich „hineinzuschauen“ und zu beobachten, wie sich Nervenschaltkreise unter dem Einfluss von Erfahrung und beim Lernen verändern.

Nach Jahrzehnten wenig erfolgreicher Anstrengungen vieler Wissenschaftler, Hinweise für solche Veränderungen zu finden, ermöglichte es uns diese neue Technik im Jahr 1999 erstmals zu zeigen, dass die von Hebb postulierte Verstärkung von Synapsen bei Lernvorgängen tatsächlich mit kleinsten anatomischen Veränderungen auf der Ebene der dendritischen Dornen einhergeht. Wenn Synapsen verstärkt und damit Information gespeichert wurde, wuchsen unter dem Mikroskop neue dendritische Dornen. Wenn Synapsen dagegen abgeschwächt wurden, verschwanden einige dieser Dornen. Zum ersten Mal konnte damit „live“ beobachtet werden, wie das Gehirn beim Lernen seine Verschaltung ändert, und es zeigte sich, dass die Neubildung und der Abbau von synaptischen Verbindungen zwischen Nervenzellen eng mit der Speicherung von Informationen bzw. dem Vergessen verbunden sind.

Der erstmalige Nachweis, dass Synapsen und Dornen die Speichereinheit – sozusagen das Bit des Gehirns – sind, und dass Veränderungen an ihnen nicht nur abstrakt gemessen, sondern mit einem Mikroskop beobachtet werden können, war ein großer Schritt vorwärts (und wurde vom Wissenschaftsmagazin *Science* 1999 zum *Breakthrough of the Year* in den Neurowissenschaften gekürt). Dennoch, all diese Experimente fanden nicht am intakten Gehirn, sondern an isoliertem Gehirngewebe *in vitro* (das heißt in Zellkultur) statt. Sie geben deshalb zwar Auskunft darüber, wie einzelne, dem Lernen zugrundeliegende Prozesse ablaufen, sie können aber nie endgültig klären, ob sich im intakten Gehirn (*in vivo*) ähnliche Vorgänge abspielen wie in der Kulturschale. Natürlich ist es aber das große Ziel zu verstehen, wie im komplexen Zusammenspiel von zig Milliarden Nervenzellen das intakte Gehirn funktioniert. Deshalb ist es notwendig, Verhaltens- und Lernparadigmen zu entwickeln, mit deren Hilfe essenzielle Lernphänomene auf der Ebene einzelner Nervenzellen und ihrer Verbindungen untersucht werden können. Gleichzeitig müssen Techniken wie die Zwei-Photonen-Mikroskopie so verfeinert werden, dass sie auch im intakten Organismus angewandt werden können, um dort die auf zellulärer Ebene stattfindenden Veränderungen sichtbar zu machen.

DAS PHÄNOMEN

„Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr“ – wir alle kennen das Phänomen, dass Kinder vieles leichter lernen als Erwachsene. Wir wissen auch, dass einmal im Kindesalter gelernte Fähigkeiten, selbst wenn sie lange im Verborgenen schlummern, im Erwachsenenalter leicht wieder „hervorgeholt“ werden können. Wer einmal als Kind Skifahren gelernt hat, wird es auch nach 30-jähriger Unterbrechung schnell wieder beherrschen, während es für Erwachsene – ohne die vorausgegangene Erfahrung im Kindesalter – oft sehr mühsam ist, Skifahren zu lernen.

Gibt es dieses Phänomen auch bei Tieren? Und kann man die oben beschriebenen Methoden so einsetzen, dass im intakten Gehirn untersucht werden kann, welche morphologischen Veränderungen beim frühen Lernen stattfinden und welche beim späten Lernen? Werden vielleicht die beim frühen Lernen angelegten Nervenzellverbindungen beim (Wieder-) Erlernen einer Fähigkeit im adulten Tier reaktiviert? Oder wird „von vorne“, aber dennoch schneller und effektiver gelernt?

Mäuse, wie auch andere Säugetiere und Menschen, zeigen in ihrem Sehkortex, d.h. in dem Teil der Großhirnrinde, in dem visuelle Information verarbeitet wird, einen Lernvorgang, der als okuläre Dominanzplastizität bezeichnet wird: Sieht ein Auge nicht mehr scharf, etwa weil die Linse durch einen Katarakt getrübt ist, so werden die Verschaltungen des Gehirns so umorganisiert, dass nur noch sehr wenige Nervenzellen vom schlecht sehenden Auge innerviert werden, während ein Großteil der Nervenzellen im Sehkortex Signale vom anderen, gesunden Auge erhält. Dieser Effekt kann rückgängig gemacht werden, wenn die Ursache der visuellen Störung behoben, beispielsweise der Katarakt beseitigt wird.

Es war eine wichtige Erkenntnis der Nobelpreisträger Torsten Wiesel und David Hubel in den 1960er-Jahren, dass die okuläre Dominanzplastizität, wie auch viele andere Formen des Lernens in der frühen Kindheit, in der so genannten kritischen Phase sehr stark ausgeprägt sind, während das adulte Nervensystem weit weniger plastisch ist („was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmermehr"). In Anlehnung an die oben beschriebenen Beispiele menschlicher Erfahrung lag es nahe zu testen, ob ein früher Augenverschluss und die entsprechende Reorganisation im Sehkortex auch dazu führt, dass im adulten Gehirn – in diesem Fall von Mäusen – eine solche wiederkehrende Erfahrung schneller und leichter umgesetzt werden kann. Tatsächlich zeigt sich, dass dies der Fall ist. Auch bei Mäusen bewirkt frühe Erfahrung ein leichteres und besseres Lernen im adulten Nervensystem.

Der große Vorteil, dieses Phänomen auch in Mäusen gefunden zu haben, besteht darin, dass es genetisch veränderte Mäuse gibt, deren Nervenzellen fluoreszieren, und dass diese mit dem Zwei-Photonen-Mikroskop im intakten Tier beobachtet werden können. Unsere bisherigen Untersuchungen zeigen, dass ein früher Augenverschluss in der Tat auch zu Änderungen der oben beschriebenen Dornen im Sehkortex von Mäusen führt. Auch hier hinterlässt also ein Lernvorgang eine anatomische sichtbare Spur im Gehirn. Aber bleiben diese Veränderungen auch nach dem Wiederöffnen des verschlossenen Auges bestehen? Und könnten sie Grundlage für das schnellere Lernen bei der erwachsenen Maus sein? Die Antwort auf diese Frage wissen wir nicht – noch nicht, denn die Experimente dazu haben schon begonnen.

DIE HERAUSFORDERUNG

Das Mysterium des menschlichen Gedächtnisses wurde vom Wissenschaftsmagazin *Science* in seiner Jubiläumsausgabe zum 125-jährigen Bestehen als eine der 25 größten Herausforderungen der modernen Wissenschaft gesehen. Das Gedächtnis ist zentral für unser Selbstverständnis, denn es bestimmt entscheidend, wer wir sind. Natürlich sind viele Eigenschaften und Fähigkeiten angeboren, aber dennoch machen die über die Zeit angesammelten Erfahrungen und Erinnerungen einen Gutteil unserer Persönlichkeit aus. Deshalb bedeutet der Verlust des Gedächtnisses auch einen Verlust der eigenen Identität, und nicht zuletzt deshalb sind Krankheiten, wie Alzheimer, Gedächtnisverlust durch Hirnschlag oder andere neurologische Erkrankungen, Schicksalsschläge, die uns tief in unserem Inneren treffen. Aber nicht nur beim Erwachsenen, sondern auch am Anfang des Lebens gibt es Fehlentwicklungen des Nervensystems, die zu Lernstörungen führen, welche die ganze Persönlichkeit fundamental beeinflussen können. Ganz abgesehen von den persönlichen Schicksalen haben diese Entwicklungsstörungen und Krankheiten auch für die Gesellschaft enorme soziale und wirtschaftliche Konsequenzen.

Um krankhafte Veränderungen des Nervensystems, die zum Verlust des Gedächtnisses führen, verstehen und heilen zu können, ist es notwendig, zunächst zu begreifen, wie das intakte Gedächtnis funktioniert. Neue Methoden, wie oben beschrieben, geben uns seit wenigen Jahren Werkzeuge an die Hand, die es ermöglichen, dieses Wunderwerk mit erstaunlicher Genauigkeit zu untersuchen und Veränderungen im Gehirn bis hin zu subzellulären Strukturen von einem tausendstel Millimeter zu beobachten. Es ist heute möglich mit Hilfe der Zwei-Photonen-Mikroskopie das lebende Gehirn „bei der Arbeit" zu beobachten, also buchstäblich dabei zuzuschauen, wie sich die

DAS GEDÄCHTNIS IST ZENTRAL FÜR UNSER SELBSTVERSTÄNDNIS, DENN ES BESTIMMT ENTSCHEIDEND, WER WIR SIND. [...] DESHALB BEDEUTET DER VERLUST DES GEDÄCHTNISSES AUCH EINEN VERLUST DER EIGENEN IDENTITÄT.

Schaltkreise des Gehirns an die Umwelt anpassen und wie damit Informationen im Gehirn gespeichert werden. Es ist in hohem Maße faszinierend und war bis vor wenigen Jahren undenkbar, dass Funktion und Struktur des Gehirns und deren Veränderung mit dieser Präzision im lebenden Organismus beobachtet werden können. Wichtige Aspekte wie die Tatsache, dass Lernen in der Kindheit späteres Lernen im Erwachsenenalter vereinfacht, können so im Tiermodell nachgebildet werden, und es kann untersucht werden, wie die Verschaltung von Nervenzellen diese Fähigkeit reflektiert.

All diese Untersuchungen sind momentan noch auf Tiermodelle begrenzt, denn die Untersuchungsmethoden beim Menschen beschränken sich derzeit auf Techniken wie die Kernspintomo-

grafie (MRI, MRT). Diese kann jedoch nur Strukturen auflösen, die etwa 1000-mal größer sind als die, die mit der Zwei-Photonen-Mikroskopie sichtbar gemacht werden können. Es ist im Moment noch schwer vorstellbar, dass es eines Tages möglich sein könnte, auch das lebende menschliche Gehirn mit vergleichbarer Präzision zu untersuchen und auch hier Veränderungen einzelner Nervenzellkontakte beim Lernen oder anderen kognitiven Leistungen zu beobachten. Aber nicht selten wird das scheinbar Unmögliche in kurzer Zeit Wirklichkeit. Die Auflösungsgrenze der Lichtmikroskopie beispielsweise schien bis vor kurzem durch die Abbesche Formel physikalisch unverrückbar festgelegt. Dennoch ist es in den vergangenen Jahren durch raffinierte optische Tricks gelungen, mit dem Lichtmikroskop Strukturen sichtbar zu machen, die eigentlich unsichtbar sein sollten, da sie etwa zehnmal kleiner sind als die nach Abbe berechnete Grenze des Sichtbaren. So wird durch Einfallsreichtum, gepaart mit wissenschaftlicher Chuzpe, selbst das physikalisch scheinbar nicht „Erlaubte“ plötzlich machbar, zum großen Vorteil für die Biologie und andere Naturwissenschaften. Es ist das Wesen guter Grundlagenforschung, dass keine auch noch so unverrückbar scheinende Grenze als unüberwindbar angenommen wird.

DIE ZUKUNFT

Die Darstellung einzelner Nervenzellen und ihrer Veränderung im menschlichen Gehirn würde es zum ersten Mal ermöglichen, Lernen und Gedächtnis sowie andere kognitive Fähigkeiten auch mit dem subjektiven menschlichen Erleben zu verknüpfen. Die Fortschritte in den letzten Jahren haben es ermöglicht, viele Experimente, die früher nur in Zellkulturen möglich waren, nun im intakten, lebenden Organismus durchzuführen. Dennoch bleibt die Beschränkung, dass das subjektive Erleben der Versuchsobjekte immer im Verborgenen bleibt. Warum hat man in einer bestimmten Situation falsch reagiert? Hat man „ein Bild vor Augen“, wenn man sich an eine Sache erinnert? Solche Fragen können wir nur Menschen, nicht aber Mäusen oder anderen Versuchstieren stellen. Antworten auf diese Fragen wären aber für das Verständnis von Gehirnprozessen äußerst wertvoll.

ES IST DAS WESEN GUTER GRUNDLAGENFORSCHUNG, DASS KEINE AUCH NOCH SO UNVERRÜCKBAR SCHEINENDE GRENZE ALS UNÜBERWINDBAR ANGENOMMEN WIRD.

Wäre es außerdem – am anderen Ende des Spektrums – möglich, nicht nur einzelne Zellen zu beobachten, sondern auch die Vorgänge innerhalb dieser Zellen sichtbar zu machen, dann verstünde man sofort besser, was bei mit dem Lernen einhergehenden Prozessen, wie der Verstärkung von Synapsen und dem Ausbilden neuer dendritischer Dornen, geschieht. Könnte man beispielsweise beobachten, wie bei der Speicherung von Informationen einzelne Moleküle in die Nervenzellwand eingebaut und aus ihr entfernt werden, dann brächte dies unserer Verständnis von Lernvorgängen im Gehirn gewaltig voran.

Doch auch heute ist schon vieles erreicht. Gerade in den vergangenen zehn Jahren hat es eine ungeheure Entwicklung der technischen Möglichkeiten gegeben, ganz besonders bei den bildgebenden Verfahren. Hätte vor zehn Jahren jemand behauptet, man könne im Jahr 2007 nicht nur die Aktivität von mehreren tausend Nervenzellen gleichzeitig, sondern auch noch ihre Anordnung, Struktur und Verknüpfung aufzeichnen und in einer Maus über mehrere Wochen beobachten, hätte jemand behauptet, man könne die Bewegung einzelner Moleküle innerhalb von Nervenzellen im intakten Organismus studieren, so wäre diese Person wohl nicht sehr ernst genommen worden. Heute sind solche Experimente möglich, und sie helfen uns täglich besser zu verstehen, wie das Gehirn funktioniert.

Dennoch, bei allem technischen Fortschritt darf nicht vergessen werden, dass am Ende Einsicht und Vorstellungskraft der Wissenschaftler darüber bestimmen, wie weit wir das Gehirn und wie weit wir die Natur insgesamt verstehen werden. Die großen naturwissenschaftlichen Einsichten verdanken wir Forschern, die mit Vorstellungskraft und Fantasie die Gesetze der Natur erkannt und in Worte gefasst haben. Der eingangs erwähnte Ramón y Cajal war einer von ihnen. Niemand hat je schöner, poetischer und eindrücklicher die Faszination beschrieben, das Gehirn zu beobachten und zu sehen, wie neue Verbindungen zwischen Nervenzellen entstehen und vergehen, und damit die Basis für ein sich sekündlich an die Umwelt anpassendes Nervensystem bilden.

„I noticed that every outgrowth, dendritic or axonic, in the course of formation, passes through a chaotic period, so to speak, a period of trials, during which there are sent out at random experimental conductors most of which are destined to disappear.... What mysterious forces precede the appearance of the processes, promote their growth and branching (...) and finally establish those protoplasmic kisses, the intercellular articulations, which seem to constitute the final ecstasy of an epic love story?“ [S. Ramón y Cajal, „Recollections of my life“]

PROF. DR. TOBIAS BONHOEFFER
MAX PLANCK INSTITUTE OF NEUROBIOLOGY, MARTINSRIED

The World in Our Heads

In many respects, life is based on recollections of the past. Genetic, neural and cultural memory shape species, individuals and even cultures. Genetic memory, the most basic form, is common to all kinds of life. It develops over many generations: for example, during the course of evolution, numerous adaptations occur that are reflected not only in an animal's anatomical structure, but also in the general structure and biochemical processes of its nervous system. It is because of this genetic memory that many properties of the brain, such as the sleep-wake cycle, the regulation of food intake and the basic sensory processes, are already present at the time of birth.

To survive better in an ever-changing environment, animals have also developed the ability to alter their pattern of behavior during their life on the basis of individual experience. Learning and memory enable organisms with a brain to respond to changes in their environment within days, hours, or sometimes even minutes. This is one of the reasons why having a brain is a great evolutionary advantage for an organism, and the ability to learn can certainly be considered one of the most important properties of the brain.

The ability to learn and memorize something is not distributed evenly throughout the animal kingdom. In humans, for example, the effectiveness and capacity of memory are particularly pronounced. The ability to memorize and remember is, together with language, one of the cornerstones of our culture. Therefore, failing to understand learning and memory would mean to fail grasping a fundamental aspect of human existence.

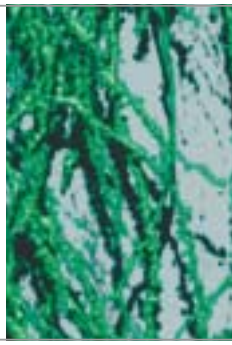
Just how important memory is for us is perhaps most evident when dealing with patients suffering from memory loss, for instance as a result of Alzheimer's disease or of damage to the hippocampus, a brain region that plays a key role in learning and memory. People who can no longer remember have great difficulties coping with everyday situations. They forget names and facts, no longer recognize their closest family members and cannot find their way home any more. In many cases, these patients can manage their day-to-day lives only with extensive assistance from others.

THE MYSTERY

Neurobiologists have been speculating for more than 100 years as to how information is stored in the brain and how the brain manages to access data from this huge store of information so quickly and effortlessly. The Spanish neuroanatomist Ramón y Cajal (1852-1934) was one of the first to recognize that changes accompanying the storage of information in the brain probably take place at the junctions between neurons – the so-called synapses. At a time when technology was considerably less advanced than it is today, he set new standards, not only by his unparalleled attention to detail in preparing brain stains and his meticulous documentation through ink drawings, but also by his unrivaled powers of observation and combination. This enabled him to draw far-reaching conclusions from his relatively simple data – many of which are still valid today, including the hypothesis that the brain stores information in synapses.

Fifty years later, the Canadian psychologist Donald Hebb took Cajal's ideas a step further in his book *The Organization of Behavior*. Hebb suggested that synapses change in such a way that simultaneously active neurons strengthen their connections, while neurons that are rarely or never simultaneously active weaken their synapses. However, just like Ramón y Cajal's early ideas, these were hypotheses, and another 40 years were to pass before Swedish scientists succeeded in actually showing that synapses in the mammalian brain really do obey this "Hebbian rule." These experiments were the first to conclusively show how the complex ability to learn can be traced back to a relatively simple cellular mechanism.

CAN THESE CHANGES BE MADE VISIBLE SO THAT WE CAN ACTUALLY WATCH THE BRAIN AS IT LEARNS? WE NOW KNOW THE ANSWER: THEY CAN!



Despite this remarkable success, important questions – indeed perhaps the most important question of all – remained unanswered. What exactly is it that changes in the brain and at its synapses, when information is stored? Does an existing synaptic connection become more effective as a result of the learning process, or is it anatomically altered? Or are, perhaps, entirely new connections created? And if so, can these changes be made visible so that we can actually watch the brain as it learns? We now know the answer: they can.

THE INNOVATION

Synapses, the points of contact between neurons, are usually located on minute protrusions from nerve cells, known as dendritic spines. Approximately one-thousandth of a millimeter in length, dendritic spines in fixed, i.e. dead tissue, can be seen quite easily with a high-resolution optical microscope – and better still with an electron microscope. However, if one wants to watch the brain learn, one has to study living neurons, and neither an electron microscope nor a conventional optical microscope at the required magnification is suitable for this.

Winfried Denk (Max Planck Institute for Medical Research, Heidelberg) and Watt Webb (Cornell University, Ithaca, New York) had the seminal idea of using the physical principle of two-photon excitation – described as early as 1930 by the German physicist Maria Goeppert-Meyer – to construct an ingeniously simple but incredibly powerful microscope. By combining a simple physical principle with modern laser technology, this instrument, known as a two-photon microscope, can be used to reveal structures in the micrometer range even if they are buried deep within living tissue. This microscope is currently revolutionizing the entire field of biology, enabling neurobiologists to literally take a peek into the living brain to observe neural connections as they change under the influence of experience and during learning.

SYNAPSES AND SPINES ARE THE SMALLEST BASIC STORAGE UNIT – THE 'BIT' OF THE BRAIN. CHANGES IN THEM CAN NOT ONLY BE MEASURED INDIRECTLY, BUT CAN ALSO BE OBSERVED WITH A MICROSCOPE.

In 1999, after decades of rather unsuccessful attempts on the part of many scientists, to provide evidence of such changes, this new technology suddenly enabled us to show for the first time that Hebb's postulated strengthening of synapses during learning processes is, in fact, accompanied by tiny anatomical changes at the level of the dendritic spines. When synapses were strengthened and information thus stored, new dendritic spines grew under the microscope. By contrast, when synapses were weakened, some of the spines disappeared. For the first time, it was possible to watch "live" how the brain changes its circuitry when learning, and the new formation and the breakdown of synaptic connections between neurons were seen to be closely linked to the storage or loss of information.

This first evidence that synapses and spines are the smallest basic storage unit – the 'Bit' of the brain, as it were – and that changes in them can not only be measured indirectly, but can also be observed with a microscope, was a great step forward (and was also selected the "Breakthrough of the Year" in the neurosciences in 1999 by the journal SCIENCE). However, none of these experiments were performed in an intact brain, but in isolated brain tissue *in vitro* (i.e. in cell culture). Thus, although they provide information on how individual learning processes develop, such experiments can never fully clarify whether similar processes occur in the intact brain *(in vivo)*. But since the ultimate goal is, of course, to understand how the intact brain functions by the complex interaction of billions of neurons, behavioral and learning paradigms have to be developed with which essential learning phenomena can be investigated at the level of individual neurons and their connections. At the same time, technologies such as two-photon microscopy must be further refined so that we can use them to examine the changes occurring at the cellular level in intact organisms.

THE PHENOMENON

"You can't teach an old dog new tricks" – we are all familiar with the phenomenon that it is much easier to learn certain things while still a child. We also know that abilities acquired as a child can easily be reactivated as an adult, even if they have gone unused for years. Anyone who has learned how to ski as a child will quickly master that skill again, even if they have not practiced for 30 years, while adults with no prior experience usually find it quite difficult to learn to ski.

Does a similar phenomenon occur in animals? And can the methods described above be applied in the intact brain to investigate which morphological changes occur during early and which during later (re-)learning? Are the neuronal connections established during early learning perhaps reactivated when the adult animal (re-)gains a skill? Or is this ability learned "from scratch," but nonetheless more quickly and effectively than would otherwise be the case?

Mice, like other mammals and humans, display in the visual cortex – the part of the brain where visual information is processed – a learning process known as ocular dominance

plasticity. If an eye no longer sees clearly – e.g. because the lens is clouded by a cataract – the circuitry in the brain is reorganized such that only very few neurons are still innervated by the eye with poor vision, while the majority of the neurons receive signals from the other, healthy eye. This effect can be reversed if the cause of the visual disturbance is rectified promptly by removing the visual obstruction, in our case the cataract.

One important discovery of the 1960s, made by the Nobel laureates Torsten Wiesel and David Hubel, was that ocular dominance plasticity, like many other forms of learning, is very pronounced in early childhood – the so-called critical phase – while the adult nervous system is much less plastic (again: "you can't teach an old dog new tricks"). Based on the examples of human experience described above, it seemed appropriate to test whether early occlusion of the eye and the corresponding reorganization in the visual cortex also results in such an experience being realized more quickly and easily in the adult brain – of the mouse in this instance. And indeed, this proved to be the case. Early experience also led to easier and more effective learning in the adult nervous system of the mouse.

The great advantage of having identified this phenomenon in mice is that some neurons in a certain strain of genetically altered mice fluoresce. These neurons are therefore visible in the intact animal with the two-photon microscope. Our studies show that early occlusion of one eye does indeed also cause changes in the spines in the visual cortex of mice. So here, too, a learning process leaves an anatomically visible mark in the brain. But do these changes continue to exist once the occluded eye opens again? And could they be the reason why in this case the adult mouse learns faster? We do not know the answer to this question – not yet, anyway, but the experiments addressing this issue are already under way.

THE CHALLENGE

In a special edition celebrating its 125-year anniversary, the journal SCIENCE called the mystery of human memory one of the 25 greatest challenges of modern science. Memory is crucial to our understanding of ourselves, since it plays a key role in defining who we are. Although, of course, many traits and abilities are hereditary, the experiences and memories we accumulate over time are also a vital component of our personality. That is why loss of memory also means the loss of our personal identity, which is yet another reason why disorders such as Alzheimer's and memory loss due to stroke or other neurological diseases shake us to the core. However, malfunctions of the nervous system that lead to learning disorders and affect the entire personality are not restricted to adulthood, but can also occur at early stages of life. And, quite apart from personal fates, these developmental disorders and diseases have enormous social and economic consequences for society.

Before being able to understand and cure pathological changes of the nervous system causing loss of memory, we first need to understand how the intact memory functions. In recent years, new methods such as those described above have given us the wherewithal to study this marvel with astounding precision. We can now discern changes in the brain right down to the level of sub-cellular structures no greater than a thousandth of a millimeter in size. Today, thanks to two-photon microscopy, we can observe the living brain "at work" – in other words, we can watch how the brain's circuits adapt to the environment and how this results in information being stored in the brain. It is simply fantastic that the brain's function and changes in its structure can now be studied with such precision in a living organism, something quite inconceivable up until a few years ago. It allows us to study important aspects, such as the fact that learning in childhood facilitates later learning in the animal model, and we can now look further into how neural interconnections reflect this ability.

MEMORY IS CRUCIAL TO OUR UNDERSTANDING OF OURSELVES, SINCE IT PLAYS A KEY ROLE IN DEFINING WHO WE ARE. [...]THAT IS WHY LOSS OF MEMORY ALSO MEANS THE LOSS OF OUR PERSONAL IDENTITY.

At present, all of these studies are limited to animal models, as the experimental methods for humans are currently restricted to techniques like magnetic resonance imaging (MRI, MRT). However, such techniques can only resolve structures some 1,000 times larger than those visible under a two-photon microscope. It is still difficult to imagine that one day it might be possible to study the living human brain with similar precision and to watch changes taking place in individual neural connections during learning or other cognitive tasks. But frequently something that seems impossible quickly becomes reality. For instance, until recently, the resolution limit of optical mi-

croscopy seemed to be physically and rigidly fixed once and for all by Abbe's equation. But in recent years, scientists have succeeded in using light microscopes and sophisticated optical tricks to view structures that really ought to be invisible, since they are about 10 times smaller than the limit calculated by Abbe. This can serve as an example how a good amount of creativity, coupled with some scientific chutzpa, suddenly makes things feasible that seem to be physically impossible, to the great advantage of biology and other natural sciences. It is the essence of good basic research that not even the most unyielding-seeming limit is taken to be insurmountable.

IT IS THE ESSENCE OF GOOD BASIC RESEARCH THAT NOT EVEN THE MOST UNYIELDING – SEEMING LIMIT IS TAKEN TO BE INSURMOUNTABLE.

THE FUTURE

Visualizing individual neurons and their changes in the human brain would make it possible – for the first time – to link learning and memory, as well as other cognitive abilities, with subjective human experience. The progress of recent years has enabled researchers to conduct many of their experiments, which were previously only possible in cell cultures, in intact, living organisms. Nonetheless, they are still limited by the fact that the subjective experience of non-human subjects always remains concealed. Why did a human or an animal make the wrong decision in a certain situation? Do we have a mental picture of something when we recall it? We can pose these questions only to humans, not to mice or other laboratory animals. But getting answers to these would take us a long way in our bid to understand more complex brain processes.

At the other end of the spectrum, if we were able not only to examine individual cells, but also to make the processes inside them visible, we would immediately understand better what happens in the processes that accompany learning, such as the strengthening of synapses and the formation of new dendritic spines. For example, if we could watch individual molecules being incorporated into and removed from the neuronal cell membrane when information is stored, it would greatly improve our understanding of learning processes in the brain.

But we have come a long way as it is. The last ten years in particular have seen tremendous technological developments, above all in imaging methods. If someone had claimed ten years ago that by the year 2007 we would be able to record the activity and the arrangement, structure and connections of several thousand neurons simultaneously, and monitor them in a mouse over the course of several weeks, or if someone had claimed that we could study the movement of individual molecules within neurons in intact organisms, this person would most likely not have been taken very seriously. Today, such experiments are feasible, and help us to gain an ever clearer picture of how the brain works.

And yet, in the midst of all the technological progress, we must not forget that, in the long run, it is scientists' insight and powers of imagination that will determine the extent to which we comprehend the brain, and nature as a whole. The great scientific insights achieved so far we owe to those researchers who used their imagination and fantasy to recognize the laws of nature and express them in words. The above-mentioned Ramón y Cajal was one of them. No one has ever described more beautifully, poetically and vividly the fascination of examining the brain and watching how new connections between neurons form and fade to form the basis of a nervous system that adapts anew, second for second, to the environment as it changes over time.

"I noticed that every outgrowth, dendritic or axonic, in the course of formation, passes through a chaotic period, so to speak, a period of trials, during which there are sent out at random experimental conductors most of which are destined to disappear… What mysterious forces precede the appearance of the process, promote their growth and branching (…) and finally establish those protoplasmic kisses, the intercellular articulation, which seems to constitute the final ecstasy of an epic love story?" [S. Ramón y Cajal, Recollections of My Life]

© Science Photo Library

PROF. DR.-ING. DIERK RAABE UND PROF. DR. JÖRG NEUGEBAUER
MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR EISENFORSCHUNG, DÜSSELDORF

Neue Wege in der Werkstoffentwicklung

GRUNDSÄTZLICHE FRAGESTELLUNG

Konstruktions- und Funktionswerkstoffe auf der Basis von Metallen, Keramiken oder Polymeren sind seit jeher vor allem durch empirische Verfahren neu- und weiterentwickelt worden. Neuentwicklungen und Verbesserungen solcher Werkstoffe resultieren dabei einerseits aus der Erfahrung, wie sich bestimmte Legierungszusätze auf Festigkeit, Härte oder Leitfähigkeit auswirken, und andererseits aus einigen einfachen thermodynamischen und kinetischen Zusammenhängen bezüglich Stabilität und Darstellbarkeit auf der Basis einfachster Modelllegierungen. In diesem Zusammenhang spielen verschiedene Methoden der Computersimulation seit 15 Jahren eine zunehmend wichtige Rolle, um einzelne Aspekte eines neuen Werkstoffs, wie etwa seine mechanischen Eigenschaften, gezielt vorherzusagen.

BEI DER ENTWICKLUNG VERBESSERTER IMPLANTATWERKSTOFFE HANDELT ES SICH NICHT NUR UM EINE BEDEUTENDE MEDIZINTECHNISCHE HERAUSFORDERUNG, SONDERN ES GEHT AUCH UM ENORME MÖGLICHKEITEN BEI DER ERSCHLIESSUNG NEUER MÄRKTE.

Auf den einzelnen Skalen – von der atomaren Ebene bis zum kompletten Werkstück – haben diese Methoden inzwischen ihre Vorhersagekraft bewiesen. Schwierig ist es bislang aber noch, die Eigenschaften eines Werkstoffs, etwa einer bestimmten Legierung, nur auf der Basis ihrer atomaren Komponenten zu berechnen. Zu diesem Zweck müssen Ergebnisse von Simulationen auf jeweils benachbarten Größen- und Ortsskalen ausgetauscht bzw. sinnvoll miteinander verknüpft werden. Bislang wurden bestimmte Aspekte bei der Werkstoffprognose zwischen den unterschiedlichen Modellen und Skalen mit Hilfe von Multiskalenverfahren weitergegeben. Aufgrund der enormen Zeit- und Größenunterschiede zwischen der atomaren bzw. mikroskopischen und der makroskopischen Skala wird es aber auch in absehbarer Zukunft nicht möglich sein, einen Werkstoff komplett über alle aufeinanderfolgenden Skalen hinweg durchgehend theoretisch zu beschreiben. Das lässt sich an einem einfachen Beispiel veranschaulichen: So laufen elektronische An- und Abregung im Bereich von Picosekunden ab, wohingegen Prozesse der Korrosion oder der Materialermüdung in der Größenordnung von Jahren anzusiedeln sind. Bezüglich der Ortsskala bewegen sich die relevanten Größenordnungen vom Sub-Angströmbereich (kleiner als 10^{-10} Meter) bis hin zu hunderte von Metern großen Konstruktionen.

Am Max-Planck-Institut für Eisenforschung haben wir daher als Alternative zur Multiskalensimulation das Verfahren der Skalen überbrückenden Werkstoffsimulation entwickelt, um Vorhersagen von der atomaren Ebene bis hin zur Makroskala vornehmen zu können. Dabei werden, anders als bei der oben beschriebenen sukzessiven Weitergabe von Materialinformationen von Skala zu Skala, quantenmechanische Ergebnisse der Elektronentheorie unmittelbar auf der makroskopischen Ebene eingebunden, typischerweise ohne dabei mesoskopische Simulationen (auf der Skala von einem Nanometer bis zu einem Mikrometer) berücksichtigen zu müssen. Wir berechnen Eigenschaften, wie beispielsweise die Elastizität, die ein makroskopisches Werkstück charakterisieren, also bereits auf der atomaren Ebene.

EIN NEUES BIOMATERIAL FÜR IMPLANTATE ALS BEISPIEL FÜR QUANTENMECHANISCH GEFÜHRTES WERKSTOFFDESIGN

Im Folgenden belegen wir den Erfolg der neuen Herangehensweise am Beispiel zweier am Max-Planck-Institut für Eisenforschung jüngst neuentwickelter Biowerkstoffe für Implantatanwendungen. Als Ausgangsbasis für die Materialentwicklung dient das typische Implantatmetall Titan. Es ist sehr bioverträglich, besitzt eine gute Verarbeitbarkeit sowie eine hohe Härte und ist daher heute ein Standardmaterial in der Medizintechnik. Allein im Hüftbereich werden jährlich weltweit mehr als eine Million Prothesen eingesetzt. Diese Zahl belegt, dass es sich bei der Entwicklung verbesserter Implantatwerkstoffe nicht nur um eine bedeutende medizintechnische Herausforderung handelt, sondern, dass es auch um enorme Möglichkeiten bei der Erschließung neuer Märkte geht.

Trotz seiner positiven Eigenschaften besteht beim Einsatz von Titan, wie auch vergleichbarer Ersatzwerkstoffe, ein bisher ungelöstes großes Problem: Während der menschliche Knochen eine elastische Steifigkeit von etwa 20 GPa besitzt, bewegen sich die entsprechenden elastischen Steifigkeiten der Titanimplantate im Bereich von 100 bis 110 GPa. Diese Diskrepanz im mechanischen Verhalten zwischen Knochen und angrenzender Prothese führt zum Effekt der mechanischen Abschirmung. Das bedeutet, dass die im betroffenen Körperteil übertragene Kraft nicht mehr vom Knochen, sondern überwiegend vom metallischen Implantat getragen wird. Da der Knochen seine innere Struktur und die daraus resultierende mechanische Leistungsfähigkeit aber in Abhängigkeit von der anliegenden mechanischen Spannungen verändert, führt seine künstliche Entlastung durch das Implantat im Laufe der Zeit zu seiner Schwächung. In der Folge kommt es zur Knochen-

schädigung und zur Lockerung des Implantats. Auch die Entstehung von Entzündungsherden an der Grenzfläche zwischen Knochen und Implantat ist in diesem Zusammenhang ein großes Problem. Die mechanische Schädigung sowie resultierende Entzündungen machen es in der Regel notwendig, dass die Prothese ausgetauscht werden muss.

Vor diesem Hintergrund haben wir uns die Aufgabe gestellt, mit Hilfe der Verknüpfung von Quantenmechanik und Kontinuumstheorie bei gleichzeitig strenger experimenteller Überprüfung der Vorhersagen neue Titan-basierte Legierungen herzustellen, die eine deutlich geringere Steifigkeit haben als bisherige Materialien und gleichzeitig über eine hervorragende Bioverträglichkeit, Festigkeit und Härte verfügen. Nur auf diesem Wege kann eine höhere mechanische Kompatibilität erreicht werden, die zu einer wesentlich verbesserten Langlebigkeit der Implantate im menschlichen Körper beitragen würde. Der Einsatz quantenmechanischer Rechnungen zeigte, dass Titan, welches in der Natur bei Raumtemperatur nur in einer hexagonalen Kristallstruktur vorkommt, in der kubisch-raumzentrierten Kristallstruktur instabil gegenüber bestimmten Verzerrungen ist. Formal ausgedrückt weist Titan in dieser Kristallstruktur negative elastische Konstanten und damit eine verschwindende Steifigkeit auf. Diese Erkenntnis legte die Vermutung nahe, dass es durch Legierungsbildung möglich sein sollte, die Steifigkeit aufgrund dieser Instabilität des kubisch-raumzentrierten Titans deutlich zu reduzieren. Unser Entwicklungsansatz bestand daher darin, die kubisch-raumzentrierte Gitterstruktur, die beim reinen Titan nur bei hohen Temperaturen auftritt, durch eine geeignete Legierung auch bei Raumtemperatur zu stabilisieren.

Zu diesem Zweck haben wir uns Legierungen aus Titan und den hochschmelzenden kubisch-raumzentrierten Metallen Niob und Molybdän zugewandt, die medizinisch beide unbedenklich sind. Im ersten Schritt wurde dabei die Stabilität verschiedener Legierungen aus Titan und Niob sowie aus Titan und Molybdän mit *ab-initio*-Verfahren (i.e. Verfahren, die keine empirischen Parameter benötigen) untersucht. Angeleitet durch diese theoretischen Vorhersagen haben wir dann entsprechend aussichtsreiche Proben durch schmelzmetallurgische Verfahren hergestellt und am Elektronenmikroskop hinsichtlich der zuvor getroffenen *ab-initio*-Vorhersagen der auftretenden Strukturen überprüft. In der Tat belegen sowohl die quantenmechanischen Rechnungen als auch die Experimente an metallurgisch hergestellten Proben, dass mit zunehmendem Gehalt an Niob beziehungsweise Molybdän im Titan die kubisch-raumzentrierte Struktur des Materials bei Raumtemperatur eingestellt werden kann.

Der zweite wichtige Schritt bei der Entwicklung der neuen Implantatlegierungen bestand nun darin, durch entsprechende *ab-initio*-Rechnungen zu untersuchen, wie es um die elastischen Eigenschaften der neuen Materialien im Hinblick auf einen späteren Einsatz als Implantatmaterial bestellt ist. Die elastischen Steifigkeit der neuen Titan-Legierungen verlässlich vorhersagen zu können, ist dabei besonders wichtig, da die metallurgische Herstellung und die experimentelle Überprüfung der Elastizität an einer Vielzahl von Proben unterschiedlicher Zusammensetzung mit beträchtlichem Aufwand verbunden sind. Das bedeutet, dass im Falle des Erfolges unserer neuen Strategie zur Werkstoffentwicklung in Zukunft verbesserte oder auch gänzlich neue Materialien um ein Vielfaches schneller entwickelt werden können als bisher und dass eine große Anzahl teurer, aufwändiger und komplizierter Experimente umgangen werden kann.

IM FALLE DES ERFOLGES UNSERER NEUEN STRATEGIE ZUR WERKSTOFFENTWICKLUNG KÖNNEN IN ZUKUNFT VERBESSERTE ODER AUCH GÄNZLICH NEUE MATERIALIEN UM EIN VIELFACHES SCHNELLER ENTWICKELT WERDEN ALS BISHER UND EINE GROSSE ANZAHL TEURER, AUFWÄNDIGER UND KOMPLIZIERTER EXPERIMENTE KANN UMGANGEN WERDEN.

Ein weiterer wertvoller Aspekt der *ab-initio*-Vorhersage der Elastizität einer Probe besteht darin, dass diese sowohl eine Eigenschaft der Elementarzelle ist, also weniger Atome, als auch für eine großformatige Probe, etwa ein Implantat, gilt. Anders gesagt, dient die *ab-initio*-Simulation der elastischen Steifigkeit auch unmittelbar der Vorhersage der makroskopischen Eigenschaften eines Materials, obwohl sie auf atomistischer Skala durchgeführt wurde. Im vorliegenden Fall der von uns untersuchten Titan-Niob- und Titan-Molybdän-Legierungen ist zu erkennen, dass in der Tat eine hervorragende Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment erzielt wurde. Im Sinne der im ersten Absatz dargestellten Strategie der neuen Simulationsmethode haben wir somit tatsächlich bereits im zweiten Teilschritt des Ansatzes viele Zehnerpotenzen zwischen den unterschiedlichen Skalen in der Vorhersagetechnik überbrückt und können nunmehr bereits makroskopische Eigenschaften auf der Basis einer *ab-initio*-Simulation vorhersagen und für die technische Beurteilung eines Werkstoffs unmittelbar heranziehen.

Der dritte Schritt der Materialentwicklung beinhaltete schließlich die Einbindung der elektronentheoretischen Ergebnisse in makroskopische Finite Elemente Rechnungen (die Finite Elemente Methode (FEM) ist ein mathematisches Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen, die herangezogen werden, um das Verhalten von Strukturen zu beschreiben; die Lösung der Differentialgleichungen ist für einfache Geometrien und Aufgabenstellungen möglicht, nicht jedoch für komplexe diskontinuierliche Systeme, weshalb man die FEM als numerisches Näherungsverfahren nutzt). Besonders relevant bei der Übertragung der *ab-initio*-Simulationen sind dabei einerseits die Gitterstruktur und andererseits die elastischen Konstanten.

Wie oben erwähnt, wurden die Legierungen so entwickelt, dass die kubisch-raumzentrierte Gitterstruktur bei Raumtemperatur stabil ist. Diese Information ist für die Weiterverwendung in den FEM-Rechnungen von Bedeutung, da die Gitterstruktur auch die Freiheitsgrade und damit auch die Richtungsabhängigkeit der elastischen und plastischen (bleibenden) Verformung bestimmt. Die Weitergabe der elastischen Konstanten an die FEM-Simulationen ist wichtig, da sie zwei relevante Informationen beinhalten: erstens die allgemeine elastische Steifigkeit des Materials und zweitens die elastische Anisotropie. Der Begriff der elastischen Anisotropie beschreibt die Richtungsabhängigkeit der elastischen Eigenschaften des Materials. Um beide Eigenschaften, also die plastische und elastische Richtungsabhängigkeit der neuen Werkstoffe, mit entsprechender physikalischer Detailtiefe in makroskopischen FEM-Simulationen für das abschließende Produktdesign nutzen zu können, wurden auch hier neue Wege beschritten.

DIE NEUENTWICKELTE LEGIERUNG AUF DER BASIS VON TITAN UND NIOB GEWÄHRLEISTET EINE BESSERE KOMPATIBILITÄT ZWISCHEN MENSCHLICHEN KNOCHEN UND IMPLANTAT. BEZÜGLICH DER ISOTROPIE SIND IHRE ENDEIGENSCHAFTEN DEUTLICH WENIGER VON DEN DETAILS DER SPÄTEREN HERSTELLVERFAHREN ABHÄNGIG.

Die klassische FEM zur Beschreibung der mechanischen Materialbelastung berücksichtigt in der Regel die innere Struktur des Materials nicht, also auch nicht die oben erläuterten elastischen und plastischen Richtungsabhängigkeiten. Um eine sinnvolle Einbindung der *ab-initio*-Vorhersagen auf der makroskopischen Ebene zu gewährleisten und somit elektronentheoretische Methoden tatsächlich unmittelbar für das Produktdesign einzusetzen, haben wir die klassische FEM zu einer Methode weiterentwickelt (die Kristall-Plastizitäts Finite Elemente Methode), die die kristallografische Natur der elastischen und plastischen Verformung von Metallen im Detail berücksichtigt. Dieser Vorteil allein reicht aber noch nicht aus, weil die meisten metallischen Produkte nicht aus einem einzigen Kristall bestehen, sondern meist aus vielen Milliarden solcher Körner aufgebaut sind, die noch dazu alle anders ausgerichtet (orientiert) sind. Um auch dieses Merkmal zu berücksichtigen, haben wir eine besondere Variante dieser neuen Methode verwendet: Dabei wird eine makroskopische Probe mathematisch in Gruppen ähnlich ausgerichteter Kristalle zerlegt, für die dann jeweils die richtungsabhängigen Eigenschaften (elastisch und plastisch) abgebildet werden. Dieser Ansatz versetzt den Nutzer in die Lage, das Verhalten vielkristalliner Proben in höchster Detailtreue bei elastischer oder plastischer Beanspruchung vorherzusagen und unmittelbar für das Design und die mechanische Optimierung einer makroskopischen Probe zu nutzen.

Auch in diesem letzten Schritt der neuen Skalen überbrückenden Simulationsstrategie zeigt sich der besondere Vorteil der Verknüpfung von *ab-initio*-Methoden und makroskopischen Mechanikmodellen in Zusammenhang mit FEM-Lösungsverfahren: Die *ab-initio*-Vorhersagen zeigten nämlich nicht nur, dass sich beispielsweise im Falle der Titan-Niob-Legierungen durch den Einsatz von Niob tatsächlich die elastische Steifigkeit der Probe deutlich gegenüber den konventionellen hexagonalen Legierungen verringern ließ und sich somit der des Knochens annäherte, sondern dass sich auch die Anisotropie der Elastizität verringerte. Anders gesagt bedeutet dies, dass die neuentwickelte Legierung auf der Basis von Titan und Niob einerseits eine bessere Kompatibilität zwischen menschlichem Knochen und Implantat gewährleistet und andererseits die Richtungsabhängigkeit aus der Verteilung der kristallinen Orientierungen durch eine bessere Isotropie der Eigenschaften bereits auf der Ebene der Elementarzelle deutlich verringert wird. Die letztere Eigenschaft ist von besonderer Bedeutung, da bei der metallurgischen Herstellung von solchen Materialien in der Regel komplexe Orientierungsverteilungen der Kristalle in einer solchen Probe herbeigeführt werden. Bezüglich der

Isotropie (Gleichverhalten in allen Richtungen) sind also die Endeigenschaften für die von uns neu vorgeschlagenen Legierungen deutlich weniger von den Details der späteren Herstellverfahren abhängig.

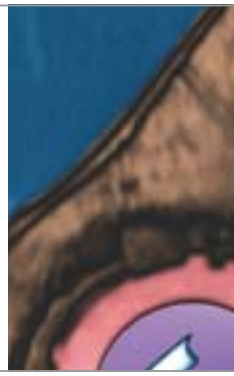
Neben den dargestellten wissenschaftlich-technischen Vorteilen der von uns vorgeschlagenen Verknüpfung von *ab-initio*-Simulationen und Finite Elemente Methoden zur Überbrückung großer Skalendifferenzen bei der Werkstoffentwicklung liegt ein weiterer wichtiger Vorteil dieser Herangehensweise, gerade im Bereich der Biowerkstoffe, darin, dass die elektronentheoretischen Methoden eine Vorhersage der Stabilität möglicher neuer Legierungen unter der Einschränkung der Auswahl nur ganz bestimmter, nämlich bioverträglicher Legierungselemente erlauben. Auch liefert die Verwendung von *ab-initio*-Ansätzen in diesem Zusammenhang einen beträchtlichen Erkenntnisgewinn bezüglich der elektronischen Wirkung bestimmter Legierungselemente und erlaubt somit Einblicke in die Grundlagen der Bindungstheorie von Werkstoffen.

AUSBLICK HINSICHTLICH ERKENNTNISGEWINN, TECHNOLOGIEENTWICKLUNG UND MARKTCHANCEN

Die hier neu vorgestellte Simulationsstrategie erlaubt wesentliche grundsätzlich neue Einblicke in die Struktur der Materie und der daraus resultierenden Eigenschaften auf der Basis einerseits der elektronischen Ursachen des Materialverhaltens auf atomarer Skala und andererseits des Zusammenwirkens dieser auf der kleinster Ebene aufgeklärten Eigenschaften im makroskopischen Verbund großer Proben aus vielen Milliarden Kristallen. Damit können quantenmechanische Ansätze erstmals unmittelbar für modernstes Produktdesign eingesetzt werden. Die momentanen Forschungsschwerpunkte innerhalb dieser Strategie liegen auf der atomaren Ebene im Bereich der Fragen zu Details der elektronischen Approximation komplizierter Übergangsmetalle (z. B. die Behandlung der Elektronenkorrelation, magnetischer Phänomene oder der Schwingungsentropie) und auf der makroskopischen Ebene im Bereich der physikalischen Behandlung komplexerer Mikrostrukturen (mehrphasige Gefüge) innerhalb der Finite Elemente Lösungsverfahren. Ein weiterer durchaus aufwändiger Aspekt unserer momentanen Arbeiten in diesem Gebiet liegt in der experimentellen Überprüfung der getroffenen Vorhersagen mit so unterschiedlichen Methoden wie der Elektronenmikroskopie, der mechanischen Werkstoffprüfung, der Spektroskopie, der Röntgenbeugung und der Metallurgie.

Weiteres Augenmerk in diesem Ausblick gilt den ökonomischen Vorteilen der hier skizzierten Handlungsweise. Die Entwicklung neuer Werkstoffe muss heutzutage nicht nur unter wissenschaftlichen und technischen Gesichtspunkten betrachtet werden, sondern auch einer straffen Zeitabfolge und Planbarkeit gehorchen. Eine besonders schnelle, effiziente und gerichtete Werkstoffentwicklung erhöht für Unternehmen bereits in der näheren Zukunft mit Sicherheit die Marktchancen hinsichtlich rascher Patentierung, Optimierung, Darstellbarkeit und der Einführung kundenorientierter maßgeschneiderter Materialangebote. In diesem Zusammenhang ist es offensichtlich, dass die klassischen metallurgisch-mechanischen Ansätze der Materialentwicklung auf der Basis von „try-and-error"-Verfahren sowie unter Zuhilfenahme klassischer empirischer Methoden der Thermodynamik nicht mehr zeitgemäß sind. Genau wie in zahlreichen anderen Hochtechnologiebereichen

EINE BESONDERS SCHNELLE, EFFIZIENTE UND GERICHTETE WERKSTOFFENTWICKLUNG ERHÖHT FÜR UNTERNEHMEN BEREITS IN DER NÄHEREN ZUKUNFT MIT SICHERHEIT DIE MARKTCHANCEN HINSICHTLICH RASCHER PATENTIERUNG, OPTIMIERUNG, DARSTELLBARKEIT UND DER EINFÜHRUNG KUNDENORIENTIERTER MASSGESCHNEIDERTER MATERIALANGEBOTE.



wird der Markterfolg von Unternehmen, die im Bereich der Werkstoffentwicklung tätig sind, zunehmend auch davon bestimmt werden, wie hoch der wissens- und wissenschaftsbasierte Anteil an der Vorgehensweise ist. Insbesondere die hier vorgestellte Skalen überbrückende Simulationsmethode von der Quantenmechanik bis zur FEM verspricht dabei eine wesentlich Ziel geführtere Vorgehensweise als bisher, da die *ab-initio*-Verfahren innerhalb der Entwicklungsphase eine sehr frühe kritische Selektion zwischen Erfolg versprechenden und weniger Erfolg versprechenden Werkstofflösungen erlaubt und darüber hinaus die aussichtsreichsten Ansätze einer gefügeorientierten Optimierung mit Hilfe der FEM zuführt.

PROF. DIERK RAABE AND PROF. JÖRG NEUGEBAUER,
MAX PLANCK INSTITUTE FOR IRON RESEARCH, DÜSSELDORF

New Methods in Material Development

PROBLEM FORMULATION

Constructional and functional materials based on metals, ceramics or polymers have always been synthesized and developed using primarily empirical processes. The development and improvement of such materials were usually based on empirical experience about the effects of particular alloy additives and their influence on strength, hardness or conductivity. On the other hand simple thermodynamic and kinetic rules were used regarding the stability of corresponding simple model alloys. Over the past 15 years, various computer simulation methods have played an increasingly important role in the prediction of new materials.These methods have demonstrated their respective predictive power at individual scales – e.g. at the atomic level or at the continuum scale. However, it is still difficult to calculate macroscopic material properties on the basis of the electronic ground structure.

Given the huge differences in time and size between the atomic and the macroscopic scales it will not be possible in the future to provide a complete theoretical description of a material by combining all successive scales in one simulation. It is possible to illustrate this with one simple example: electronic relaxations take place at picoseconds, whereas corrosion or material fatigue processes take place at a scale of years. Relevant orders of magnitude for spatial scales vary from the sub-Ångström range (less than 10^{-10} meter) to constructions measuring hundreds of meters.

At the Max Planck Institute for Iron Research we have therefore developed a scale-bridging materials simulation method as an alternative to conventional consecutive multiscale simulations in order to make predictions from the electronic level to the macroscale. Here, unlike the successive passing of material information from scale to scale, quantum mechanical results which were obtained using electron theory, are integrated immediately at the macroscopic level, typically without the need to integrate mesoscopic simulations (scaled from one nanometer to a micrometer). We use this approach to calculate mechanical and thermodynamic properties.

THE DEVELOPMENT OF IMPROVED IMPLANT MATERIALS WOULD NOT ONLY BE A SIGNIFICANT CHALLENGE TO THE BIOMEDICAL TECHNOLOGY, BUT THAT THERE ARE HUGE OPPORTUNITIES IN OPENING UP NEW MARKETS.

A NEW BIOMATERIAL FOR IMPLANTS AS AN EXAMPLE OF MATERIAL DESIGN DRIVEN BY QUANTUM MECHANICS

In the following we provide evidence of the new approach's success using the example of two biomaterials for implant applications recently developed at the Max Planck Institute for Iron Research. Titanium, the metal typically used in implants, served as the starting point for the development. It is very biocompatible, easy to work and very hard, and therefore a standard material in biomedical technology. More than a million prostheses for the hip area alone are used every year throughout the world. This figure indicates that the development of improved implant materials would not only be a significant challenge to the biomedical technology, but that there are huge opportunities in opening up new markets.

Despite these positive properties, there is a considerable problem in using titanium and related alloys that, as yet, has not been solved: whereas human bone has a modulus of elasticity of around 20 GPa, the equivalent in the titanium implant ranges from 100 to 110 GPa. This discrepancy in mechanical behavior between the bone and the prosthesis in contact with it results in stress shielding. This means that the stresses affecting the part of the body concerned are not carried by the bone but predominantly by the metallic implant. As the bone changes its internal structure and the resulting mechanical strength in relation to the mechanical stresses applied, the artificial relief by the implant leads to weakening in the bone over time. As a result, the bone is damaged and the implant becomes loose. The surface area between the bone and the implant is prone to create infections, which is also a serious problem in this regard. As a rule, the mechanical damage and the resulting infections make replacement of the prosthesis necessary.

With this in mind, we set ourselves the task of producing new titanium-based alloys using a combination of quantum mechanics and continuum theory while, at the same time, rigorously testing the predictions experimentally. These new alloys were to be much less rigid than existing materials and simultaneously exhibit excellent qualities of biocompatibility, strength

and hardness. This is the only way to achieve greater mechanical compatibility and thus considerably longer life for implants in the human body. Quantum mechanical calculations show that titanium occurs at temperatures below 882°C with hexagonal crystal structure while the body-centered cubic crystal structure is unstable at room temperature. Since the body-centered cubic crystal structure of titanium is supposed to have a much smaller elastic stiffness, our approach consisted in developing a suitable alloy to stabilize the body-centered cubic lattice structure also at room temperature.

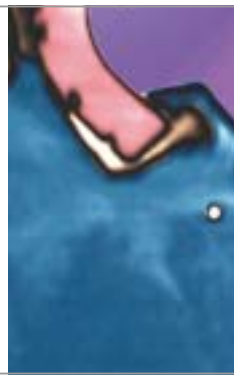
For this purpose we looked at alloys of titanium with the biocompatible body-centered cubic metals niobium and molybdenum. The first step was to examine the stability of different alloys of titanium and niobium and titanium and molybdenum using *ab initio* modeling methods (i.e. approaches which do not require empirical parameters). Guided by these theoretical predictions, we then used metallurgical smelting processes to produce promising samples that we examined in detail using electron microscopy and x-ray diffraction to compare with the *ab initio* predictions made previously regarding their structure. The quantum mechanical calculations and the experiments on the metallurgically produced samples did indeed show that by increasing the content of niobium or molybdenum in the titanium, the metal's body-centered cubic structure can be stabilized at room temperature.

The second important step in the development of the new implant alloys then consisted in using the appropriate *ab initio* calculations to examine the elastic properties of the new materials with respect to their subsequent use as implant materials. It is particularly important to be able to predict accurately the modulus of elasticity of the new titanium alloys as the metallurgical production and the experimental investigation of the elasticity in a large number of samples involves considerable efforts. This means that, should our new strategy for material development be successful, it will be possible in future to develop improved or even completely new materials much faster than it has been previously the case, as well as avoiding a large number of expensive, laborious and complicated experiments.

Another valuable aspect of the *ab initio* prediction of a sample's elasticity is that this is both a characteristic of the lattice cell, i.e. of a few atoms and also of a large sample, such as an implant. In other words, the *ab initio* simulation of the elastic modulus may serve directly to predict a material's macroscopic properties, although it is carried out at the electronic scale.

In the case of the titanium-niobium and titanium-molybdenum alloys that we examined, it is evident that an excellent correspondence between the theory and the experiment has genuinely been achieved. As defined by the strategy for the new method of simulation presented in the first paragraph, in the second stage of the approach we have already bridged many orders of magnitude between the different scales using *ab initio* simulation methods and can now predict macroscopic properties on the basis of an *ab initio* simulation and use them for a direct technological assessment of a material.

IF OUR NEW STRATEGY FOR MATERIAL DEVELOPMENT SHOULD BE SUCCESSFUL, IT WILL BE POSSIBLE IN FUTURE TO DEVELOP IMPROVED OR EVEN COMPLETELY NEW MATERIALS MUCH FASTER THAN IT HAS BEEN PREVIOUSLY THE CASE, AS WELL AS AVOIDING A LARGE NUMBER OF EXPENSIVE, LABORIOUS AND COMPLICATED EXPERIMENTS.



The third stage of the material's development involved the integration of the electron theory results into macroscopic Finite Element Calculations (the Finite Element Method (FEM) is a mathematical method of solving differential equations used to describe the deformation behavior of larger structures. It is possible to solve differential equations for simple geometries and formulations, but not for complex discontinuous systems, which is why FEM is used as a numerical approximation process). Particularly relevant to the transfer of *ab initio* simulations are, on the one hand, the lattice structure and, on the other, the elastic constants. As mentioned above, the alloys were developed to make the body-centered cubic lattice structure stable at room temperature. This information is important for the subsequent use in the FEM calculations as the lattice structure determines the degrees of freedom and thus also the anisotropy of the elastic and plastic distortion. Passing on the elastic constants to the FEM simulations is important because they contain two important pieces of information: first, the general elasticity modulus of the material and second, the elastic anisotropy. Elastic anisotropy is the term that describes the directional dependency of the material's elastic

properties. New avenues have also been followed that will allow the use of both properties, the plastic and elastic anisotropy of the new materials, with appropriate physical details in macroscopic FEM simulations for the final product design.

Classical FEM used to describe mechanical properties of materials do usually not take into account the material's inner structure, which reflects also the elastic and plastic anisotropy mentioned above. In order to ensure a meaningful integration of the *ab initio* predictions also at the macroscopic level, and thus, to use electron theory methods directly for product design, we have rendered classical FEM into an advanced FE approach that takes into account the detail of the crystallographic nature of the elastic and plastic deformation of metals (the crystal-plasticity Finite Element Method). However, this advantage is not sufficient of its own since most metallic products do not consist of a single crystal, but usually of many billions of these grains which are furthermore all oriented differently. In order to take this feature into account as well, we have developed a special variant of this new method. In this method, a macroscopic sample is mathematically broken down into groups of similarly oriented crystals for which the anisotropic properties (elastic and plastic) are mapped. This approach allows the user to predict, down to the finest detail, the behavior of multi-crystalline samples under elastic or plastic stress, and to use a macroscopic sample directly for design and mechanical optimization.

THE NEWLY DEVELOPED ALLOY BASED ON TITANIUM AND NIOBIUM ENSURES BETTER COMPATIBILITY BETWEEN THE HUMAN BONE AND THE IMPLANT. REGARDING THE ISOTROPY FINAL PROPERTIES FOR THE NEW ALLOYS ARE MUCH LESS DEPENDENT ON THE DETAILS OF THE SUBSEQUENT MANUFACTURING PROCESS.

This final stage of the new scale-bridging simulation strategy also reveals the special advantage of linking *ab initio* methods and macroscopic mechanical models in association with FEM solving methods: the *ab initio* prediction shows not only that, in the case of the titanium-niobium alloys, for example, the use of niobium really did considerably lower the sample's modulus of elasticity as compared to the conventional hexagonal alloys (so that it approached that of bone), but also that the anisotropy of the elasticity was reduced. In other words, this means that the newly developed alloy based on titanium and niobium, on the one hand, ensures better compatibility between the human bone and the implant and, on the other hand, that the anisotropy arising from the distribution of the crystalline orientations is markedly reduced with a better isotropy of the properties at the elementary lattice level. The latter property is particularly significant since in the metallurgical manufacturing of such materials complex distributions of orientation of the crystals are, as a rule, induced in a sample of this kind. Regarding the isotropy (the same behavior in all directions) the final properties for the new alloys proposed by us are much less dependent on the details of the subsequent manufacturing process.

Besides these scientific and technical benefits of combining *ab initio* simulations and finite element methods to bridge large-scale differences in material development, as proposed here, this approach has another important advantage that applies particularly in the biological materials area: the methods using electron theory only permit prediction of the stability of potential new alloys within the limitations of a very specific selection, i.e. biocompatible alloy elements. The use of *ab initio* approaches in this context also delivers a considerable gain in knowledge regarding the electronic effects of certain alloy elements and thus permits insight into the principles of material bonding theory.

PROSPECTS REGARDING ATTAINMENT OF KNOWLEDGE, TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND MARKET OPPORTUNITIES

The simulation strategy presented here for the first time permits significant, fundamentally new insight into the structure of materials and the resulting properties based, on the one hand, on the electronic origins of the material behavior on the atomic scale and, on the other hand, the interaction of these properties detected on the smallest level in a large macroscopic sample

made up of millions of crystals. This allows quantum mechanical approaches to be used directly for the first time in the most contemporary product design. Research as part of this strategy at electronic level currently focuses on electronic approximation of complicated transition metals (e.g. the treatment of electron correlation, magnetic phenomena or vibration entropy), and on the macroscopic level on the treatment of complex microstructures (multiphase structures) within the Finite Element solution process. Another extremely laborious aspect of our current work in this area is the experimental examination of predictions with different methods, such as the electron microscope, mechanical material testing, spectroscopy, X-ray diffraction and metallurgy.

The economic benefits of the procedure outlined here also merit attention. The development of new materials must nowadays not only be considered from the scientific and engineering point of view, but also adhere to strict chronologies and forecast reliability. Particularly fast, efficient and focused development of a material certainly increases market opportunities for companies in the near future with rapid patenting, optimization, presentation and launch of customer-oriented tailor-made material products. In this context, it is obvious that the classical metallurgical-mechanical approaches to material development based on trial and error and using traditional empirical thermodynamic methods are no longer sufficient. Just as in numerous other high technology areas, the market success of companies engaged in material development is increasingly determined by how strong the knowledge and science-based component of the approach is. In particular, the scale-bridging simulation method described here from quantum mechanics to FEM promises a substantially more focused approach than previously, as the *ab initio* method within the development phase permits a critical choice very early on between material solutions that promise success and those that do not and, furthermore, delivers the encouraging beginnings of structure-oriented optimization with the aid of FEM.

FAST, EFFICIENT AND FOCUSED DEVELOPMENT OF A MATERIAL CERTAINLY INCREASES MARKET OPPORTUNITIES FOR COMPANIES IN THE NEAR FUTURE WITH RAPID PATENTING, OPTIMIZATION, PRESENTATION AND LAUNCH OF CUSTOMER-ORIENTED TAILOR-MADE MATERIAL PRODUCTS.

ZUR PRIVATISIERUNG STAATLICHER TÄTIGKEITEN | ON THE PRIVATIZATION OF STATE ACTIVITIES

PROF. DR. MARTIN HELLWIG
MAX-PLANCK-INSTITUT ZUR ERFORSCHUNG VON GEMEINSCHAFTSGÜTERN, BONN

Zur Privatisierung staatlicher Tätigkeiten

Als ich in den siebziger Jahren in den USA studierte und arbeitete, empfand ich es als paradox, dass ein Telefongespräch von den USA nach Deutschland ungefähr halb so viel kostete wie ein Telefongespräch von Deutschland in die USA. In den USA hatte man es nach den damals in meiner Altersgruppe vorherrschenden Vorstellungen mit einem auf Ausbeutung erpichten privaten Kapitalisten zu tun, in Deutschland mit einer dem Gemeinwohl verpflichteten Behörde – und das Ergebnis war das Gegenteil dessen, was die Ideologie erwarten ließ.

Inzwischen hat sich einiges geändert. Die für Telekommunikation zuständige staatliche Behörde in Deutschland ist in ein Unternehmen umgewandelt und privatisiert worden. Auf beiden Seiten des Atlantiks sind die Märkte für Wettbewerb geöffnet worden. Das Gespräch über den Atlantik kostet nur einen Bruchteil von dem, was vor zwanzig Jahren zu bezahlen war – in beiden Richtungen!

Wenn dereinst ein Wirtschaftshistoriker über Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten arbeitet, wird er versucht sein, von einer Ära der Privatisierung zu reden. Der Privatisierung der „volkseigenen Betriebe“ in der früheren DDR folgte die Privatisierung von Telekom und Post. In der jüngeren Vergangenheit wurden etliche Krankenhäuser privatisiert, darunter die Universitätskliniken in Gießen und Marburg. Im vergangenen Jahr gaben die Vorhaben einer Privatisierung der Deutschen Bahn und der Deutschen Flugsicherung Anlass zur Diskussion.

Wie ist es zu dieser Entwicklung gekommen? Gibt es Grenzen der Privatisierung? Oder ist alles, was wir früher über die Rolle des Staates als Garant der Infrastruktur des Landes geglaubt haben, als überholt anzusehen und ad acta zu legen? Im folgenden Beitrag will ich einige für diese Fragen maßgebliche Aspekte aufzeigen. Der Beitrag stützt sich auf grundsätzliche theoretische Arbeiten und auf wirtschaftspolitische Arbeiten zu aktuellen Themen[1].

1. PRIVATISIERUNG – WARUM?

Am Anfang der Privatisierungswelle standen Mrs. Thatcher, die Wende von 1989/1990 und das graue Telefon mit einer Drehscheibe zum Wählen. Mrs. Thatchers Privatisierungsexperimente zeigten, dass der Börsengang öffentlicher Unternehmen Geld in die Staatskasse spült; bei nachhaltig knappen Kassen gab das auch Skeptikern zu denken. Die Wende hob ins Bewusstsein, dass es bei der Erstellung von Gütern und Dienstleistungen nicht nur Marktversagen, sondern auch Staatsversagen geben kann; die Privatisierung der früheren Staatswirtschaften gab Anlass, auch über die eigenen Staatsunternehmen nachzudenken.

Das graue Telefon mit Drehscheibe schließlich wurde zum Symbol für technologische Rückständigkeit. Während andernorts drahtlose Telefone mit Tastatur benutzt wurden, bestand die Deutsche Bundespost noch darauf, dass nur dieses graue Telefon benutzt würde, da alle anderen Apparate das Netz schädigen könnten. Deutschland schien die technische Revolution in der Telekommunikation zu verschlafen. Die Umwandlung von einem Behördenapparat in ein Unternehmen und die Öffnung der neuen Mobilfunktechnologie für den Wettbewerb sollten dieser Gefahr vorbeugen.

GIBT ES GRENZEN DER PRIVATISIERUNG? ODER IST ALLES, WAS WIR FRÜHER ÜBER DIE ROLLE DES STAATES ALS GARANT DER INFRASTRUKTUR DES LANDES GEGLAUBT HABEN, ALS ÜBERHOLT ANZUSEHEN UND AD ACTA ZU LEGEN?

Die hier angesprochenen Themen prägen die Diskussion bis heute. Die Umwandlung staatlicher Unternehmen und Behörden in private Unternehmen wird damit begründet, dass dadurch die öffentlichen Haushalte entlastet und Kosten gesenkt werden sowie die Qualität der Angebote verbessert wird. Finanzminister und Stadtkämmerer gehören zu den stärksten Befürwortern. Dabei denken sie nicht nur an die Privatisierungserlöse, sondern auch an die Elimination von Haushaltsrisiken.

Es mag paradox erscheinen, dass das, was der Finanzminister oder Stadtkämmerer als Haushaltsrisiko betrachtet, von einem privaten Investor als Gewinnchance angesehen wird, für deren Erwerb er bares Geld bezahlt. Das Paradox löst sich auf, wenn die Privatisierung eine bedeutende Effizienzsteigerung mit sich bringt. Die „Gelbe Post“ etwa erwirtschaftete in der Vergangenheit regelmäßig ein Defizit und macht heute mit denselben Tätigkeiten erhebliche Gewinne. Ähnliches gilt für den Betrieb der Bahn und für die privatisierten Krankenhäuser.

Spielräume für Effizienzsteigerungen bei der Privatisierung ergeben sich regelmäßig daraus, dass beim Staat die Personalkosten überhöht sind, Produktion und Vertrieb ineffizient organisiert sind und die Flexibilität zum Eingehen auf neue Entwicklungen und neue Kundenwünsche fehlt. Bei der Deutschen Bahn wie bei der Deutschen Post sind schon im Vorfeld des jeweiligen Börsengangs Arbeitsplätze in sechsstelliger Größenordnung abgebaut worden – bei insgesamt gleich bleibenden oder sogar wachsenden Leistungen. Dass dieser Arbeitsplatzabbau sozial verträglich gestaltet wurde, ist eine bemerkenswerte Leistung. Dass er überhaupt möglich war, wirft allerdings die Frage auf, warum die frühere Staatsbahn und Staatspost – im Westen wie im Osten – so viele Leute beschäftigten, die für die erstellten Leistungen gar nicht benötigt wurden.

Nach dieser Logik liegt der Nutzen der Privatisierung für die Volkswirtschaft insgesamt darin, dass private Unternehmen die Ressourcen an Arbeit und Kapital, die der Volkswirtschaft zur Verfügung stehen, sparsamer und zweckdienlicher einsetzen. Dadurch steigt ihre Produktivität. Das wiederum ermöglicht eine Verbesserung des Lebensstandards. Letztlich ist dies nichts anderes als das Argument, dass ein Marktsystem mit privaten Unternehmen gegenüber anderen Organisationsformen der Wirtschaft überlegen ist. Was aber ist aus all den Erwägungen geworden, die in der Vergangenheit dafür sorgten, dass man diese Aktivitäten nicht dem freien Spiel der Märkte überließ? Auf einige will ich im Folgenden eingehen.

IN DER VERGANGENHEIT BETRAF DAS MONOPOLPROBLEM NICHT NUR DAS JEWEILIGE NETZ, SONDERN AUCH DIE VERSCHIEDENEN DIENSTLEISTUNGEN, DIE AUF DEM NETZ ERBRACHT WERDEN.

2. DAS MONOPOLPROBLEM DER NETZINDUSTRIEN

Die großen Netze der Telekommunikation, der Energiewirtschaft und der Bahn werden gemeinhin als „natürliche Monopole“ betrachtet.[2] Es ist ökonomisch nicht sinnvoll, diese Netze mehr als einmal zu erstellen. Die Inhaber dieser Netze haben daher Monopolmacht. In der Vergangenheit wurde staatliche Zuständigkeit für diese Sektoren u. a. mit dem Schutz der Verbraucher vor dieser Monopolmacht begründet. Weitere Gründe ergaben sich aus Machtinteressen, etwa dem Interesse des Militärs am Fernmeldewesen und der Eisenbahn, sowie dem Wunsch, die Gleichmäßigkeit der Versorgung im ganzen Land sicherzustellen.

Das Monopolproblem besteht nach wie vor. In einzelnen Netzindustrien ist es kleiner geworden, weil die Nutzer auf andere Netze ausweichen können. So hat das Vordringen des Mobilfunks die auf dem Festnetz beruhende Monopolmacht deutlich eingeschränkt. Die auf das Eisenbahnnetz gegründete Macht wird durch den intermodalen Wettbewerb, d.h. die Möglichkeit eines Ausweichens auf die Straße oder den Luftverkehr, beschränkt. Bei der Energiewirtschaft dagegen sind die Verteilungsnetze der lokalen und regionalen Strom- und Gasversorger nach wie vor die Grundlage für erhebliche Monopolmacht, desgleichen die Übertragungs- und Transportnetze der Verbundunternehmen der Stromwirtschaft und der Ferngasunternehmen.

In der Vergangenheit betraf das Monopolproblem nicht nur das jeweilige Netz, sondern auch die verschiedenen Dienstleistungen, die auf dem Netz erbracht werden – Telefongespräche, Strom- und Gaslieferungen, Eisenbahnfahrten. Bei diesen Dienstleistungen jedoch handelt es sich nicht um natürliche Monopole. Es gibt keinen Grund dafür, dass sie nur von einem Unternehmen angeboten werden, außer dem, dass der Inhaber des Netzes es möglicherweise ablehnt, anderen Unternehmen die Nutzung des Netzes zu ermöglichen. Letzteres war in der Vergangenheit üblich, teilweise sogar durch staatliche Vorschriften zum Schutz vertikal integrierter Monopole geschützt.

Die Erfahrungen der USA und Großbritanniens haben jedoch gezeigt, dass der Wettbewerb anderer Unternehmen bei diesen Dienstleistungen die Marktergebnisse für die Kunden deutlich verbessert, für niedrigere Preise und bessere Qualität sorgt. Die Neuordnung der Netzindustrien seit Mitte der 1990er-Jahre sieht daher vor, dass der Netzinhaber jeweils anderen Unternehmen die Möglichkeit gibt, eigene Dienstleistungen anzubieten und zu diesem Zweck das Netz zu benutzen.

In Deutschland war dieses Modell im Bereich der Telekommunikation ein großer Erfolg. Die Liberalisierung dieser Märkte hat die Preise purzeln lassen, und die Lebensqualität derer, die auf Telekommunikation angewiesen sind, spürbar erhöht. In der Energiewirtschaft dagegen kam es nur kurzfristig zu Strompreissenkungen, mittelfristig jedoch zu erhöhter Konzentration und zu Preiserhöhungen, zuerst bei den Netzentgelten, ab 2001 auch beim Strom selbst.[3]

Der Unterschied zwischen beiden Sektoren ist vor allem damit zu erklären, dass das Netzzugangsregime bei der Telekommunikation von Anfang an gesetzlich klar fixiert war und die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post unmittelbar die Kontrolle über die Zugangspreise hatte. Bei der Energiewirtschaft fehlte diese Regulierung bis 2005. Bis dahin konnten die Netzinhaber überhöhte Netznutzungsentgelte verwenden, um Wettbewerb bei der Lieferung von Strom auf ein Minimum zu reduzieren.

Bei einem Vergleich verschiedener Länder ist festzustellen, dass die Auflösung der Monopole bei Dienstleistungen, die die Netze benutzen, vor allem dort gelungen ist, wo Netze und Dienstleistungen materiell voneinander getrennt wurden. Der jeweilige Netzinhaber hat dann keinen Anreiz, seine Macht über das Netz zu benutzen, um andere Unternehmen zu behindern und so sein Monopol vom Netz auf die Dienstleistungen auszudehnen. Aufgrund dieses Befundes hatte die Monopolkommission 2002 vorgeschlagen, bei der Deutschen Bahn AG für eine materielle Trennung von Netz und Betrieb zu sorgen. Da die Deutsche Bahn AG noch zu 100% im Eigentum des Staates ist, käme eine solche Auflage nicht in Konflikt mit dem verfassungsrechtlichen Schutz des privaten Eigentums. In der Energiewirtschaft, für die ein entsprechender Vorschlag kürzlich von der Europäischen Kommission gemacht wurde, sind die Unternehmen zu erheblichen Teilen in privater Hand. Hier gäbe es verfassungsrechtliche Einwände gegen eine staatlich verordnete Trennung von Netz und Betrieb.

Zusammenfassend ist festzuhalten: Das Monopolproblem der Netzindustrien besteht nach wie vor. Man hofft, es zu kontrollieren, indem man die Öffnung der Netze für andere Unternehmen erzwingt. Das setzt eine funktionsfähige Zugangsregulierung voraus. Die Zugangsregulierung muss insbesondere auch die Zugangsentgelte erfassen und Überhöhungen verhindern. Darüber hinaus muss sie versuchen, etwaige Behinderungen auf der Ebene der Qualität, Pünktlichkeit und Verlässlichkeit der Zugangsleistungen so weit wie möglich auszuschalten.

3. NETZE ALS GEMEINSCHAFTSGÜTER

Wann aber sind die Zugangsentgelte für Netze überhöht? Die Kontrolle von Preisen durch eine Behörde wirft rechtliche und konzeptionelle Schwierigkeiten auf. Die Verpflichtung, anderen Unternehmen zu einem behördlich kontrollierten Preis den Zugang zum Netz zu gewähren, beruht auf der Vorstellung, dass das Netz auch nach der Privatisierung noch als Gemeinschaftsgut zu betrachten ist. Wie verträgt sich das mit dem verfassungsmäßigen Schutz des Privateigentums? Wie kann man sicherstellen, dass die privatwirtschaftlich arbeitenden Netzunternehmen noch einen Anreiz haben, in ihre Netze zu investieren? Welche Verzinsung benötigen sie dafür?

Die vorstehenden Fragen klingen kompliziert, sind aber zumindest konzeptionell weitgehend gelöst. Konzeptionell nicht gelöst sind demgegenüber die Fragen, die sich ergeben, wenn das betreffende Netz sich privatwirtschaftlich gar nicht tragen kann, sondern auf Zuschüsse aus dem allgemeinen Staatshaushalt angewiesen ist.

DIE AUFLÖSUNG DER MONOPOLE BEI DIENSTLEISTUNGEN, DIE DIE NETZE BENUTZEN, IST VOR ALLEM DORT GELUNGEN, WO NETZE UND DIENSTLEISTUNGEN MATERIELL VONEINANDER GETRENNT WURDEN.

Dieser Fall liegt bei der Eisenbahn vor. Während die Netze der Telekommunikation und der Energiewirtschaft aus den Entgelten für die Netznutzung finanziert werden, ist das Netz der Bahn auf staatliche Zuschüsse angewiesen. Erhöhungen der Entgelte für die Netzleistungen bzw. die mit dem Netz erbrachten Transportleistungen würden den Verkehr noch weiter von der Schiene auf die Straße oder in die Luft bringen. Der Eisenbahnverkehr würde dramatisch eingeschränkt. Ob das System Bahn sich danach finanziell tragen könnte, sei dahingestellt. Es würde jedenfalls nicht mehr dem entsprechen, was das Gemeinwesen will.

Nach Art. 87e des Grundgesetzes gewährleistet der Bund, dass beim Ausbau und Erhalt des Schienennetzes der Bahn dem Wohl der Allgemeinheit Rechnung getragen wird. Aufgrund dieser Gewährleistungspflicht leistet der Bund jährliche Baukostenzuschüsse für das Netz der Bahn. In elf Jahren nach der Bahnreform von 1994 beliefen sich diese auf insgesamt 38,4 Mrd. EUR; für die Zukunft ist ein Betrag von jährlich 2,5 Mrd. EUR vorgesehen.[4] Ohne diese Zuschüsse wären die Eigenkapitalrenditen der Deutschen Bahn AG regelmäßig negativ. An einen Börsengang wäre nicht zu denken.

Die Vorstellung, dass die Deutsche Bahn AG in nicht allzu ferner Zukunft in der Lage sein sollte, als integriertes Unternehmen mit Netz und Betrieb zusammen die von privaten Investoren erwarteten positiven Eigenkapitalrenditen zu erwirtschaften, setzt voraus, dass die Baukostenzuschüsse des Bundes weiter verlässlich fließen. Bei einem Börsengang des integrierten Unternehmens würde man also den privaten Investoren die Aussicht auf zukünftige Bundessubventionen verkaufen. Darauf werden sie sich nur einlassen, wenn diese Subventionen vertraglich oder gesetzlich so fixiert sind, dass der Bund nach dem Börsengang keine Möglichkeit mehr hat, von dieser Verpflichtung loszukommen.

Wie aber werden diese Mittel verwandt? Nach dem Verfassungsauftrag soll ihre Verwendung dem Wohle der Allgemeinheit dienen. Das Unternehmen Deutsche Bahn AG hat als Wirtschaftsunternehmen eigene Interessen. Von Seiten des Unternehmens wird gefordert, allein auf die betrieblichen Erfordernisse abzustellen. Dabei wird verdrängt, dass die Zuschüsse des Bundes vom Steuerzahler kommen, der dafür ein Eingehen auf Belange der Allgemeinheit erwartet. Man kann darüber streiten, in welchem Ausmaß der Staat etwa für regionalpolitische Belange bei der Trassenführung Geld ausgeben sollte. Wenn der Staat allerdings Geld ausgibt, sollte er auch die Möglichkeit haben, bei der Verwendung der Mittel mitzureden und die Interessen der Allgemeinheit zur Geltung zu bringen. Hierin liegt ein unlösbarer Konflikt. Wenn der Bund bei der Verwendung der Baukostenzuschüsse mitredet, kann er auch bestimmte Mittelverwendungen verweigern. Dann aber ist die Verlässlichkeit der Mittel insgesamt infrage gestellt.

DER VERSUCH EINER PRIVATISIERUNG OHNE ENTLASSUNG DES STAATES AUS DER FINANZIELLEN VERANTWORTUNG LÄUFT AUF EINE QUADRATUR DES KREISES HINAUS.

Die Befürworter eines integrierten Börsengangs schlagen vor, die Höhe der Baukostenzuschüsse und ihre Verwendung durch eine auf zehn Jahre angelegte Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung festzulegen. Wenn eine solche Vereinbarung alles regeln könnte, was zu regeln ist, so würde sich die weitere Diskussion erübrigen. Tatsächlich aber können Verträge nie alles regeln. Es gibt immer wieder Entwicklungen, die zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses nicht vorherzusehen waren und für die deshalb keine vertraglichen Vorkehrungen getroffen sind. Dann kommt es darauf an, wer für die anfallenden Entscheidungen zuständig ist. Im Normalfall ist dies der Eigentümer – diese Rollenzuweisung ist eine Funktion des Rechtsinstituts Eigentum. Für die anderen Beteiligten liegt darin eine Gefahr. Sie können versuchen, dieses Governance-Problem durch vertragliche Mitspracherechte zu lösen. Das Risiko opportunistischen Verhaltens würde damit aber nur von einer Vertragspartei auf die andere verlagert.

Der hier angesprochene Konflikt ist paradigmatisch für das Vorhaben der Privatisierung von Gemeinschaftsgütern, die sich wirtschaftlich nicht selbst tragen. Privatisierung bedeutet Eigentumsübertragung an Personen oder Unternehmen, die ihre eigenen Interessen verfolgen. Damit ist normalerweise auch ein Übergang der wirtschaftlichen Verantwortung und der Haftung verbunden. Wenn der Staat aber nach wie vor für die Kosten einsteht, bleibt der Haftungsübergang Stückwerk. Der Versuch einer Privatisierung ohne Entlassung des Staates aus der finanziellen Verantwortung läuft auf eine Quadratur des Kreises hinaus.

4. INTERESSENKONFLIKTE DES STAATES

Die Privatisierung der Netzindustrien bringt noch weitere Governance-Probleme mit sich: Der Staat tritt in vielfältigen Funktionen auf. Zunächst obliegt ihm die Zugangsregulierung als hoheitliche Aufgabe. Bei der Bahn obliegt ihm ferner die Verantwortung für das Netz. Soweit er noch Aktien des betreffenden Unternehmens hält, steht er mit in der Verantwortung für den privatwirtschaftlichen Erfolg. Schließlich tritt er auch als Kunde auf, so etwa, wenn die Länder mit Bestellerentgelten bestimmte Zugverkehre für den Schienenpersonennahverkehr einkaufen.

Die Vielfalt der Funktionen schafft etliche Interessenkonflikte. Der Verantwortung für Zugangsregulierung als Grundlage funktionsfähigen Wettbewerbs in den nachgelagerten Märkten steht das Interesse des Aktionärs an Gewinnen des Monopolunternehmens gegenüber. Dem Gewinninteresse des Aktionärs steht das Interesse des Kunden an günstigen Angeboten gegenüber. Dem Gewinninteresse des Aktionärs steht auch das Interesse des Finanzministers an einer Beschränkung der Baukostenzuschüsse gegenüber. Die angesprochenen Konflik-

te lösen sich weitgehend auf, wenn sich das Unternehmen insgesamt wirtschaftlich trägt und ohne weitere Beteiligung des Staates vollständig privatisiert wird. Dann bleibt nur die Regulierung als Staatsaufgabe. Diese ist schwierig genug, ist aber für sich genommen nicht mit Interessenkonflikten belastet.

Anders sieht es aus, wenn das Unternehmen insgesamt sich nicht trägt und der Staat nach wie vor in der Verantwortung für das Netz als Gemeinschaftsgut steht. Im Fall der Bahn sieht das Grundgesetz vor, dass der Bund mindestens 51% des Unternehmens, dem das Netz gehört, behalten muss. Mit dieser Kontrollmehrheit hat er einerseits seiner Verantwortung für die Infrastruktur nachzukommen, andererseits die aktienrechtlichen Pflichten eines Mehrheitsaktionärs zu erfüllen. Die Doppelfunktion als Wahrer des öffentlichen Interesses und als Organ einer börsennotierten Aktiengesellschaft verwischt Zuständigkeiten und erschwert die Zurechnung von Verantwortung. Die privaten Investoren müssen befürchten, dass der Bund mit seiner Mehrheit Entscheidungen durchsetzt, die sie belasten, z.B. Dividendenausschüttungen ablehnt, um Mittel einzubehalten und in die Bahninfrastruktur investieren zu lassen. Dieser Interessenkonflikt wäre nur zu vermeiden, wenn Transportgeschäft und Netz vollständig getrennt würden und der Bund seine Anteile am Transportgeschäft vollständig veräußerte.

Ein anderer Interessenkonflikt wäre allerdings auch dann nicht zu vermeiden. Da das Netz der Bahn teilweise durch Zuschüsse des Bundes finanziert wird, kann man bei der Festlegung der Zugangsentgelte nicht so vorgehen wie bei den anderen Netzindustrien und sich einfach an den Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung orientieren. Die Vorstellung, die Trassenpreise sollten eine risikoadäquate Verzinsung des eingesetzten Kapitals ermöglichen, stände im Widerspruch zu dem Befund, dass Bundessubventionen erforderlich sind. Hier kommt es zu einem Konflikt zwischen dem Anliegen, durch niedrigere Trassenpreise für mehr Wettbewerb und mehr Effizienz in der Nutzung der Infrastruktur zu sorgen, und dem Anliegen, durch hohe Trassenpreise den Subventionsbedarf für das Netz zu begrenzen.[5]

DIE GEMEINSCHAFTSANLIEGEN, DIE URSPRÜNGLICH ZUR ÜBERNAHME IN STAATLICHE HAND GESORGT HABEN, SIND NACH WIE VOR RELEVANT. EINE VERNACHLÄSSIGUNG DIESER GEMEINSCHAFTSANLIEGEN BIRGT DAS POTENZIAL FÜR ZUKÜNFTIGE FEHLENTWICKLUNGEN.

Die Privatisierung staatlicher Aufgaben sorgt regelmäßig dafür, dass der erforderliche Aufwand drastisch gesenkt wird. Die Gemeinschaftsanliegen, die ursprünglich zur Übernahme in staatliche Hand gesorgt haben, sind aber nach wie vor relevant. Eine Vernachlässigung dieser Gemeinschaftsanliegen birgt das Potenzial für zukünftige Fehlentwicklungen. Für Wissenschaft und Politik gilt es, Governance-Mechanismen zu finden, die dafür sorgen, dass einerseits die betreffenden Aufgaben effizient durchgeführt werden, andererseits den Gemeinschaftsanliegen Rechnung getragen wird.

LITERATUR
M.F. Hellwig, The Provision and Pricing of Excludable Public Goods, Ramsey-Boiteux Pricing versus Bundling, Journal of Public Economics 91 (2007), 511-540.
M.F. Hellwig, Stellungnahme bei der Öffentlichen Anhörung des Ausschusses für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung des Deutschen Bundestages zur Privatisierung der Deutschen Bahn AG am 10. Mai 2006.

1] Ein Überblick findet sich unter http://www.coll.mpg.de/pdf_dat/ReportCI.pdf und http://www.coll.mpg.de/pdf_dat/ReportCIII.pdf.
2] Ob das Zustellnetz der Post genauso einzuordnen ist wie die hier genannten physischen Netze, ist umstritten.
3] Die Strompreiserhöhungen von 2001 bis 2003 sind wohl überwiegend auf die gestiegene Konzentration zurückzuführen, die seitherigen Strompreiserhöhungen überwiegend auf die Erhöhung der Primärenergiepreise und die Einführung der CO_2-Zertifikate.
4] Zum Vergleich: Der Umsatz der Deutschen Bahn AG lag ohne die Akquisitionen von nicht schienengebundenen Logistikunternehmen durchweg in einer Größenordnung von 15 Mrd. EUR; die Geschäftsergebnisse jeweils im dreistelligen Millionenbereich.
5] Allerdings kommen niedrige Trassenpreise auch den öffentlichen Haushalten zugute, denn eine Zunahme des Wettbewerbs auf der Schiene senkt die Kosten, die die Länder für Bestellungen beim Personennahverkehr aufbringen müssen.

PROF. DR. MARTIN HELLWIG,
MAX PLANCK INSTITUTE FOR RESEARCH ON COLLECTIVE GOODS, BONN

On the Privatization of State Activities

In the seventies when I studied and worked in the USA, I found it something of a paradox that a telephone call from the USA to Germany costs only around half as much as a call from Germany to the US. In the prevailing opinion shared by my age group in those days, the service in the USA was provided by private sector capitalists bent on exploitation, whereas that in Germany of a public-sector authority committed to the common good. Yet the outcome was the opposite of what this ideology might lead one to suppose.

In the meantime, things have changed. The government body responsible for telecommunications in Germany has been privatized and become a business undertaking. The markets on both sides of the Atlantic have been opened up to competition. And a transatlantic call now costs a fraction of what it did twenty years ago – in both directions!

ARE THERE LIMITS TO PRIVATIZATION? OR IS EVERYTHING WE ONCE BELIEVED ABOUT THE ROLE OF THE STATE AS GUARANTOR OF OUR NATIONAL INFRASTRUCTURE NOW TO BE REGARDED AS OUT-DATED AND DONE WITH?

When the time comes to write a history of the German economy in recent decades, the author will be sorely tempted to describe the period as an era of privatization. The privatization of the "volkseigene Betriebe", the "People's Own" undertakings in the former East Germany, was followed by privatization of German Telekom and postal services. In the more recent past, numbers of hospitals have been privatized, among them the University Clinics in Gießen and Marburg. And last year there was talk of privatizing the railways (Deutsche Bahn) and even air traffic control (Deutsche Flugsicherung).

How did we get this far? Are there limits to privatization? Or is everything we once believed about the role of the state as guarantor of our national infrastructure now to be regarded as outdated and done with? In the following essay I propose to highlight some of the principal aspects surrounding these questions. The essay is based upon purely theoretical work, as well as on economic policy studies of current issues.

1. PRIVATIZATION – WHY?

The wave of privatization first began to swell in the days of Margaret Thatcher, the political watershed of 1989/1990 and the grey telephone with a disk for dialing. Mrs. Thatcher's experiments with privatization proved that floating public-sector businesses on the stock market brought a flood of cash into government coffers. And with money in permanently short supply, even the sceptics had food for thought. The Wende, or turning point – the fall of the Iron Curtain and the subsequent reunification of Germany – created awareness that the production of goods and services is potentially exposed not only to market failures, but also to failures of the state. The privatization of the former East German state economy gave cause to think about Western state undertakings too.

The grey telephone with a dial disk ultimately became a symbol of technological underdevelopment. While elsewhere cordless phones with keypads were in common use, the Deutsche Bundespost insisted that only these grey phones should be used. Anything else might harm the network. It seemed as if Germany would sleep through the technical revolution in telecommunications. The changeover from a bureaucracy to a business enterprise and the advent of new mobile telephony open to competition were intended to avert this danger.

The issues here first addressed are the subject of discussion to this day. The conversion of state undertakings and authorities into private enterprises is justified by the statement that privatization spares the public purse: costs are cut and the quality of service improved. Finance ministers and city treasurers are among the staunchest proponents, their thoughts extending beyond the proceeds of privatization to the elimination of budgetary risk.

It may seem paradoxical that what finance ministers and city treasurers perceive as a risk to their budgets should be regarded by private investors as a profit-making opportunity for which they are willing to pay hard cash. The paradox resolves itself when privatization is accompanied by a significant increase in efficiency. In the past, for example, the German post office regularly reported a deficit. Now it does the same job at a substantial profit. The same applies to railways and privatized hospitals.

Scope for post-privatization increases in efficiency is regularly to be found in the fact that under state control, personnel costs are excessive, production and sales are inefficiently organized and the flexibility to respond to new developments and new

customer requirements is lacking. In the case of both the railways (Deutsche Bahn) and the post office (Deutsche Post), even prior to flotation the job cuts ran into six digits – while services remained the same or were even expanded. To structure this personnel downsizing in a socially acceptable manner was a remarkable achievement. On the other hand, the very fact that it was possible raises the question of why the state-owned railways and post offices – in the West and in the East – employed so many people who were not needed for the services provided.

Following this logic, the benefit of privatization to the national economy lies in the fact that private enterprises make more economical and expedient use of the labor and capital resources which the economy has available to it. As a result, their productivity increases, which, in turn, facilitates an improvement in living standards. This is ultimately nothing other than an argument that a market system of private enterprise is superior to other economic organizational forms. What, however, has become of all the past concerns, which once ensured that such activities were not exposed to the whims of the marketplace? I shall look more closely at some of these concerns in the following.

2. THE MONOPOLY PROBLEM OF NETWORK INDUSTRIES

The huge telecommunications, energy distribution and railway networks are generally regarded as "natural monopolies". It does not make economic sense to create such networks more than once. The proprietors of these networks therefore have monopoly powers. In the past, the need to protect consumers from such monopolies was cited in justification for state control over these sectors. Other interests also played a role, such as that of the military in telecommunications and the railways, as well as the desire to ensure a nationwide equality of service.

The monopoly problem still persists. In individual industries it has been reduced now, so that users can avail themselves of alternate networks. For example, the penetration of mobile telephony has markedly offset the monopoly position of the fixed network. The position of power enjoyed by the railways is limited by intermodal competition, that is to say, the alternate choice of road or rail transport. In the energy sector, however, the distribution networks of local and regional electricity and gas suppliers still provide a basis for substantial monopolistic power, as do the transmission and transport networks of the power generators and gas importers/distributors.

In the past, the monopoly problem applied not just to the network, but also to the various services provided via that network – telephone calls, power and gas supplies, rail travel and transport. However, these services are not natural monopolies. There is no reason why they should be offered by one company only, except where the owner of the network refuses to allow others to use it. The latter situation was once commonplace and, to some extent, even upheld by state regulation in protection of vertically integrated monopolies.

IN THE PAST, THE MONOPOLY PROBLEM APPLIED NOT JUST TO THE NETWORK, BUT ALSO TO THE VARIOUS SERVICES PROVIDED VIA THAT NETWORK.

However the experiences of the USA and Great Britain have shown that competition from other companies in the provision of these services markedly improves the market situation for customers, ensuring lower prices and better quality. The reorientation of network industries since the mid 1990s therefore foresees network owners affording other companies the opportunity to offer services of their own and to use the network for that purpose.

In Germany this model has been a great success in the field of telecommunications. The deregulation of these markets has caused prices to tumble and has noticeably improved the quality of life for those who are reliant on telecoms. In the energy sector, however, electricity price cuts were only short-lived. In the medium term, there has been further concentration and price hikes, first in network charges and then from 2001 in power costs as well.

The difference between the two sectors can above all be explained by the fact that access to the telecommunications network was, from the very beginning, clearly defined by law; in addition, the regulatory authority responsible for telecommunication and postal services had direct control over access charges. In the energy sector such regulation was lacking until

2005. Until then network owners were able to use inflated charges for the use of the network to minimize competition in the provision of electricity supplies.

A comparison between different countries reveals that unwinding the monopoly positions of service providers who use these networks has been successful mainly where networks and services are materially separated from one another. There is then no incentive for network owners to use their hold over the network to obstruct other companies and thereby extend their monopoly from the network to the provision of services. Based on these findings, the German Monopolies Commission proposed in 2002 that, in the case of Deutsche Bahn AG, there should be a material separation between the rail network and railway operations. Since Deutsche Bahn AG is still wholly owned by the state, such a requirement would not conflict with the protection of private property enshrined in the German Constitution; whereas in the energy sector, for which a similar proposal was recently mooted by the European Commission, the companies are to a substantial extent in private ownership. A state-imposed separation between networks and operation would therefore meet with constitutional objections.

To summarize, the monopoly problem with network industries still persists. There are hopes that it can be controlled by compelling networks to be opened up to other companies. This, in turn, presupposes effective regulatory control over access. In particular, such regulatory control must extend to access charges and prevent overcharging. Moreover, the regulator must attempt, as far as possible, to exclude hindrances at the level of quality, timeliness and the reliability of access services.

UNWINDING THE MONOPOLY POSITIONS OF SERVICE PROVIDERS WHO USE THESE NETWORKS HAS BEEN SUCCESSFUL MAINLY WHERE NETWORKS AND SERVICES ARE MATERIALLY SEPARATED FROM ONE ANOTHER.

3. NETWORKS AS COLLECTIVE GOODS

On the other hand, just when are network access charges excessive? Regulatory pricing control raises legal, as well as conceptual problems. The obligation to grant other companies access to a network at officially controlled prices presupposes that even after privatization the network is to be regarded as common property. In how far is that compatible with the protection of private property assured by the constitution? How can it be ensured that private-enterprise network companies still have an incentive to invest in their networks? What rate of return do they require for doing so?

The above questions sound complicated, but in conceptual terms at least they have largely been answered. On the other hand, there are as yet no conceptual solutions to the questions that arise when a network cannot be funded through private enterprise, but is instead dependent on subsidies from the public purse.

Such is the case with the railways. Whereas telecommunications and energy distribution networks are financed out of the proceeds for the use of the network, the rail network is reliant on state subsidies. Increasing the charges for network services, that is to say, for the transport services provided via the network, would simply drive even more traffic off the rails and onto the roads or into the air. Rail traffic would be dramatically curtailed. Whether the rail system would thereafter be financially self-supporting is an open question. Certainly, it would no longer correspond with what the wider community expects of it. In accordance with Article 87e of the German constitution, the federal government must guarantee that the development and maintenance of the rail network takes due account of the welfare of the general public. In fulfilment of this duty, the Federal government each year pays subsidies to the railway to fund network construction costs. In the eleven years following the reform of the railways in 1994, these subsidies totaled some EUR 38.4 billion. For the future, an annual sum has been earmarked in the amount of EUR 2.5 billion. Without these subsidies, the Deutsche Bahn AG would regularly find itself reporting a negative return on equity. Selling off the business on the stock market would be unthinkable.

The view that, in the not too distant future, the Deutsche Bahn AG ought to be in a position as an integrated undertaking comprising both network and operations to generate the positive return on equity expected by private investors presupposes that the company can depend on Federal government subsidies continuing to flow. In other words, bringing the integrated

business to the stock market would mean selling private investors an assurance of future government cash. That assurance is only likely to be accepted provided that the subsidies are fixed by contract or by law in such a way that there is no chance of the government ridding itself of this obligation post-flotation.

Just how are these funds spent? Under the terms of the constitution, they should be used in the service of the general public. However, as a business enterprise, the Deutsche Bahn AG has interests of its own to serve. Therefore, there are demands on the part of the company that operational exigencies should be sole criterion, which brushes aside the fact these government subsidies originate from tax payers who expect in return that the general public's needs should be accommodated. One may dispute the extent to which the state should hand out money, for example to accommodate regional policy concerns over the alignment of new rail routes. However, when the state dispenses cash, it should also be given the opportunity to have a voice in how the money is spent and to assert the interests of the wider community. This leads to an irreconcilable conflict. If the Federal government has a say in how its construction cost subsidies are spent, it can also put a block on certain uses for these funds. In which case there is a question mark over the dependability of funding in general.

Advocates of an integrated flotation suggest that the level of construction cost subsidies and the use thereof should be defined in a ten-year service level and financing agreement. If it were possible, in such an agreement, to settle everything that has to be settled, further discussion would be redundant. However, the fact is, contracts never settle everything. Time and again developments occur that were unforeseeable when the contract was signed, and for which no contractual provision has therefore been made. It is then a question of who is responsible for the decisions to be taken. Normally, this would be the owner – this role assignment is a function of the legal institution of ownership. For the other parties involved, this presents a risk. They can try to resolve this governance problem by exercising their contractual rights of codetermination. However, this would simply transfer the risk of opportunistic behaviour from one contracting party to another.

This conflict epitomizes the privatization of collective goods which are not economically self-supporting. Privatization means the transfer of ownership to persons or business undertakings that pursue their own interests. This normally also entails the transfer of economic responsibility and liability. If, however, the state continues to answer for the costs, the transfer of liability remains piecemeal. Attempting to effect privatization without relieving the state of its financial responsibility is like trying to square the circle.

ATTEMPTING TO EFFECT PRIVATIZATION WITHOUT RELIEVING THE STATE OF ITS FINANCIAL RESPONSIBILITY IS LIKE TRYING TO SQUARE THE CIRCLE.

4. CONFLICTS OF INTEREST ON THE PART OF THE STATE

The privatization of network industries raises other problems of governance as well: the state plays many roles. Firstly, it is the sovereign duty of the state to regulate access. In the case of the railways, the state is also responsible for the network. Where the state retains shares in the relevant undertaking, it has a joint stake in the success of the private enterprise. And lastly, the state is also a customer, as for example when the Federal states "buy in" specific rail services to-order to provide local passenger transport.

This variety of roles creates a number of conflicts of interest. Responsibility for regulating access as a basis for effective competition in downstream markets contrasts sharply with the interest of the state as shareholder in the profits of the monopoly undertaking. Whereas the profit-oriented interest of the shareholder contrasts with the customer's interest in low-cost services. Likewise, the shareholder's interest also contrasts with the interest of the finance minister in restricting subsidies. These conflicts are largely resolved when the undertaking overall is financially self-supporting and is privatized entirely with no further state participation. The state is then left solely with the task of regulation. This is difficult enough, but is not in itself encumbered by conflicts of interest.

Things look different when the undertaking is not self-supporting and the state retains responsibility for the network as common property. In the case of the railways, the German Constitution requires the Federal government to retain a minimum 51 % of the undertaking that owns the network. Given this controlling majority, the state must, on the one hand, fulfil

its responsibility for the infrastructure, and, on the other, comply with the duties of a majority shareholder as defined in company law. This dual function as guardian of the public interest and governing body of a listed company blurs the demarcation of competences and makes it all the harder to attribute responsibility. Private investors are bound to fear that the government will use its majority to enforce decisions at their expense, for example by blocking dividends, in order to keep back funds for investment in the railway infrastructure. This conflict of interest could be avoided only if the transportation business and the network were to be completely separate and the government were to sell its interest in the transportation side.

On the other hand, another conflict of interest would then be unavoidable. Since the rail network is partially financed through government subsidies, access charges cannot be fixed as in the case of other network industries simply by considering the cost of the efficient provision of service. The idea that track prices should present an adequate return on capital employed in consideration of risk would conflict with the fact that government subsidies are needed. The concern that lower track prices should lead to greater competition and more efficient use of the infrastructure contrasts starkly with the desire to limit the need for network subsidies by keeping track prices high.

THE COMMON CONCERNS THAT ORIGINALLY LED TO THE STATE ASSUMING THESE TASKS STILL REMAIN RELEVANT. TO NEGLECT THESE COMMON CONCERNS ENTAILS THE POTENTIAL RISK OF FUTURE ABERRATION.

The privatization of activities once incumbent on the state regularly leads to drastic reductions in requisite costs. However, the common concerns that originally led to the state assuming these tasks still remain relevant. To neglect these common concerns entails the potential risk of future aberration. For scientists and politicians alike, it is a question of finding governance mechanisms which will ensure that the relevant tasks are efficiently performed while still taking due account of the concerns of the wider community.

LITERATURE

M.F. Hellwig, The Provision and Pricing of Excludable Public Goods, Ramsey-Boiteux Pricing versus Bundling, Journal of Public Economics 91 (2007), 511 – 540.

M.F. Hellwig, Stellungnahme bei der Öffentlichen Anhörung des Ausschusses für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung des Deutschen Bundestages zur Privatisierung der Deutschen Bahn AG am 10. Mai 2006. [Commentary on the public hearing of the Bundestag Committee on Transport, Building and Housing into the privatization of Deutsche Bahn AG on May 10, 2006]

1] For a general overview see: http://www.coll.mpg.de/pdf_dat/ReportCI.pdf and http://www.coll.mpg.de/pdf_dat/ReportCIII.pdf

2] It remains controversial whether the delivery network of the post is to be classified in the same way as the physical networks mentioned here.

3] The raising of electricity tariffs from 2001 to 2003 can mainly be attributed to an increased concentration, whereas the raised electricity tariffs since then are caused by the raising of the prices for primary energy and the introduction of CO_2 certificates.

4] For comparison: The turnover of the Deutsche Bahn AG lay on a scale of 15 Bn. EUR without acquisitions of non-rail-logistic enterprises; the commercial results in each case lay within the 3-figure million area.

5] Yet, public house holds also benefit from low route prices because an increased competition in the railway business lowers the costs, which the Federal states invest in passenger transport.

Kolloidkristalle, MPI für Polymerforschung, Mainz

INTERNATIONAL | INTERNATIONAL

Partnergruppen
Partner Groups

Partnergruppen sind ein Instrument zur gemeinsamen Förderung von Nachwuchswissenschaftlern mit solchen Ländern, die an einer Stärkung ihrer Forschung durch internationale Kooperationen interessiert sind. Sie können mit einem Institut im Ausland eingerichtet werden, wenn ein exzellenter Nachwuchswissenschaftler oder eine exzellente Nachwuchswissenschaftlerin (Postdoc) im Anschluss an einen Forschungsaufenthalt an einem Max-Planck-Institut wieder an ein leistungsfähiges und angemessen ausgestattetes Labor seines/ihres Herkunftslandes zurückkehrt und an einem Forschungsthema weiter forscht, welches auch im Interesse des vorher gastgebenden Max-Planck-Instituts steht.

Partner Groups can be established in cooperation with an institute abroad. Following a research visit to a Max Planck Institute, an outstanding junior scientist (postdoc) returns to a well-equipped high-capacity laboratory in his home country and continues his research on a research topic that is also of interest to the previous host Max Planck Institute.

LAND COUNTRY	INSTITUT INSTITUTE	PARTNERGRUPPE PARTNERGROUP
ARGENTINIEN ARGENTINIA	**MPI für biophysikalische Chemie** Dr. Thomas Jovin	**Universidad Buenos Aires** Dr. Elizabeth Jares-Erijman
	MPI für biophysikalische Chemie Prof. Dr. Jürgen Troe	**Universidad Nacional de La Plata** Dr. Carlos Jorge Cobos
	MPI für biophysikalische Chemie Prof. Dr. Reinhard Lührmann	**CREG, La Plata** Dr. Rolando Rivera Pomar
	MPI für biophysikalische Chemie Prof. Dr. Christian Griesinger	**UCEL Rosario – Santa Fe** Dr. Claudio Fernandez
	MPI für molekulare Pflanzenphysiologie Prof. Dr. Lothar Willmitzer	**Instituto de Biotecnologia – INTA, Buenos Aires** Dr. F. Carrari
	MPI für Gravitationsphysik Prof. Dr. Gerhard Huisken	**Universídad Nacíonal de Córdoba** Dr. Sergio Dain
CHINA CHINA	**MPI für biophysikalische Chemie** Prof. Dr. Erwin Neher	**Institute of Biophysics, CAS, Beijing** Dr. Xu Tao
	Fritz-Haber-Institut Prof. Dr. Matthias Scheffler	**Dalian Institute for Chemical Physics** Dr. Li Weixue
	MPI für Kernphysik Prof. Dr. Joachim Ullrich	**Applied Physics Laboratory at Fudan University, Shanghai** Dr. Zou Yaming
	MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung Prof. Dr. Markus Antonietti	**CAS-University for Science and Technology, Hefei** Dr. Yu Shuhong
	MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften Prof. Dr. Jürgen Jost	**CAS-Academy of Mathematics and System Sciences, Beijing** Dr. Li Jiayu
	MPI für Metallforschung Prof. Dr. Fritz Aldinger	**Shanghai Institute of Ceramics, Shanghai** Dr. Gu Hui
	MPI für chemische Physik fester Stoffe Prof. Yuri Grin	**Shanghai Institute of Ceramics, Shanghai** Prof. Zhao Jing-Tai
	MPI für Wissenschaftsgeschichte Prof. Dr. Jürgen Renn	**Institute for the History of Natural Sciences, Beijing** Dr. Zhang Baichun

LAND COUNTRY	INSTITUT INSTITUTE	PARTNERGRUPPE PARTNERGROUP
INDIEN INDIA	**MPI für marine Mikrobiologie** Prof. A. Khalili	**Jawaharlal Nehru Center for Advanced Sciences, Bangalore** Dr. Meheboob Alam
	MPI für chemische Ökologie Prof. Ian Baldwin	**National Chemical Laboratory, Pune** Dr. Ashok Giri
	MPI für Chemie Prof. Johannes Lelieveld	**Indian Institute of Sciences, Roorkee** Dr. Bhola Gurja
	MPI für Festkörperforschung Prof. Dr. Ole Krogh Andersen	**S.N. Bose National Center for Basic Sciences, Kalkutta** Dr. Tanusri Saha-Dasgupta
	Fritz-Haber-Institut Prof. Dr. Gerhard Meijer, Prof. Dr. Karsten Horn	**UGC-DAE Consortium for Scientific Research, Indore** Dr. Sudipto Roy Barman
	MPI für Informatik Prof. Dr. Thomas Lengauer, Prof. Dr. Kurt Mehlhorn	**Indian Institute of Technology, Delhi** Dr. Naveen Garg
	MPI für Physik Prof. Dr. Wolfgang Hollik, Dr. Georg Raffelt	**Tata Institute of Research, Mumbai** Dr. Amol Dighe
OSTEUROPA EASTERN EUROPE	**MPI für molekulare Genetik** Prof. Hilger Ropers	**University of Medical Sciences, Poznan, Poland Department of Medical Genetics** Prof. Dr. Anna Lato-Bielenska
	MPI für Ornithologie Prof. Peter Berthold, Dr. Bernd Leisler	**Universität Wroclaw, Poland** Dr. Marta Borowiec
	MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik Prof. Dr. Marino Zerial	**International Institute of Molecular and Cell Biology, IIMCB Warsaw, Poland** Dr. Marta Miaczynska
	MPI für Biochemie Prof. Dr. Robert Huber	**Institute for Biotechnology, Vilnius, Lithuania** Prof. Virginijus Siksnys, Dr. Saulius Grazulis
	MPI für biophysikalische Chemie Prof. Erwin Neher	**University of Maribor, Institute of Physiology, Medical Faculty, Maribor, Slovenia** Prof. Marjan Rupnik
	MPI für molekulare Genetik Prof. Hans Lehrach	**Institute of Molecular Biology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia** Prof. Jozef Simuth, Dr. Katarina Bilikova
	Institutspartnerschaft MPI für Quantenoptik Prof. Dr. Ferenc Krausz	**Institute of Physics, Slovac Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia** Dr. Vladimir Buzek
	MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik Prof. Dr. Jonathon Howard Dr. Karla Neugebauer	**Institute of Cellular Biology and Pathology, Prague, Czech Republic** **Pathology, First Medical Faculty Charles University (ICBP),** Dr. David Stanek
	Institutspartnerschaft Fritz-Haber-Institut Prof. Dr. Robert Schlögl	**Institute of Isotopes, Budapest, Hungarian Academy of Sciences, Hungary** Prof. Dr. Zoltan Paal
	MPI für Polymerforschung Prof. Dr. Kurt Kremer	**Koç University, Istanbul, Turkey** Dr. Mehmet Sayar

NATIONAL | NATIONAL

Max Planck Fellows
Max Planck Fellows

Das Programm der *Max Planck Fellows* soll dazu dienen, die Kooperation zwischen Max-Planck-Instituten und Universitäten zu stärken. Die Bestellung von Hochschullehrern zu *Max Planck Fellows* ist auf fünf Jahre befristet und zugleich mit der Leitung einer kleinen Arbeitsgruppe an einem Max-Planck-Institut verbunden. Im Rahmen dieses Programms sollen insgesamt 20 Arbeitsgruppen dieser Art in einem Zeitraum von drei Jahren an Max-Planck-Instituten eingerichtet werden. Die Finanzierung der Arbeitsgruppen erfolgt – zuzüglich der Bereitstellung von Ressourcen aus dem jeweiligen Institut – in der Regel aus dem Strategischen Innovationsfonds. Insgesamt werden dafür in den kommenden Jahren etwa 25 Mio. Euro aufgewendet.

The new Max Planck Fellows programme aims to strengthen cooperation between Max Planck institutes and universities. University teaching staff can be appointed as Max Planck Fellows for a maximum of five years, during which period they would also head a small research group at a Max Planck institute. The programme initially envisages up to 20 research groups of this kind being established over a period of three years at various Max Planck institutes. The research groups will receive their financing primarily from the Strategic Innovation Fund. Additional funding will be provided by the individual institutes. A total of approx. 25 million euros will be made available for this scheme.

Nach einem Auswahlverfahren mit strengen Qualitätskriterien entschied sich der Präsident aus den 12 Vorschlägen in 2006 folgende exzellente Wissenschaftler zu *Max Planck Fellows* zu ernennen:

PROF. ANDREAS BURKERT von der Ludwig-Maximilians-Universität München wird Fellow am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik. Burkert ist theoretischer Astrophysiker und ergänzt daher optimal die Aktivitäten am Institut.

PROF. INGRID MERTIG von der Martin-Luther-Universität in Halle-Wittenberg wird Fellow am Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik. Mertig erforscht die theoretischen Grundlagen der Nanoelektronik und könnte mit ihren Arbeiten möglicherweise zur weiteren Miniaturisierung von Speichermedien in Computern beitragen.

PROF. DR. AVINOAM SHALEM von der Ludwig-Maximilians-Universität München wird Fellow am Kunsthistorischen Institut in Florenz. Shalem befasst sich mit der Geschichte der islamischen Kunst in Europa und ihren Wechselwirkungen mit christlicher und jüdischer Kunst. Am Institut in Florenz will er ein Projekt über die bildliche Darstellung des Propheten Mohammed in der westlichen Kunst bearbeiten.

PROF. ANNETTE ZIPPELIUS von der Universität Göttingen wird Fellow am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation. Zippelius hat sich u.a. mit interdisziplinären Arbeiten zwischen Physik und Biologie hervorgetan. Auf der Basis eines von ihr entwickelten Modells soll am Institut ein gemeinsames Projekt zum Thema Informationsverarbeitung in neuronalen Netzen etabliert werden.

In 2006 the President chose the following four excellent scientists from a list of 12 recommended candidates after a selection process involving stringent quality criteria:

PROF. ANDREAS BURKERT of the Ludwig Maximilians University, Munich, was appointed as a Fellow to the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics. Prof. Burkert's research as a theoretical astrophysicist optimally complements the work carried out at the Institute.

PROF. INGRID MERTIG of the Martin Luther University in Halle-Wittenberg joined the Max Planck Institute of Microstructure Physics as a Fellow. Prof. Mertig conducts research into the theoretical principles of nanoelectronics and her work might contribute to a further miniturisation of storage media in computers.

PROF. DR. AVINOAM SHALEM of the Ludwig Maximilians University, Munich, was appointed as a Fellow to the Max Planck Society's Art History Institute in Florence. Prof. Shalem investigates the history of Islamic art in Europe and its interaction with Christian and Jewish art. In Florence he plans to conduct a project on the pictorial description of the prophet Mohammed in western art.

PROF. ANNETTE ZIPPELIUS of Göttingen University joined the Max Planck Institute for Dynamics and Self-Organization as a Fellow. Prof. Zippelius has made her mark, among other things, with her interdisciplinary work in physics and biology. A joint project on information processing based on one of her models is planned for the Institute.

ANWENDUNG | APPLICATION

Kooperationen mit der Fraunhofer-Gesellschaft
Cooperation with Fraunhofer

Im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation wollen die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft ihre Kooperationen gezielt in fachlichen und übergreifenden Bereichen fortführen und vertiefen. Die Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft ist auf Grund ihrer Ausrichtung auf angewandte Forschung von besonderem Interesse. Seit Frühjahr 2004 werden daher Gespräche zwischen den beiden Forschungsorganisationen geführt, um Kooperationsmöglichkeiten an der Schnittstelle zwischen angewandter Forschung und Grundlagenforschung zu identifizieren und zu fördern. Dazu gehören die Bereiche Informatik, Materialwissenschaften und Biotechnologie sowie der Bereich der regenerativen Energien. Ziel ist es, durch diese Kooperationen die in der Grundlagenforschung gewonnenen Erkenntnisse zur Anwendung zu führen und damit einen direkten Beitrag zur Entwicklung neuer Technologien zu leisten.

Within the framework of the Pact for Research and Innovation, the Max Planck Society and Fraunhofer-Gesellschaft intend to continue and intensify their cooperation across research areas and disciplines. With its focus centred on application, the collaboration with Fraunhofer-Gesellschaft is of particular interest to the Max Planck Society. Against this background, the two organizations have been engaged in talks since spring 2004 in order to identify and support collaboration opportunities at the interface of application-oriented research and basic research. This includes the fields of computer science, materials science and biotechnology, as well as the area of regenerative energies. The aim of such a venture is to bring to application the knowledge resulting from collaborative efforts, thereby making a direct contribution to the development of new technologies.

PROJEKTTITEL PROJECT TITLE	INSTITUT	INSTITUTE
Maschinenlernen **Machine Learning**	MPI für biologische Kybernetik, Tübingen	MPI of Biological Cybernetics, Tübingen
	Friedrich-Miescher-Labor, Tübingen	Friedrich Miescher Laboratory, Tübingen
	MPI für molekulare Genetik, Berlin	MPI for Molecular Genetics, Berlin
	MPI für Informatik, Saarbrücken	MPI for Informatics, Saarbrücken
	FhI für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS, Sankt Augustin	FhI for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS, Sankt Augustin
	FhI für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik FIRST, Berlin	FhI for Computer Architecture and Software Technology, Berlin
	FhI für Techno- und Wirtschaftsmathematik IWTM, Kaiserslautern	FhI for Industrial Mathematics IWTM, Kaiserslautern
	FhI für Integrierte Publikations- und Informationssysteme IPSI, Darmstadt	FhI for Integrated Publication and Information Systems Institute IPSI, Darmstadt
Skalierbarer Löser für anwendungsspezifische Simulationssoftware **Scalable Solution for Application-specific Simulation Software**	MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig	MPI for Mathematics in the Science, Leipzig
	FhI für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI, Sankt Augustin	FhI for Algorithms and Scientific Computing SCAI, Sankt Augustin
	FhI für Techno- und Wirtschaftsmathematik IWTM, Kaiserslautern	FhI for Industrial Mathematics IWTM, Kaiserslautern
ProBio – Integrierte Prozesssysteme zur energetischen Nutzung von Biomassen in Brennstoffzellen **ProBio – Integrated Process Systems for Energetic Use of Biomasses in Fuel Cells**	MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg	MPI for Dynamics of Complex Technical Systems, Magdeburg
	FhI für Fabrikbetrieb und Automatisierung IFF, Magdeburg	FhI for Factory Operation and Automation IFF, Magdeburg
	FhI für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden	FhI for Ceramic Technologies and Systems IKTS, Dresden
Synthetische bioaktive Oberflächen: Modelle der lebenden Welt und weiterentwickelte Nanomaterialien für biotechnologische Anwendungen **Synthetic Bioactive Surfaces: Models of the Living World and Advanced Nanomaterials for Biotechnology Applications**	MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam	MPI of Colloids and Interfaces, Potsdam
	FhI für angewandte Polymerforschung IAP, Potsdam	FhI for Applied Polymer Research IAP, Potsdam
	FhI für biomedizinische Technik IBMT, Potsdam-Golm	FhI for Biomedical Engineering IBMT, Potsdam-Golm
	Universität Potsdam	University of Potsdam

KLINISCHE FORSCHUNG | CLINICAL RESEARCH

Tandemprojekte
Tandem projects

Im Rahmen so genannter Tandemprojekte bemüht sich die Max-Planck-Gesellschaft um den verstärkten Transfer biomedizinischen Grundlagenwissens in die klinische Praxis. Durch zusätzliche Mittel soll die Zusammenarbeit zwischen Grundlagenforschern aus den Max-Planck-Instituten und wissenschaftlich ausgewiesenen externen Klinikern im Bereich der patientenorientierten Forschung gefördert werden.

Within the framework of "tandem projects" the Max Planck Society is endeavoring to intensify the transfer of basic biomedical knowledge into clinical practice. The aim is to provide additional resources to help basic researchers from the Max Planck institutes collaborate with scientifically-committed external clinics in the area of patient-oriented research.

Im vergangenen Jahr wurde ein Projekt beendet (Heilung chronischer Wunden mittels Niedertemperaturplasma), drei weitere laufen noch bis Ende 2008 bzw. 2009:

- **Glukokortikoid-Therapie der Lungenentwicklung**
  Prof. Jäckle (MPI für biophysikalische Chemie)/
  Prof. Schweigerer (Uniklinik Göttingen)
- **Onkogene Eigenschaften eines Kaliumkanals**
  Prof. Stühmer (MPI für experimentelle Medizin)/
  PD Dr. Alves (Uniklinik Göttingen)
- **Rolle von Fibronektin für die Knochenfunktion**
  Prof. Fässler (MPI für Biochemie)/
  Prof. Meuer und Dr. Nakchbandi (Uniklinik Heidelberg)

Last year saw the completion of one project (Healing Chronic Wounds with Low Temperature Plasma) and three more will continue until the end of 2008 and 2009 respectively:

- **Glucocorticoid Therapy for Lung Development**
  Prof. Jäckle (MPI for Biophysical Chemistry)/
  Prof. Schweigerer (University Clinic Göttingen)
- **Oncogenic properties of a Potassium Channel**
  Prof. Stühmer (MPI for Experimental Medicine)/
  PD Dr. Alves (University Clinic Göttingen)
- **Role of Fibronectin in bone function**
  Prof. Fässler (MPI für Biochemistry)/
  Prof. Meuer und Dr. Nakchbandi (University Clinic Heidelberg)

Zwei Tandemprojekte, die thematisch nahestehende klinische und experimentelle Projekte miteinander vernetzen, wurden 2006 neu bewilligt:

MECHANISMEN DER GENETISCHEN SCHWERHÖRIGKEIT
Die Schwerhörigkeit ist die häufigste sensorische Behinderung des Menschen – etwa 16 Prozent aller Deutschen leiden an einer Hörstörung. Während neuronale Krankheitsmechanismen beim Menschen bereits gut dokumentiert wurden, steht die Erforschung synaptischer Störungen (z.B. Störungen der Schallkodierung durch die inneren Haarzellen) bei der humanen Schwerhörigkeit ganz am Anfang. Seit 1999 wurden zahlreiche Mutationen im sogenannten OTOF Gen nachgewiesen, die u.a. möglicherweise auch die Calcium-Bindung des entsprechenden Proteins, des Otoferlins beeinträchtigen. In Zusammenarbeit mit Forschern aus der Abteilung von Prof. Brose vom Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin wollen Wissenschaftler der Arbeitsgruppe von Prof. Moser an der Göttinger HNO-Klinik durch Mutagenese im OTOF-Gen der Maus die Funktion des Proteins Otoferlin und den molekularen Krankheitsmechanismus der humanen, nicht syndromalen Schwerhörigkeit im Tiermodell detailliert untersuchen. Langfristig sol-

Two new tandem projects linking clinical and experimental projects in closely associated subject areas have been approved:

THE MECHANISMS OF GENETIC HEARING IMPAIRMENT
Hardness of hearing is the most frequent sensory disability in humans – approximately 16 percent of the German population suffer from hearing problems. While neuronal disease mechanisms have already been well documented in humans, research into synaptic disorders (e.g. problems with sound coding by the inner hair cells) in human partial deafness is still in its infancy. Since 1999, numerous mutations have been revealed in the OTOF gene, which may also affect calcium binding in the relevant protein, otoferlin. Together with researchers in Prof. Brose's department at the Max Planck Institute for Experimental Medicine, scientists in Prof. Moser's research group at the ENT department in Göttingen want to investigate in detail the function of the protein otoferlin and the molecular pathology of human non-syndromal hearing impairment through mutagenesis in the OTOF mouse gene. In the long term, they intend to use these investigations to create the basis for a causal therapy of this genetic form of hearing impairment through gene therapy.

len mit diesen Untersuchungen die Grundlagen für eine kausale Therapie dieser genetischen Form der Schwerhörigkeit mittels Gentherapie geschaffen werden.

ZELL-ZELL- UND ZELL-MATRIX-INTERAKTIONEN IN DER HAUT

Die koordinierte Steuerung von Zell-Zell- und Zell-Matrix-Interaktionen ist eine absolute Voraussetzung für die normale Homöostase von Geweben, beispielsweise bei sich selbst erneuernden Geweben, wenn die Entscheidung sich zu differenzieren zusammenfällt mit Zellwanderung oder einer Änderung der Zellposition, oder bei der Gewebsregenerierung. Forscher der Universitätsklinik Köln (Abt. Prof. Krieg) wollen in Zusammenarbeit mit ihren Kollegen vom Max-Planck-Institut für Biochemie (Abt. Prof. Fässler) herausfinden, welche intrazellulären Signalwege die Zell-Zell- und Zell-Matrix-Adhäsion in gesundem und krankem Gewebe koordinieren. Von zentraler Bedeutung sind dabei Proteine aus der Rap GTPase-Familie. Als Modellsystem wird die Haut eingesetzt, da es sich hierbei um ein sich selbst erneuerndes Gewebe handelt, das dynamische Änderungen sowohl bei der Zell-Zell- als auch Zell-Matrix-Adhäsion zeigt, und weil Änderungen der Zell-Ädhäsions-Dynamik zahlreiche Hauterkrankungen beeinflussen. Die *in vitro* und *in vivo* Folgen einer Rap-Fehlfunktion in Keratinozyten und Haarfollikeln sollen untersucht werden.

CELL-CELL AND CELL-MATRIX INTERACTIONS IN THE SKIN

The coordinated control of cell-cell and cell-matrix interactions is an essential prerequisite for the normal homeostasis of tissues, for example, in tissue regeneration or in self-renewing tissue when the decision to differentiate coincides with cell migration or a change in the cell position. Working with their colleagues from the Max Planck Institute for Biochemistry (Prof. Fässler's department), researchers at the University Hospital in Cologne (Prof. Krieg's department) want to find out which intracellular signal paths coordinate cell-cell and cell-matrix adhesion in healthy and diseased tissue. In this context, proteins from the Rap GTPase family are of key significance. The skin is used as a model system, as it renews itself and reveals dynamic changes in both cell-cell and cell-matrix adhesion, and as changes in the cell adhesion dynamic have an effect on numerous skin disorders. The objective is to examine the results of a Rap deficiency in keratinocytes and hair follicles *in vitro* and *in vivo.*

INTERDISZIPLINARITÄT | MULTIDISCIPLINARITY

Institutsübergreifende Forschungsinitiativen
Cross-Institutional Research Initiatives

Mit dem Förderinstrument „Institutsübergreifende Forschungsinitiativen“ unterstützt die Max-Planck-Gesellschaft die – ohnehin an ihren Instituten immer stärker werdenden – interdisziplinären Ansätze in der Grundlagenforschung. Die bereitgestellten Mittel sollen Wissenschaftlern aus verschiedenen Max-Planck-Instituten Spitzenforschung auf neuen, disziplinenübergreifenden Gebieten ermöglichen.

The “cross-institutional research initiatives” are a funding tool of the Max Planck Society that reflects the increasingly interdisciplinary character of basic research – one which is becoming more and more apparent at the Max Planck Institutes. The provided funding aims to enable researchers from a range of Max Planck Institutes to conduct cutting-edge research in new interdisciplinary fields.

PROJEKTTITEL PROJECT TITLE	INSTITUTE INSTITUTES
Geschichte der Quantenmechanik History of Quantum Mechanics	MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin Fritz-Haber-Institut der MPG, Berlin
Tripel M: Multiskalen-Material-Modellierung kondensierter Materie Triple M: Multiscale Materials Modelling of Condensed Matter	MPI für Polymerforschung, Mainz MPI für Festkörperforschung, Stuttgart MPI für Eisenforschung, Düsseldorf MPI für Kohlenforschung, Mülheim Fritz-Haber-Institut der MPG, Berlin MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig
Erdsystem-Netzwerk für integrierte Modellentwicklung und -beurteilung Earth System Network of Integrated Modelling and Assessment (ENIGMA)	MPI für Meteorologie, Hamburg MPI für Chemie, Mainz MPI für Biogeochemie, Jena Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Neuer Frequenzstandard auf der Basis eines einzelnen gespeicherten Ions New Frequency Standards on the Basis of a Single Stored Ion	Max-Planck-Forschungsgruppe an der Universität Erlangen „Optik, Information, Photonik“ MPI für Quantenoptik; Garching
Fettsucht und Alterung: Von *Drosophila*-Genetik über kleine Moleküle bis hin zur Systembiologie Obesity and Ageing: From *Drosophila* genetic to small molecules towards Systems Biology	MPI für biophysikalische Chemie, Göttingen MPI für molekulare Genetik, Berlin MPI für molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam
Wissen im Entwurf – Zeichnen und Schreiben als Verfahren der Forschung Knowledge-in-the-Making: Drawing and Writing Techniques as Tools of Knowledge in the Context of Scientific Research	Kunsthistorisches Institut Florenz MPI für Wissenschaftsgeschichte, Berlin
Pan-STARRS-Survey Project (Panoramic Survey Telescope and Response System) Pan-STARRS-Survey Project (Panoramic Survey Telescope and Response System)	MPI für Astronomie, Heidelberg MPI für extraterrestrische Physik, Garching University of Hawaii

Nerv in Muskel, MPI für Entwicklungsbiologie, Tübingen

FRAUENFÖRDERUNG

Förderung im Rahmen des W2-Programms

Das 1997 vom Senat der Max-Planck-Gesellschaft beschlossene C 3-, jetzt W 2-Sonderprogramm bietet besonders qualifizierten Wissenschaftlerinnen die Möglichkeit, sich im Rahmen eines auf fünf Jahre befristeten W 2-Vertrages für eine leitende Tätigkeit in Hochschulen oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu qualifizieren. Die Kandidatinnen werden von den Max-Planck-Instituten vorgeschlagen und in einem strengen Auswahlverfahren unter Einschaltung externer Gutachter ausgewählt. Seit dem Jahr 2000 wird das Förderprogramm aus Haushaltsmitteln der Max-Planck-Gesellschaft bestritten – es umfasst 20 Planstellen. Insgesamt wurden bisher 44 Wissenschaftlerinnen aus dem W 2-Sonderprogramm gefördert, von denen 22 mittlerweile eine weiterführende Position erhalten haben.

STAND: JANUAR 2007

WISSENSCHAFTLERIN	MAX-PLANCK-INSTITUT	FORSCHUNGSGEBIET
	BIOLGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION	
Dr. Marina Bennati	Biophysikalische Chemie	Entwicklung moderner gepulster Methoden der Elektronenspinresonanz
Dr. Nicole Dubilier	Marine Mikrobiologie	Biologie und Ökologie der Lebensgemeinschaften zwischen Bakterien und Eukaryoten
Dr. Edda Klipp	Molekulare Genetik	Molekulare Systembiologie
Dr. Marianne Müller	Psychiatrie	Stressregulation unter physiologischen und pathophysiologischen Bedingungen
Dr. Jane Parker	Züchtungsforschung	Pflanzliche Immunitätsreaktionen
Dr. Anne Peters	Ornithologie	Verhaltensökologie
Dr. Simone Techert	Biophysikalische Chemie	Ultrakurzzeit-Röntgenbeugung
	CHEMISCH-PHYSIKALISCH-TECHNISCHE SEKTION	
Dr. Christina Afonso	Astronomie	Projekt Pan Planets und die Suche nach extrasolaren Planeten
Dr. Benedetta Ciardi	Astrophysik	Entstehung der ersten Stern- und Galaxiengeneration; Re-Ionisation
Dr. Johanna Erdmenger	Physik	Quantenfeldtheorie
Dr. Ariane Frey	Physik	International Linear Collider
Dr. Dagmar Goll	Metallforschung	Neue magnetische Nanostrukturen
Dr. Stefanie Komossa	Extraterrestrische Physik	Untersuchung des Wachstums Schwarzer Löcher mit XXM-Newton und Chandra
Dr. Monica Martinez	Chemie	Quantendesign-Systeme
Dr. Eva Schinnerer	Astronomie	Schwarze Löcher in benachbarten Galaxien
	GEISTES-, SOZIAL- UND HUMANWISSENSCHAFTLICHE SEKTION	
Dr. Christina Brandt	Wissenschaftsgeschichte	Historische Wissenschaftsforschung/Literaturforschung
Dr. Julia Eckert	Ethnologische Forschung	Wie schützt das Recht den Bürger vor dem Staat? – Vergleichende Untersuchungen
Dr. Sonja Kotz Cimon	Kognitions- und Neurowissenschaften	Linguistische Verarbeitungsprozesse im Gehirn
Dr. Jacqueline Knörr	Ethnologische Forschung	Konflikt u. Integration als Dimensionen kultureller Tradition
Dr. Lale Yalcin-Heckmann	Ethnologische Forschung	Jenseits von Grenzen: Staatsbürgerschaft und Identität in Kaukasien und der Türkei

WOMEN'S ADVANCEMENT

Funding of the W2 Program

The W2 – formerly C3 – Special Program, approved by the Senate of the Max Planck Society in 1997, offers highly qualified women scientists the opportunity to gain qualifications for senior posts at universities or non-university research institutions within the framework of a five-year W2 contract. The candidates are proposed by the Max Planck Institutes and are chosen in a strict selection procedure involving external experts. Since the year 2000 the program has received funding from the budget of the Max Planck Society – it provides for a total of 20 established posts. A total of 44 female scientists have been funded by the W2 Special Program so far, 22 of whom have since taken on a further post.

AS AT: JANUARY 2007

SCIENTIST	MAX PLANCK INSTITUTE	AREA OF RESEARCH
	BIOLOGY & MEDICINE SECTION	
Dr. Marina Bennati	Biophysical Chemistry	Development of modern pulsed methods of electron spin resonance
Dr. Nicole Dubilier	Marine Microbiology	Biology and Ecology of bacterial and eucaryotic biocoenosis
Dr. Edda Klipp	Molecular Genetics	Molecular Systems Biology
Dr. Marianne Müller	Psychiatry	Stress regulation under physiological and pathophysiological conditions
Dr. Jane Parker	Plant Breeding Research	Plant immunity reactions
Dr. Anne Peters	Ornithology	Behavioral Ecology
Dr. Simone Techert	Biophysical Chemistry	Ultrashort x-ray diffraction
	CHEMISTRY, PHYSICS & TECHNOLOGY SECTION	
Dr. Christina Afonso	Astronomy	Project Pan Planets and the Search for extrasolar planets
Dr. Benedetta Ciardi	Astrophysics	Building of the first Star and Galaxy Generation; Re-Ionisation
Dr. Johanna Erdmenger	Physics	Quantum field theory
Dr. Ariane Frey	Physics	International Linear Collider
Dr. Dagmar Goll	Metals Research	New magnetic nanostructures
Dr. Stefanie Komossa	Extraterrestrial Physics	A study of the growth of black holes with XXM-Newton and Chandra
Dr. Monica Martinez	Chemistry	Quantum Design Systems
Dr. Eva Schinnerer	Astronomy	Black Holes in neighbouring Galaxies
	HUMAN SCIENCES SECTION	
Dr. Christina Brandt	History of Science	Historical science research/literature research
Dr. Julia Eckert	Social Anthropology	How does the law protect citizens from the state? – Comparative studies
Dr. Sonja Kotz Cimon	Human Cognitive and Brain Sciences	Linguistic Processing in the Brain
Dr. Jacqueline Knörr	Social Anthropology	Conflict and integration as dimensions of cultural tradition
Dr. Lale Yalçın-Heckmann	Social Anthropology	Beyond borders: citizenship and identity in the Caucasus and Turkey

NACHWUCHSFÖRDERUNG

Selbständige Nachwuchsgruppen

Seit 1969 fördert die Max-Planck-Gesellschaft besonders begabte junge Wissenschaftler im Rahmen von zeitlich befristeten Selbständigen Nachwuchsgruppen. Die Positionen für Nachwuchsgruppenleiter sind begehrt, denn sie bieten jungen, im internationalen Wettbewerb ausgewählten Forscherinnen und Forschern die Möglichkeit, auf der Basis eines begrenzten, aber gesicherten Etats in einer ersten Phase eigenverantwortlicher Forschungstätigkeit die Grundlage für einen erfolgreichen beruflichen Weg als Wissenschaftler zu legen.

Mit dem Ziel – unabhängig von bereits etablierten Forschungsfeldern und bestehenden Instituten – junge, innovative Köpfe zu gewinnen, werden seit 2004 Selbständige Nachwuchsgruppen auch themenoffen ausgeschrieben. Die Kandidaten können ihren individuellen Projektvorschlag vorstellen und sollen eine Prioritätsliste mit bis zu drei Max-Planck-Instituten angeben, an denen Sie gerne arbeiten würden. Diese Ausschreibungen treffen auf große Resonanz.

STAND: JANUAR 2007

SELBSTÄNDIGE NACHWUCHSGRUPPEN		
INSTITUT	LEITERIN/LEITER	FORSCHUNGSTHEMA
	BIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION	
Biochemie	Dr. Francis Barr	Intrazellulärer Proteintransport
	Dr. Heiko Hermeking	Molekulare Onkologie
	Dr. Gunter Meister	RNA-Biologie
	Dr. Tobias Walther	Organellen – Architektur und Dynamik
	Dr. Roland Wedlich-Söldner	Zelluläre Dynamik und Musterbildung
Biophysikalische Chemie	Dr. Wolfgang Fischle	Chromatin-Biochemie
	Dr. Takeshi Sakaba	Biophysik der synaptischen Übertragung
Friedrich-Miescher-Laboratorium	Dr. Wolfgang Antonin	Dynamik der Kernhülle
	Dr. Silke Hauf	Molekulare Mechanismen der Chromosomensegregation
	Dr. Dmitri Ivanov	Kohäsion von Schwesterchromatiden
	Dr. Gunnar Rätsch	Bioinformatik
Molekulare Genetik	Dr. Michael Lappe	Netzwerkanalyse
Hirnforschung	Dr. Jörg Geiger	Synaptische Regulation und Funktion
	Dr. Kerstin Schmidt	Organisation und Dynamik kortikaler Repräsentationen
Immunbiologie	Dr. Robert Schneider	Epigenetische Regulation der Genexpression
Infektionsbiologie	Dr. Jörg Vogel	RNA-Biologie
	Dr. Hedda Wardemann	Molekulare Immunbiologie
Biologische Kybernetik	Dr. Marc O. Ernst	Multimodale Wahrnehmung und sensomotorische Integration
Marine Mikrobiologie	Dr. Marcel M. M. Kuypers	Anaerobe Ammoniak-Oxidation, Schwefel- und Stickstoffkreislauf in anoxischen Senken
Terrestrische Mikrobiologie	Dr. Martin R. Thanbichler	Zellbiologie von Bakterien
Neurobiologie	Dr. Frank Bradke	Axonales Wachstum und Regeneration
	Dr. Valentin Stein	Synaptische Rezeptoren
	Dr. Takashi Suzuki	Entwicklung neuronaler Verbindungen
Neurologische Forschung	Dr. Roman Thomas	Antiproliferative Gene und ihre Rolle bei der malignen Transformation dieser Erkrankung
	Dr. Ullrich Ullsperger	Kognitive Neurologie
Ornithologie	Dr. Björn Siemers	Sinnesökologie

	CHEMISCH-PHYSIKALISCH-TECHNISCHE SEKTION	
Astronomie	Dr. Frank C. van den Bosch	Galaxien und Kosmologie, Theorie, Beobachtung und Messtechnik
	Dr. Cornelis Dullemond	Die Bildung von planetaren Bausteinen
Biogeochemie	Dr. Axel Kleidon	Die Bedeutung von Biodiversität und Optimierung im System Erde
	Dr. Markus Reichstein	Biogeochemische Modelldaten-Integration
	Dr. Christian Wirth	Organische Biogeochemie
Dynamik und Selbstorganisation	Dr. Stefan Luther	Herzrhythmusstörungen
	Dr. Marc Timme	Netzwerk-Dynamik
Festkörperforschung	Dr. Hagen Klauk	Organische Elektronik
Fritz-Haber-Institut	PD Dr. Karsten Reuter	Grundprinzipien der statistischen Mechanik
Gravitationsphysik	Dr. Niklas Beisert	Integrale Strukturen in Eich- und Stringtheorien
Kernphysik	Dr. Stefan Schönert	Solare Neutrinoexperimente
Mathematik in den Naturwissenschaften	Dr. Nihat Ay	Informationstheorie kognitiver Systeme
	Dr. Nicolas Dirr	Modelle in den Materialwissenschaften
Metallforschung	Dr. Sylvie Roke	Nichtlineare optische Streuung bei biologischen Systemen
Plasmaphysik	Dr. Wolf-Christian Müller	Computergestützte Untersuchungen zu Turbulenzen in magnetisiertem Plasma
Forschungsgruppe Optik, Information und Photonik	Dr. Christine Silberhorn	Integrierte Quantenoptik
Quantenoptik	Dr. Reinhard Kienberger	Attosekundenphysik
	Dr. Tobias Kippenberg	Mikroaktivitäten, nichtlineare Wechselwirkung zwischen Licht und Materie, Zwillingsphotonen
Softwaresysteme	Dr. Krishna P. Gummadi	Netzwerksysteme
Sonnensystemforschung	Dr. Laurent Gizon	Seismologie der Sonne und der Sterne

	GEISTES-, SOZIAL UND HUMANWISSENSCHAFTLICHE SEKTION	
Evolutionäre Anthropologie	Dr. Michael Hofreiter	Molekulare Ökologie
	Dr. Julia Ostner	Integrative Primatensozialökologie
	Dr. Brigitte Pakendorf	Vergleichende Populationslinguistik
Bildungsforschung	Dr. Hauke Heekeren[1)]	Neurokognition der Entscheidungsfindung
Demografische Forschung	Dr. Laura Bernardi	Reproduktionskultur im Kontext niedriger Fertilität
Kognitions- und Neurowissenschaften	Dr. Ina D. Bornkessel	Neurotypologie
	Dr. Hauke Heekeren	Neurokognition der Entscheidungsfindung
	Dr. Stefan Kölsch	Neurokognition der Musik
Kunsthistorisches Institut Florenz	Dr. Michael Thimann	Das wissende Bild – Epistemologische Grundlagen profaner Bildlichkeit vom 15. bis zum 19. Jh.
Europäische Rechtsgeschichte	Dr. Stefan Ruppert	Lebensalter und Recht: Altersstufen im Recht und die Segmentierung von Lebensläufen
Völkerrecht	Dr. Silja Vöneky	Demokratische Legitimation ethischer Entscheidungen – Ethik und Recht im Bereich der Biotechnologie & modernen Medizin
Wissenschaftsgeschichte	Dr. Dagmar Schäfer	Von der Erfindung zur Innovation
	Dr. H. Otto Sibum	Experimentelle Wissenschaftsgeschichte

1] Dr. Hauke Heekeren etabliert seine Selbständige Nachwuchsgruppe an zwei MPIs, Hauptsitz ist das MPI für Bildungsforschung, Nebensitz ist das MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften

SUPPORT OF JUNIOR SCIENTISTS

Independent Junior Research Groups

Since 1969 the Max Planck Society has supported particularly talented young scientists by means of fixed-term Independent Junior Research Groups. There is a great deal of competition for the leading positions of these groups, as they allow the young researchers, selected from the international competition, to lay the foundations for a successful scientific career on the basis of a limited but secure budget in the first phase of their independent research activities.

Since 2004 the Max Planck Society has advertised Independent Junior Research Groups without specifying a particular research focus, with the aim of attracting new innovative researchers from outside established research disciplines and existing institutes. Candidates are allowed to present their own individual project proposals and are asked to list a maximum of three Max Planck Institutes they would like to work at. These advertisements have attracted an overwhelming response.

AS AT: JANUARY 2007

INDEPENDENT JUNIOR RESEARCH GROUPS		
INSTITUTE	**HEAD**	**RESEARCH TOPIC**
	BIOLOGY & MEDICINE SECTION	
Biochemistry	Dr. Francis Barr	Intracellular Protein Transport
	Dr. Heiko Hermeking	Molecular Oncology
	Dr. Gunter Meister	RNA Biology
	Dr. Tobias Walther	Organelles – Architecture and Dynamics
	Dr. Roland Wedlich-Söldner	Cellular dynamics and pattern formation
Biophysical Chemistry	Dr. Wolfgang Fischle	Chromatin Biochemistry
	Dr. Takeshi Sakaba	Biophysics of synaptical transmission
Friedrich-Miescher-Laboratory	Dr. Wolfgang Antonin	Dynamics of the nuclear envelope
	Dr. Silke Hauf	Molecular mechanisms of chromosome segregation
	Dr. Dmitri Ivanov	Cohesion of sister chromatids
	Dr. Gunnar Rätsch	Bioinformatics
Molecular Genetics	Dr. Michael Lappe	Network analysis
Brain Research	Dr. Jörg Geiger	Synaptic regulation and function
	Dr. Kerstin Schmidt	Organization and dynamics of cortical representations
Immunobiology	Dr. Robert Schneider	Epigenetic regulation of gene expression
Infection Biology	Dr. Jörg Vogel	RNA Biology
	Dr. Hedda Wardemann	Molecular Immunobiology
Biological Cybernetics	Dr. Marc O. Ernst	Multimodal reception and sensorimotor Integration
Marine Microbiology	Dr. Marcel M. M. Kuypers	Anaerobic ammonia oxidation, sulfur and nitrogen cycles in anoxic depressions
Terrestrial Microbiology	Dr. Martin R. Thanbichler	Cell Biology of Bacteria
Neurobiology	Dr. Frank Bradke	Axonal growth and regeneration
	Dr. Valentin Stein	Synaptic receptors
	Dr. Takashi Suzuki	Development of neuronal connections
Neurological Research	Dr. Roman Thomas	Antiproliferative genes and their role in the maligne transformation of this disease
	Dr. Ullrich Ullsperger	Cognitive Neurology
Ornithology	Dr. Björn Siemers	Sensory Ecology

	CHEMISTRY, PHYSICS & TECHNOLOGY SECTION	
Astronomy	Dr. Frank C. van den Bosch	Galaxies and cosmology: theory, observation and measurement techniques
	Dr. Cornelis Dullemond	The formation of planetary building blocks
Biogeochemistry	Dr. Axel Kleidon	The significance of biodiversity and optimization in the earth system
	Dr. Markus Reichstein	Integration of modelling data
	Dr. Christian Wirth	Organic Biogeochemistry
Dynamics and Self Organization	Dr. Stefan Luther	Cardiac Arrythmia
	Dr. Marc Timme	Network Dynamics
Solid State Research	Dr. Hagen Klauk	Organic Electronics
Fritz Haber Institute	PD Dr. Karsten Reuter	First-principles statistical mechanics
Gravitational Physics	Dr. Niklas Beisert	Integral Structures in String Theories
Nuclear Physics	Dr. Stefan Schönert	Solar neutrino experiments
Mathematics in the Natural Sciences	Dr. Nihat Ay	Information theory of cognitive systems
	Dr. Nicolas Dirr	Models in the Materials Sciences
Metals Research	Dr. Sylvie Roke	Non-linear optical dispersion in Biological Systems
Plasma Physics	Dr. Wolf-Christian Müller	Computer-assisted studies of turbulence in magnetized plasma
Optics, Information and Photonics Research Group	Dr. Christine Silberhorn	Integrated quantum optics
Quantum Optics	Dr. Reinhard Kienberger	Attophysics
	Dr. Tobias Kippenberg	Microactivities, non-linear interaction between light and matter, twin photons
Software Systems	Dr. Krishna P. Gummadi	Networks systems
Solar System Research	Dr. Laurent Gizon	Seismology of the sun and stars

	HUMAN SCIENCES SECTION	
Evolutionary Anthropology	Dr. Michael Hofreiter	Molecular Ecology
	Dr. Julia Ostner	Integrative primate social ecology
	Dr. Brigitte Pakendorf	Comparative Population Linguistics
Human Development	Dr. Hauke Heekeren[1)]	Neurocognition of decision making
Demographic Research	Dr. Laura Bernardi	Reproduction culture in the context of low fertility
Human Cognitive and Brain Sciences	Dr. Ina D. Bornkessel	Neurotypology
	Dr. Hauke Heekeren	Neurocognition of decision making
	Dr. Stefan Kölsch	Neurocognition of music
Kunsthistorisches Institut in Florence	Dr. Michael Thimann	The knowing picture
European Legal History	Dr. Stefan Ruppert	Age and law: age groups in law and the segmentation of life courses
International Law	Dr. Silja Vöneky	Democratic legitimization of ethical decisions – ethics and law in the field of biotechnology and modern medicine
History of Science	Dr. Dagmar Schäfer	From Invention to Innovation
	Dr. H. Otto Sibum	Experimental history of science

1) Dr. Hauke Heekeren is establishing his Independent Junior Research Group at two MPIs: the head site is the MPI for Human Development, the subsidiary site is the MPI for Human Cognitive and Brain Sciences.

NACHWUCHSFÖRDERUNG

Internationale Nachwuchsgruppen

Im Zuge der wechselseitigen Einrichtung von Nachwuchsgruppen mit ausländischen Partnerorganisationen leiten deutsche Nachwuchswissenschaftler eine Nachwuchsgruppe an einem ausländischen Forschungsinstitut, während ein ausländischer Wissenschaftler Nachwuchsgruppenleiter an einem Max-Planck-Institut wird. Mit diesen Nachwuchsgruppen hat die Max-Planck-Gesellschaft modellhaft eine grenzüberschreitende Nachwuchsförderung erprobt. Mittlerweile gibt es europaweite Förderinstrumente, die jungen Wissenschaftlern Karriereentwicklung im jeweiligen Ausland ermöglichen.

NACHWUCHSGRUPPENLEITER/IN	AUFNEHMENDE FORSCHUNGSEINRICHTUNG
Matthias Bochtler MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden	International Institute of Molecular and Cell Biology, Warschau
Ewa Paluch International Institute of Molecular and Cell Biology, Warschau	MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden
Frank Pfrieger Max-Delbrück-Centrum, Berlin; davor MPI für Neurobiologie, Cellulaire, Martinsried	Institut de Genetique et de Biologie Moleculaire et Straßburg (CNRS)
Erez Raz Weizmann-Institut, Rehovot	MPI für biophysikalische Chemie

SUPPORT OF JUNIOR SCIENTISTS

International Junior Research Groups

In this scheme involving the joint establishment of Junior Research Groups with foreign partner organizations, German junior scientists head a Junior Research Group at a foreign research institute, while a foreign scientist is made the head of a Junior Research Group at a Max Planck Institute. The Max Planck Society has implemented these Junior Research Groups as a means of offering international support for up-and-coming scientists. There are now pan-European support schemes that allow young scientists to further their careers abroad.

HEAD OF JUNIOR RESEARCH GROUP	HOST RESEARCH INSTITUTION
Matthias Bochtler MPI for Molecular Cell Biology and Genetics, Dresden	International Institute of Molecular and Cell Biology, Warsaw
Ewa Paluch International Institute of Molecular and Cell Biology, Warsaw	MPI for Molecular Cell Biology and Genetics, Dresden
Frank Pfrieger Max Delbrück Center, Berlin; previously MPI for Neurobiology, Martinsried	Institut de Genetique et de Biologie Moleculaire et Cellulaire, Strasbourg (CNRS)
Erez Raz Weizmann Institute, Rehovot	MPI for Biophysical Chemistry, Göttingen

GRADUIERTENSCHULEN | GRADUATE SCHOOLS

International Max Planck Research Schools
International Max Planck Research Schools

Seit dem Jahr 2000 gehören die *International Max Planck Research Schools* zum festen Bestandteil der Doktorandenförderung der Max-Planck-Gesellschaft. Besonders begabten deutschen und ausländischen Nachwuchswissenschaftlern bieten sie die Möglichkeit, unter exzellenten Forschungsbedingungen zu promovieren. Sie werden jeweils von einem oder mehreren Max-Planck-Instituten initiiert. Die Institute kooperieren dabei eng mit Universitäten und anderen – teilweise auch ausländischen – Forschungseinrichtungen. Durch diese Kooperation stehen den Doktoranden hochwertige Forschungsmöglichkeiten offen. Das ist besonders bei interdisziplinären Forschungsvorhaben oder solchen, die eine spezielle Ausstattung mit Forschungsgeräten bzw. Materialien voraussetzen, ein entscheidender Vorteil. Ein weiteres Kennzeichen der *International Max Planck Research Schools* ist die thematische und konzeptionelle Verzahnung der Promotionsprojekte – dadurch entstehende Synergieeffekte kommen unmittelbar der Forschung der einzelnen Doktoranden zugute. Derzeit gibt es 24 IMPRS in der Chemisch-Physikalisch-Technischen, 15 IMPRS in der Biologisch-Medizinischen und 10 IMPRS in der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion.

Since 2000, the International Max Planck Research Schools have been a cornerstone of the Max Planck Society's doctoral student scholarship programme, offering especially gifted junior researchers from Germany and abroad excellent research conditions for their doctoral work. Each International Max Planck Research School is established by one or more Max Planck Institutes in close cooperation with universities and other research facilities, some of which are located abroad. It is this spirit of cooperation that enables the schools to provide Ph.D. students with first-class education and research opportunities that are of even greater benefit for those involved in interdisciplinary research projects or projects requiring specialist research equipment or materials. A further advantage of the International Max Planck Research Schools is the thematic and conceptual dovetailing of doctoral projects, creating synergy effects that directly benefit the research of the individual Ph.D. students. Currently there are 24 IMPRS in Chemistry, Physics and Technology Section, 15 IMPRS in the Biology and Medicine Section and 10 IMPRS in the Humanities Section.

2006 NEU BEWILLIGTE *INTERNATIONAL MAX PLANCK RESEARCH SCHOOLS*

THE SOCIAL AND POLITICAL CONSTITUTION OF THE ECONOMY, KÖLN

Das Thema der Research School sind die Wechselwirkungen der modernen Wirtschaft mit den gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. Die Kooperationspartner sind das Kölner Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung und die Universität zu Köln. Sprecher ist Prof. Jens Beckert vom Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung.

ADAPTING BEHAVIOUR TO A FUNDAMENTALLY UNCERTAIN WORLD, JENA, BONN, BERLIN

Können wir in einer sich ständig verändernden Gesellschaft sachgerechte Entscheidungen auf der Basis einer unvollständigen Faktenkenntnis treffen? Mit dieser Frage wird sich diese interdisziplinäre Research School beschäftigen. Drei Max-Planck-Institute kooperieren hier mit der Universität Jena. Das Max-Planck-Institut für Ökonomik in Jena, das Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin und das Max-Planck-Institut zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern in Bonn. Sprecher ist Prof. Werner Güth vom Max-Planck-Institut für Ökonomik in Jena.

NEW INTERNATIONAL MAX PLANCK RESEARCH SCHOOLS IN 2006

THE SOCIAL AND POLITICAL CONSTITUTION OF THE ECONOMY, KÖLN

The Research School explores the relationship between the modern economy and its social and political foundations. The cooperation partners involved are the Max Planck Institute for the Study of Societies (MPIfG) and the University of Cologne. The spokesperson is Prof. Jens Beckert from the Max Planck Institute for the Study of Societies.

ADAPTING BEHAVIOUR TO A FUNDAMENTALLY UNCERTAIN WORLD, JENA, BONN, BERLIN

Can we in a constantly changing society make appropriate decisions based on insufficient information? The Research School analyzes interactive human decision making in an interdisciplinary framework. It is a joint initiative of the Max Planck Institutes of Economics (Jena), for Human Development (Berlin), for Collective Goods (Bonn) and the Departments of Psychology and Economics at the Friedrich Schiller University Jena. Prof. Werner Güth from the Max Planck Institute of Economics will be the spokesperson for the School.

RETALIATION, MEDIATION AND PUNISHMENT, FREIBURG, HALLE, FRANKFURT, HEIDELBERG

Vergeltung, Schlichtung und Bestrafung sind zentrale Probleme jeder Friedens- und Sozialordnung, die in einer globalisierten Welt ständig an Relevanz zunehmen. An dieser transdisziplinär geprägten Research School sind mehrere Max-Planck-Institute beteiligt: das Freiburger Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Strafrecht, das mit dem Kriminologen und Strafrechtler Prof. Hans-Jörg Albrecht auch den Sprecher der Research School stellt, das Max-Planck-Institut für europäische Rechtsgeschichte in Frankfurt am Main, das Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht in Heidelberg sowie das Max-Planck-Institut für ethnologische Forschung in Halle/Saale. Als Hochschul-Kooperationspartner wirken die Universitäten von Freiburg und Halle an der Research School mit.

ANALYSIS, DESIGN AND OPTIMISATION IN CHEMICAL AND BIOCHEMICAL PROCESS ENGINEERING, MAGDEBURG

Wie chemische und biologische Prozessführungen durch mathematische Modelle verbessert werden können, wird eines der Hauptforschungsgebiete dieser Research School sein. Dazu kooperieren das Magdeburger Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme und die Universität Magdeburg. Sprecher ist Prof. Udo Reichl vom Magdeburger Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme.

QUANTUM DYNAMICS IN PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY, POTSDAM

Quantenmechanik ist die der Struktur und Dynamik von Materie zugrunde liegende Theorie. Die IMPRS ist eine gemeinsame Initiative des Max-Planck-Instituts für Kernphysik, der Ruprecht-Karls-Universität, des Deutschen Krebsforschungszentrums, des Max-Planck-Instituts für medizinische Forschung (alle in Heidelberg), sowie der Gesellschaft für Schwerionenforschung in Darmstadt. Den Sprecher stellt das Max-Planck-Institut für Kernphysik mit Prof. Christoph Keitel.

PRIMARY METABOLISM AND PLANT GROWTH

Ein besseres Verständnis des Stoffwechsels in Pflanzen und dessen Einfluss auf das Pflanzenwachstum ist das Ziel der einzigen neu hinzugekommenen Research School der Biologisch-Medizinischen Sektion. Beteiligt sind das Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie in Potsdam sowie die Universität Potsdam. Prof. Lothar Willmitzer vom Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie ist der Sprecher der Research School.

RETALIATION, MEDIATION AND PUNISHMENT, FREIBURG, HALLE, FRANKFURT, HEIDELBERG

Retaliation, Mediation and Punishment are central issues of increasing relevance for social order and social control in a globalized world. The Max Planck Institutes for Comparative Public Law and International Law (Heidelberg), for European Legal History (Frankfurt/Main), for Foreign and International Criminal Law (Freiburg) and for Social Anthropology (Halle/Saale) are involved in this Research School. University Cooperation Partners are the Albert Ludwigs University in Freiburg and the Martin Luther University in Halle-Wittenberg. The spokesperson is Prof. Hans-Jörg Albrecht from the Max Planck Institute for Foreign and International Criminal Law.

ANALYSIS, DESIGN AND OPTIMISATION IN CHEMICAL AND BIOCHEMICAL PROCESS ENGINEERING, MAGDEBURG

One of the key research areas of this Research School will be how mathematical models can be used to improve process management in chemistry and biology. The cooperation partners in this School are the Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems and the Otto von Guericke University of Magdeburg. The spokesperson is Prof. Udo Reichl from the Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems.

QUANTUM DYNAMICS IN PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY, POTSDAM

Quantum mechanics is the underlying theory which describes the structure as well as the dynamics of matter. The IMPRS is a joint initiative of the Max Planck Institute for Nuclear Physics, Ruprecht Karls University, the German Cancer Research Center, the Max Planck Institute for Medical Research (all in Heidelberg), and the Heavy Ion Research Center (GSI) in Darmstadt. The speaker is Prof. Christoph Keitel from the Max Planck Institute for Nuclear Physics.

PRIMARY METABOLISM AND PLANT GROWTH

The study of the relationship between primary metabolism and growth in plants represents the focus of this only newly established IMPRS in the Biology & Medicine Section. It is a joint initiative of the University of Potsdam and the Max Planck Institute for Molecular Plant Physiology, with Prof. Lothar Willmitzer from the Max Planck Institute for Molecular Plant Physiology as spokesperson.

Max-Planck-Innovation – die Technologietransfer-Einrichtung der Max-Planck-Gesellschaft

Max Planck Innovation – the technology transfer unit of the Max Planck Society

Als 100%ige Tochter der Max-Planck-Gesellschaft hat die Max-Planck-Innovation GmbH (vormals Garching Innovation) die Aufgabe, Erfindungen und Entwicklungen aus Max-Planck-Instituten in die industrielle Anwendung zu vermitteln. Der Transfer neuer Ideen und Erfindungen in Produkte der Industrie wird durch sie organisiert. Durch die Vergabe von Lizenzen an zukunftsorientierte Unternehmen – insbesondere auch an Ausgründungen aus der Max-Planck-Gesellschaft – entstehen neue Produkte und Arbeitsplätze. Sie sind direkter Ausdruck des Nutzens grundlagenorientierter Forschung, wie sie in den Max-Planck-Instituten betrieben wird. Max-Planck-Innovation wurde 1970 als Garching Instrumente GmbH gegründet und operierte von 1993 bis 2006 unter dem Namen Garching Innovation. Um die enge Verzahnung mit der Max-Planck-Gesellschaft, aber auch die Mittlerrolle zwischen Wissenschaft und Industrie deutlicher zum Ausdruck zu bringen, wurde das Unternehmen im vergangenen Jahr in Max-Planck-Innovation umbenannt.

As a wholly owned subsidiary of the Max Planck Society, Max Planck Innovation GmbH (formerly Garching Innovation) has the task of implementing the inventions and developments of Max Planck Institutes in industrial applications. The company is responsible for organizing the transfer of new ideas and inventions from an institute context to industrial production. By granting licenses to future-oriented business undertakings – and in particular to enterprises spun off from the Max Planck Society – new products and new jobs are created which directly reflect the benefits of basic research of the kind conducted at Max PlanckInstitutes. Max Planck Innovation was originally founded in 1970 as Garching Instrumente GmbH, and operated from 1993 until 2006 under the name Garching Innovation. In order to more clearly emphasize its close ties with the Max Planck Society, as well as its role as an intermediary between science and industry, the company was last year renamed Max Planck Innovation.

Pro Jahr evaluiert Max-Planck-Innovation durchschnittlich 130 Erfindungen, von denen schließlich etwa 70 zu einer Patentanmeldung führen. In den letzten fünf Jahren wurden 29 Ausgründungen betreut, über 450 Lizenzverträge abgeschlossen und daraus rund 100 Millionen Euro an Erlösen für die Erfinder, Institute und die Max-Planck-Gesellschaft erzielt. Mit dieser Bilanz zählt Max-Planck-Innovation weltweit zu den erfolgreichsten Technologietransfer-Einrichtungen.

Im Jahr 2006 hat Max-Planck-Innovation (MI) insgesamt 81 Verwertungsverträge abgeschlossen (2005: 82). 151 neue Verwertungsaufträge wurden erteilt (2005: 135). Der Lizenzumsatz betrug rd. 9,5 Mio. EUR (2005: 19,8 Mio. EUR) und war damit deutlich niedriger als im vergangenen Jahr. Diese Reduktion ist zurückzuführen auf das Ende der Patentlaufzeit von FLASH *(Fast Low Angel Shot)* im Februar 2006. FLASH ermöglicht es, die Untersuchungszeiten im Kernspintomografen um das Hundertfache zu verkürzen und sogar Filme aufzunehmen. Es war das bisher erfolgreichste Patent der MPG und erbrachte Lizenzeinnahmen von rund 150 Mio. Euro. Nach der Zulassung

Year on year, Max Planck Innovation evaluates an average of 130 inventions, around 70 of which ultimately lead to patent applications. In the past five years the company has overseen 29 spin-offs, concluded over 450 licensing agreements and generated some EUR 100 million in revenues for inventors, institutes and the Max Planck Society. With performance like this, Max Planck Innovation ranks among the world's most successful technology transfer specialists.

In 2006 Max Planck Innovation (MI) concluded a total of 81 exploitation agreements (2005: 82). 151 new exploitation agreements were granted (2005: 135). License income at EUR 9.5 million (2005: EUR 19.8 million) was substantially lower than the year before. This reduction is attributable to the fact that the company's FLASH (Fast Low Angle Shot) patent expired in February 2006. FLASH allows nuclear spin tomography scanning times to be reduced by a factor of a hundred or more and even makes it possible to take films. To date, this has ranked as the most successful patent registered by the MPS, generating licensing revenues in the order of EUR 150 million. However,

des Krebsmedikaments Sutent® Anfang 2006 durch die US-amerikanische Arzneimittelbehörde FDA und im Juli 2006 für Europa hofft Max-Planck-Innovation jedoch auf eine ähnlich erfolgreiche Entwicklung dieses Patents (weitere Informationen zu Sutent® und anderen erfolgreichen Lizenzprojekten sind auf der Webseite von MI unter Aktuelles/Pressemitteilungen zu finden: www.max-planck-innovation.de).

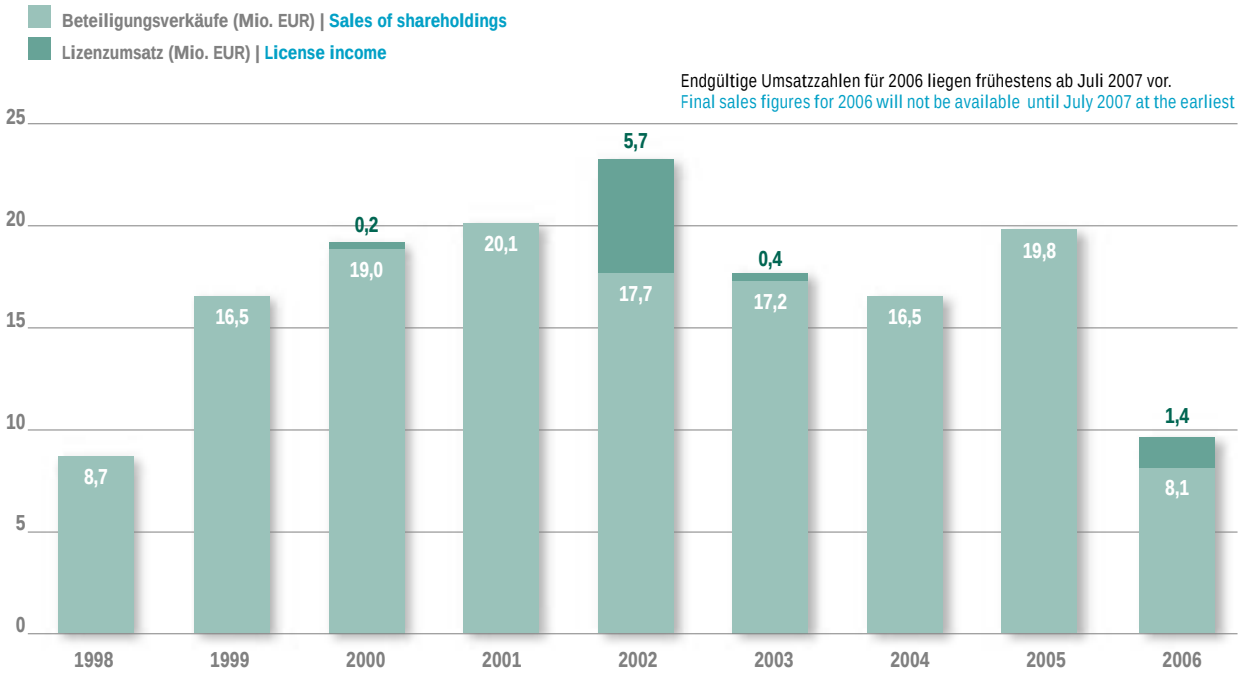
Insgesamt wurden aus der Max-Planck-Gesellschaft in 2006 zwei Unternehmen im Life Science-Bereich ausgegründet. Zudem wurde für zwei weitere MPG-Ausgründungen, die bereits in vorhergehenden Jahren gegründet worden waren, jeweils eine Erstfinanzierung eingeworben:

- Im Juli 2006 konnte die **KINAXO BIOTECHNOLOGIES GMBH**, Martinsried, mit dem High-Tech-Gründerfonds eine Seed-Finanzierung in Höhe von 500 Tsd. Euro in Form eines Nachrangdarlehens in Kombination mit einer offenen Beteiligung abschließen. Darüber erweiterten die Gründungsgesellschafter Prof. Dr. Axel Ullrich, Dr. Hellmut Kirchner, Axel Leimer und die BioM AG ihr finanzielles Engagement und beteiligten sich ebenfalls an dieser Finanzierungsrunde. Die KINAXO, welche im Dezember 2005 aus dem MPI für Biochemie in Martinsried ausgegründet wurde, verfügt über weltweit exklusive Lizenzrechte zur Durchführung und Nutzung der KinaTorTM-Technologie für Dienstleistungen.

following the approval of the cancer drug Sutent® early in 2006 by the US Food and Drug Administration and the subsequent European approval of the drug in July 2006, Max Planck Innovation is hopeful that this patent will deliver similar success (further information on Sutent® and other successful licensing projects is available on the MI web site at www.max-planck-innovation.de/en/ under the heading of News/Press Releases).

Two companies were spun off from the Max Planck Society in 2006 in the field of life sciences. In addition, initial financing was attracted for two further MPS spin-offs, which were set up in previous years:

- In July 2006 **KINAXO BIOTECHNOLOGIES GMBH**, Martinsried, entered into an agreement with the High-Tech Gründerfonds under which the venture capital fund will provide seed capital in the amount of EUR 500,000 in the form of a subordinated loan in combination with a stake in the company. The founding shareholders Prof. Dr. Axel Ullrich, Dr. Hellmut Kirchner, Axel Leimer and BioM AG also took part in this financing round and upped their financial commitment. Having been spun off from the MPI for Biochemistry in Martinsried in December 2005, KINAXO holds worldwide exclusive licensing rights to the use and implementation of KinaTor™ technology. The function of this technology is to

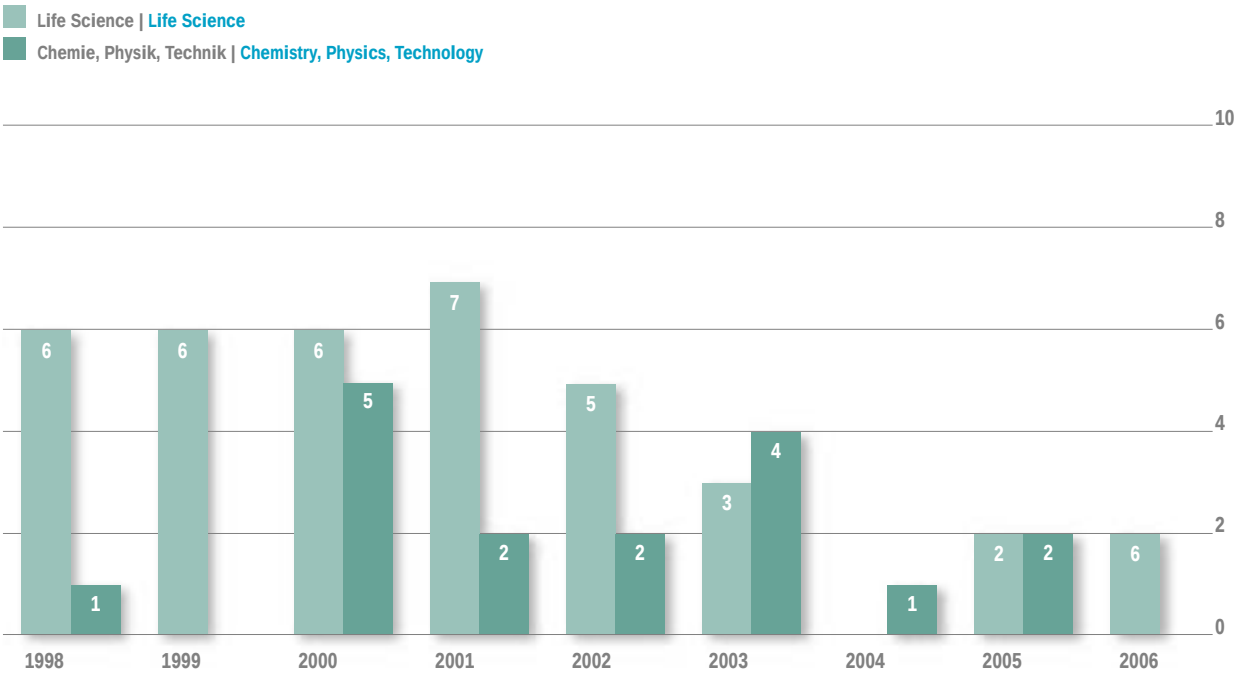


Diese Technologie ermöglicht es, die zellulären Protein-Targets (Angriffspunkte) von pharmazeutischen Wirkstoffkandidaten zu identifizieren. Somit können Wirkstoffe zielgerichtet verbessert und Nebenwirkungsrisiken frühzeitig minimiert werden.

- Im Dezember 2006 konnte auch die **ECMTEC GMBH** mit dem High-Tech-Gründerfonds eine Seed-Finanzierung von 500 Tsd. Euro abschließen. Das Risikokapital wird für die Entwicklung einer Maschinenserie und Markteinführung eingesetzt. Die ECMTEC entwickelt, produziert und vertreibt eine Maschinenserie auf Grundlage eines neuartigen, elektrochemischen Mikrobearbeitungsverfahrens. Mit diesem Verfahren wird unter Nutzung ultrakurzer Spannungsimpulse die Herstellung dreidimensionaler Strukturen in der Größenordnung weniger Mikrometer mit einer konkurrenzlosen Präzision im Nanometerbereich möglich. Die Gründung der ECMTEC baut auf einer mehrjährigen Zusammenarbeit des Fritz-Haber-Instituts (FHI) der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und dem Hahn-Schickard-Institut für Mikroaufbautechnik in Stuttgart auf und ist ein Beispiel für die gelungene Kombination von exzellenter Grundlagenforschung mit angewandter Ingenieursentwicklung. Durch die Finanzierung des High-Tech-Gründerfonds kann die bisher für den Forschungsbereich existierende Werkzeugmaschine auch im industriellen Fertigungsbereich Anwendung finden.

facilitate identification of cellular protein targets for potential pharmaceutical agents, thereby enabling active ingredients to be specifically improved, while minimizing the risk of side effects at an early stage.

- In December 2006 **ECMTEC GMBH** was also successful in arranging EUR 500,000 in seed financing from the High-Tech Gründerfonds. This venture capital will be used to develop and market a range of machines. ECMTEC develops, manufactures and sells machines that are based around a new electrochemical micro-processing technique. This procedure involves the use of ultra-short voltage pulses to create three-dimensional structures in the order of a few microns in size with a precision unrivalled in the nanometer range. The establishment of ECMTEC was a logical next step following several years of cooperation between the Max Planck Society's Fritz Haber Institute (FHI) and the Hahn-Schickard-Institut für Mikroaufbautechnik in Stuttgart. It is a prime example of the successful combination of outstanding basic research and applied engineering development. Thanks to the financing from the High-Tech Gründerfonds, the machine tools previously available for research purposes can now also be developed for industrial manufacturing applications.



Überaus positiv ist die Anzahl von 10 abgeschlossenen Folgefinanzierungsrunden von MPG-Ausgründungen. Dazu gehören:

- die **PROTAGEN AG**, eine Ausgründung aus der Ruhr-Universität Bochum und dem MPI für molekulare Genetik in Berlin. Protagen hat sich seit 1997 erfolgreich als Anbieter im Bereich Proteomics, Bio-IT und Protein-Biochips auf dem Markt etablieren können. Im März 2006 erhielt Protagen in einer zweiten Finanzierungsrunde neue Finanzmittel in Höhe von 3,3 Mio. Euro. Neben dem neuen Investor MIG AG (Lead-Investor) hat sich auch die S-Venture Capital Dortmund an dieser Finanzierungsrunde beteiligt.

- **JADO TECHNOLOGIES** (JadoLabs GmbH), eine Ausgründung aus dem MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik in Dresden, erhielt im Sommer 2006 in einer zweiten Finanzierungsrunde von einem Investorenkonsortium neue Finanzmittel in Höhe von ca. 1,9 Mio. Euro. Neben den Altinvestoren PEPPERMINT. Financial Partners (Lead Investor), Dresden Fonds GmbH, Max-Planck-Gesellschaft und Prof. Dr. Kai Simons hat sich auch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) an dieser Finanzierungsrunde beteiligt. In einem *second closing* investierte der EMBL Venture Funds im Herbst 2006 eine weitere Million Euro. JADO plant, durch die neuen Finanzmittel und mit Hilfe ihrer geschützten Raft Intervention Technologie® ein Proof-of-Concept bei Influenza und HIV und erste klinische Prüfungen am Menschen mit Wirkstoffkandidaten gegen Typ I Allergien wie Nesselsucht und Asthma zu erlangen.

- Die **U3 PHARMA AG**, die basierend auf den Forschungsarbeiten des Gründers Prof. Axel Ullrich zielgerichtete Krebstherapeutika entwickelt, hat im Mai 2006 ihre dritte Finanzierungsrunde unter dem Lead Investor Life Sciences Partners (LSP) und unter Beteiligung der Altinvestoren, wie u.a. Alta Partners, Atlas Venture, E. de Rothschild Investment Partners und BMSIF Singapore EDB, in Höhe von über 27 Mio. Euro abschließen können. Mit dieser Finanzierungsrunde konnte zugleich Dr. Karsten Henco für die Firma als neuer Chief Executive Officer gewonnen werden.

- Im Juli 2006 konnte die **SCIENION AG**, ein Spin-off des MPI für molekulare Genetik in Berlin, eine weitere Finanzierungsrunde von rd. 4,5 Mio. Euro abschließen. Als neue Investoren beteiligten sich die NRW.BANK sowie S-Venture Capital Dortmund gemeinsam mit den Altinvestoren PEPPERMINT. Financial Partners, IBB Beteiligungsgesellschaft und der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) an dieser Finanzierungsrunde. Scienion hat 2003 erfolgreich das Dispensiersystem sciFLEXARRAYER auf den Markt gebracht. Der

On a highly positive note, a total of 10 follow-up financing arrangements have been successfully concluded for other MPS spin-offs. These include:

- **PROTAGEN AG**, a spin-off from the Ruhr University Bochum and the MPI for Molecular Genetics in Berlin. Since 1997 Protagen has successfully established a market position for itself in the field of proteomics, bio-IT and protein biochips. In a second round of financing in March 2006, Protagen was awarded EUR 3.3 million in new funding. In addition to the new lead investor MIG AG, this round also included participation by S-Venture Capital Dortmund.

- In a second round of financing in summer 2006 **JADO TECHNOLOGIES** (JadoLabs GmbH), a spin-off from the MPI for Molecular Cell Biology and Genetics in Dresden, received around EUR 1.9 million in funding from a consortium of investors. The existing investors PEPPERMINT Financial Partners (lead investor), Dresden Fonds GmbH, the Max Planck Society and Prof. Dr. Kai Simons were joined in this round by the KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau). Subsequently in a second closing in autumn 2006, EMBL Venture Funds invested a further one million euro. With this new funding, using its protected Raft Intervention Technologie® JADO is planning a proof of concept study for influenza and HIV and initial clinical trials on human patients to test potential agents to counter Type I allergies such as hives and asthma.

- **U3 PHARMA AG**, which is engaged in the development of targeted cancer treatments based on the research work of founder Prof. Axel Ullrich, successfully completed its third financing round in May 2006, raising in excess of EUR 27 million in funding from lead investor Life Sciences Partners (LSP) with the participation of existing investors including Alta Partners, Atlas Venture, E. de Rothschild Investment Partners and BMSIF Singapore EDB. At the same time, the company also succeeded in recruiting Dr. Karsten Henco as its new Chief Executive Officer.

- In July 2006 **SCIENION AG**, another spin-off from the MPI for Molecular Genetics in Berlin, succeeded in raising a further approx. EUR 4.5 million. This round saw new investors NRW BANK and S-Venture Capital Dortmund join with existing funders PEPPERMINT Financial Partners, IBB Beteiligungsgesellschaft and the KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau). Scienion successfully brought its dispensing system sciFLEXARRAYER to market in 2003. The range of uses for this system in biotechnology includes applications in DNA and protein chip technology, high throughput screen-

Einsatzbereich dieses Systems in der Biotechnologie umfasst Applikationen in der DNA- und Proteinchip-Technologie, High Throughput Screening, die Herstellung von Cell Transfection Assays, die Bestückung von Probenträgern für die Massenspektrometrie sowie die Herstellung von Chips aus verschiedenen Chemikalien und Wirkstoffen.

- Die **AFFECTIS PHARMACEUTICALS AG**, die 2002 auf Initiative von Prof. Florian Holsboer aus dem MPI für Psychiatrie in München ausgegründet wurde, konnte im Oktober 2006 über ein Investorenkonsortium bestehend aus dem Neu-Investor Aescap Venture sowie den Altinvestoren Life Science Partners (LSP) und EMBL Venture eine dritte Finanzierungsrunde in Höhe von 12 Mio. Euro erfolgreich abschließen. Die Affectis Pharmaceuticals entwickelt innovative Medikamente zur Behandlung psychischer Erkrankungen, insbesondere von Depressionen und Schizophrenie.

ing, the production of cell transfection assays, loading sample carriers for use in mass spectrometry and the production of chips from various chemicals and agents.

- **AFFECTIS PHARMACEUTICALS AG**, which was spun off from the MPI for Psychiatry in Munich in 2002 on the initiative of Prof. Florian Holsboer, completed a third round of financing in October 2006 in which the company secured EUR 12 million in funding from a consortium comprising new investor Aescap Venture and existing investors Life Sciences Partners (LSP) and EMBL Venture. Affectis Pharmaceuticals develops innovative drugs for the treatment of mental illnesses, particularly depression and schizophrenia.

MPG-AUSGRÜNDUNGEN SEIT 1990

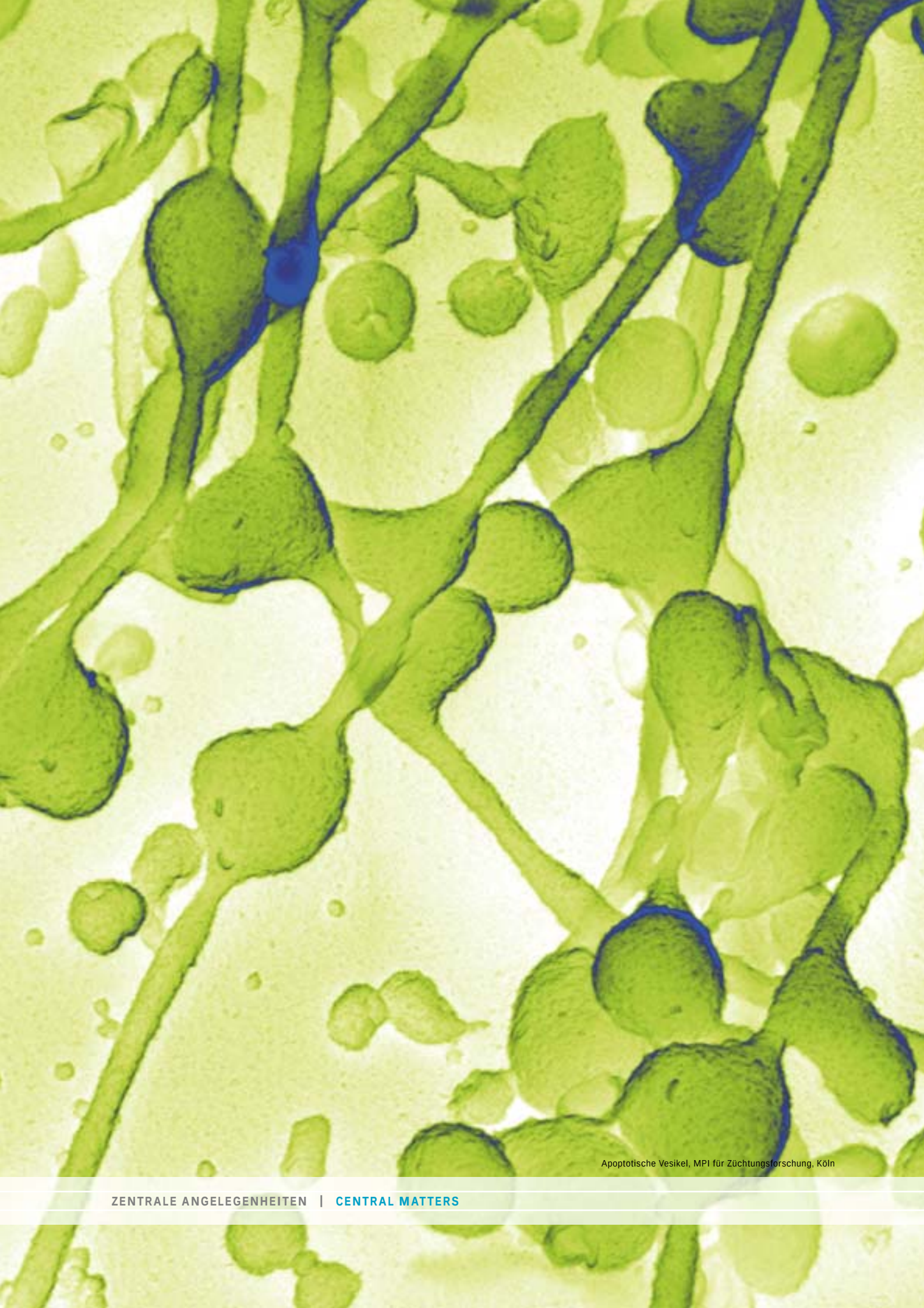
75 MPG-Ausgründungen, davon:

- 46 Projekte aktiv von Max-Planck-Innovation begleitet
- 44 Venture Capital-finanziert
- 7 börsennotierte Firmen
- 11 M&A-Deals
- rd. 2.300 Arbeitsplätze, davon wurden rd. 1.800 Arbeitsplätze in den Verwertungs-Spin-offs geschaffen
- 23 MPG-Beteiligungen, davon 3 Exits, 2 Teil-Exits und 4 Abschreibungen

MPS SPIN-OFFS SINCE 1990

In this time there have been 75 MPS spin-offs including:

- 46 projects actively coached by Max Planck Innovation
- 44 undertakings financed with venture capital
- 7 listed companies
- 11 M&A deals
- Some 2,300 jobs of which around 1,800 were created at spin-off companies
- 23 participating interests by the MPS, inc. 3 exits, 2 partial exits and 4 write-offs



Apoptotische Vesikel, MPI für Züchtungsforschung, Köln

Finanzen
Finances

Die Zuschüsse zum Haushalt der Max-Planck-Gesellschaft werden von Bund und Ländern gemeinsam je zur Hälfte getragen **(HAUSHALT A)**. Die Berechnung der Länderfinanzierungsbeiträge beruht auf einem jährlich neu erstellten Schlüssel und der „Sitzlandquote", die seit 2000 jeweils 50 v. H. beträgt. Außerdem können von den Beteiligten mit Zustimmung aller Vertragspartner über den jeweiligen Finanzierungsanteil hinausgehende Leistungen erbracht werden.

Hiervon abweichend wird das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik vom Bund und von den Sitzländern Bayern und Mecklenburg-Vorpommern nach den Regelungen für Großforschungseinrichtungen im Verhältnis 90:10 finanziert **(HAUSHALT B)**. Darüber hinaus erhält dieses Institut Zuschüsse von EURATOM für ein gemeinsames Forschungsprogramm im Rahmen von Assoziationsverträgen.

Neben den Zuschüssen von Bund und Ländern zur institutionellen Förderung erhalten die Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute Projektfördermittel von Bundes- und Länderministerien und von der EU, Zuwendungen von privater Seite sowie Mitgliedsbeiträge, Spenden und Entgelte für eigene Leistungen.

Germany's federal government and its constituent states each provide half of the funding for the Max Planck Society's budget **(BUDGET A)**. The financial contributions provided by the states are determined by a distribution formula, which is re-calculated each year, and by the "home state formula", which has been maintained at 50 percent since 2000. Furthermore, all partners may agree to provide extra funding in addition to the specified levels, provided all contractual parties agree to this.

The exception to this system is the Max Planck Institute for Plasma Physics, which is funded by the German government and the home states of Bavaria and Mecklenburg-Western Pomerania in a ratio of 90:10 **(BUDGET B)**. This institute also receives subsidies from EURATOM for a joint research program as part of association agreements.

In addition to the subsidies for institutional support from the German federal government and its states, the Max Planck Society and its institutes receive project funding from the ministries of the federal and state governments, and from the European Union, private contributions, membership dues, donations and remuneration for services rendered.

STRUKTUR DES GESAMTHAUSHALTS — COMPOSITION OF THE TOTAL BUDGET

TEILHAUSHALTE COMPONENT BUDGETS	EINNAHMEN REVENUE	AUSGABEN EXPENDITURE	
HAUSHALT A — BUDGET A (Haushalte der Institute einschließlich der rechtlich selbständigen Max-Planck-Institute für Eisenforschung und für Kohlenforschung – mit Ausnahme des Haushalts des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik) (Budgets of all MPIs, including the legally independent MPIs for Iron Research and Coal Research – excluding the budgets of the MPI for Plasma Physics)	Eigene Einnahmen Own income	Personalausgaben Personnel costs	Betriebsausgaben Total operating costs
	Anteilsfinanzierung durch Bund und Länder Joint funding from the federal and state governments		
	Sonderfinanzierung durch Bund und Länder Special funding from the federal and state governments	Sächliche Ausgaben Other operating costs	
	Projektförderung durch Bund, Länder, sonstige öffentliche Zuschüsse, nicht-öffentliche Zuschüsse und Zuschüsse aus dem Privaten Vermögen Project funding from the federal and state governments, other public subsidies, non-public subsidies, and subsidies from MPI sources	Zuschüsse Allocations	
HAUSHALT B — BUDGET B (Max-Planck-Institut für Plasmaphysik) (Max Planck Institute for Plasma Physics)	Finanzierung durch Bund, Sitzländer, Zuschüsse von EURATOM, Projektförderung, eigene Einnahmen Funding from the federal government and home states, subsidies from EURATOM, project funding, own income	Bauinvestitionen Construction investments	Investitionen Investments
		Sonstige Investitionen Other investments	

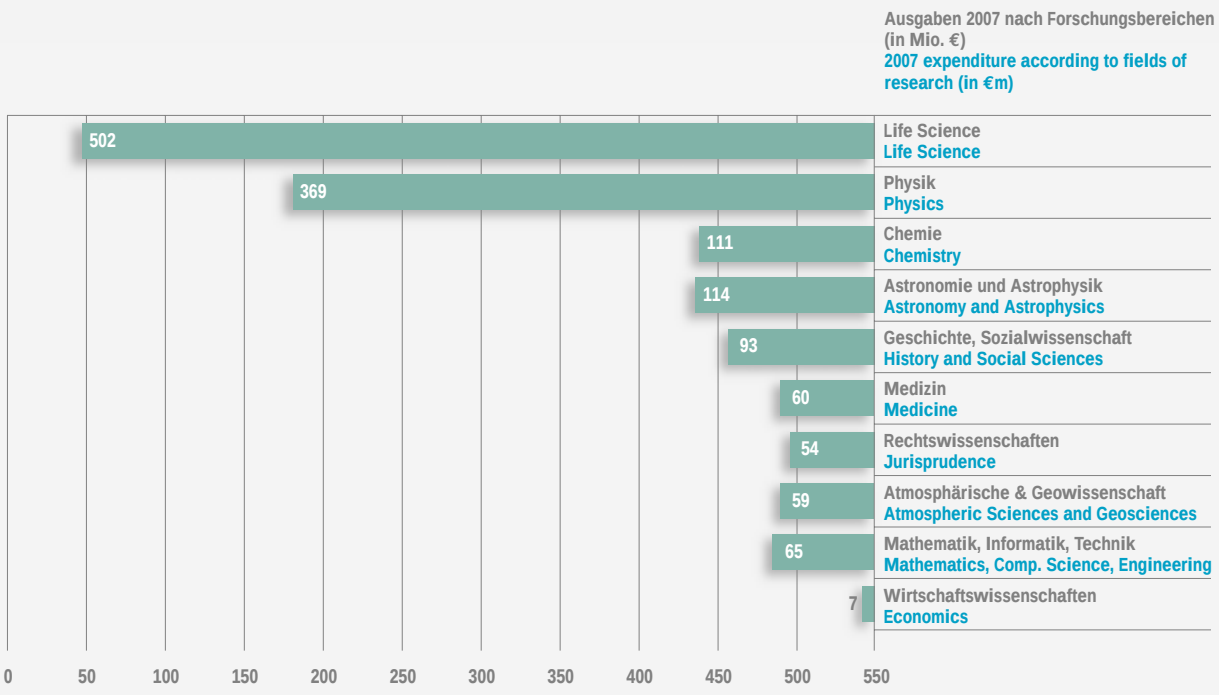
Haushaltsplan 2007 – Gesamthaushalt
2007 Budget – Total budget

Der **Gesamthaushalt** der Max-Planck-Gesellschaft umfasst die Haushalte A (Haushalte der Institute einschließlich der rechtlich selbständigen Max-Planck-Institute für Eisenforschung GmbH und für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung)) und B (Haushalt des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik).

The **total budget** of the Max Planck Society covers Budget A – the budgets of the Institutes including the legally independent MPIs for Iron Research GmbH and for Coal Research (independent foundation) – and Budget B, the budget of the Max Planck Institute for Plasma Physics.

HAUSHALTSPLAN 2007 | 2007 BUDGET

		HAUSHALT A (MPG) T€ BUDGET A (MPG) 1000 €	HAUSHALT B (MPI für Plasmaphysik) T€ BUDGET B (MPI for Plasmaphysik) 1000 €	GESAMTHAUSHALT (MPG) T€ TOTAL BUDGET (MPG) 1000 €
EINNAHMEN	**INCOME**			
Eigene Einnahmen	Own Income	47 705	35 172	82 877
Projektförderung	Project funding	202 772	0	202 772
Sonderfinanzierung	Other funding	9 710	0	9 710
EINNAHMEN GESAMT	**REVENUE**	260 187	35 172	295 359
AUSGABEN				
Personalausgaben	Personnel costs	479 000	54 631	533 631
Sächliche Ausgaben	Other operating costs	295 000	36 422	331 422
Zuweisungen, Zuschüsse	Allocations	112 710	561	113 271
ZWISCHENSUMME	**TOTAL OPERATING EXPENDITURE**	886 710	91 614	978 324
Baumaßnahmen	Construction expenditure	88 748	23 413	112 161
Apparatemittel, sonstige Investitionen	Other financing expenditure	124 756	5 896	130 652
ZWISCHENSUMME	**TOTAL INVESTMENT EXPENDITURE**	213 504	29 309	242 813
Projektförderung	Project funding	202 772	0	202 772
Sonderfinanzierung	Special funding	9 710	0	9 710
AUSGABEN GESAMT	**TOTAL EXPENDITURE**	1 312 696	120 923	1 433 619
ZUSCHUSSBEDARF	**SUBSIDY REQUIREMENT**	1 052 509	85 751	1 138 260



HAUSHALT A

Der Senat der Max-Planck-Gesellschaft hat in seiner Sitzung am 24. November 2006 den Haushaltsplan 2007 auf der Grundlage des Beschlusses der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung vom 26. Juni 2006 festgestellt. Danach wurde der Max-Planck-Gesellschaft von Bund und Ländern eine Anhebung des Zuschusses um 3% zugestanden.

Die institutionelle Förderung (Anteilsfinanzierung) des Bundes und der Länder beträgt 1.052,5 Mio. €. Der Zuschussbedarf der Max-Planck-Gesellschaft steigt gegenüber 2006 um 30,7 Mio. €.

BUDGET A

In its session of 24 November 2006, the Senate of the Max Planck Society approved the 2007 budget on the basis of the resolution passed by the Bund-Länder Commission for Educational Planning and Research Promotion on 26 July 2006, whereby the Max Planck Society was granted a 3% increase in funding by the federal and state governments.

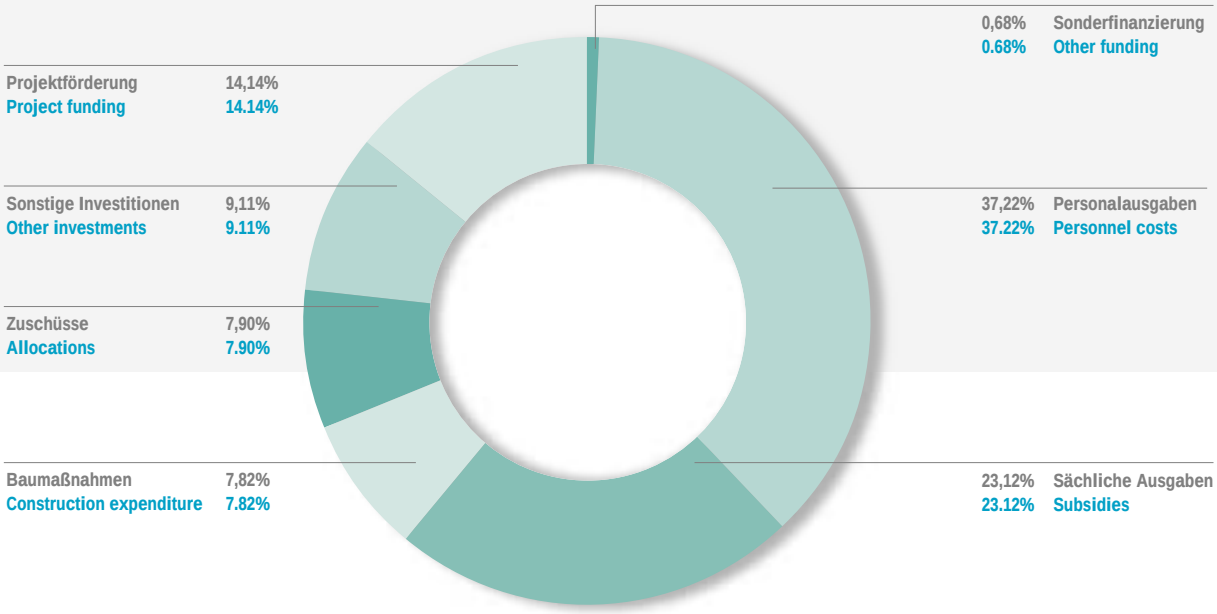
Institutional funding (proportionate financing) by the federal and state governments amounts to € 1,052.5m. The Max Planck Society's need for additional subsidies thus has increased by € 30.7m compared to 2006.

HAUSHALT A | BUDGET A

		HAUSHALTSPLAN 2006 IN T€ / BUDGET 2006 IN 1000	HAUSHALTSPLAN 2007 IN T€ / BUDGET 2007 IN €1000	VERÄNDERUNGEN IN % / CHANGES IN %	
ANTEILS-FINANZIERUNG	PROPORTIONATE FUNDING	1 021 853	1 052 509	3,00	3.00
Zuschuss für Betriebsausgaben	Subsidies for operating expenditure	846 677	858 863	1,44	1.44
Zuschuss für Investitionen	Subsidies for investment	175 176	193 646	10,54	10.54
Sonderfinanzierung	Special funding	5 023	9 710	93,31	93.31
Projektförderung	Project funding	174 500	202 772	16,20	16.20

Der Stellenplan enthält insgesamt 8.220,0 Stellen bzw. Beschäftigungsmöglichkeiten.
Die Projektförderung wurde aufgrund der erwarteten Bewilligungen mit 202,8 Mio. € berücksichtigt.

The employment plan encompasses a total of 8,220.0 jobs and employment opportunities.
In view of expected subsidies, project funding amounts to € 202.8m.



HAUSHALT B - MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK

Der Wirtschaftsplan des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik umfasst seit 1997 die Teilinstitute in Garching und Greifswald. Durch die am 24. Mai 1996 unterzeichnete Verwaltungsvereinbarung zwischen dem Bund, dem Freistaat Bayern und dem Land Mecklenburg-Vorpommern konnte die Finanzierung und die Stellensituation beider Standorte des Instituts längerfristig gesichert werden.

Im Wirtschaftsplan 2007 sind Ausgaben in Höhe von etwa 121 Mio. €. veranschlagt. Gegenüber dem Vorjahr bedeutet dies eine Reduktion um 4,4 Mio. € oder rund 3,5 %.

BUDGET B – MAX PLANCK INSTITUTE FOR PLASMA PHYSICS

Since 1997 the budget of the Max Planck Institute for Plasma Physics has encompassed the two sub-institutes in Garching and Greifswald. The long-term funding and staffing situation at all Institute sites has been secured as a result of an administration agreement ratified by the German federal government, the Free State of Bavaria and the state of Mecklenburg-Western Pomerania on 24 May 1996.

The 2007 budget envisages expenditure of around € 121m. This amounts to a reduction of around € 4.4m or approximately 3.5% compared to the previous year.

Personal
Staff

GESAMTENTWICKLUNG

In der Max-Planck-Gesellschaft waren am 1. Januar 2007 insgesamt 12.607 Mitarbeiter (Vorjahr 12.434) beschäftigt, davon 4.417 Wissenschaftler (Vorjahr: 4.326), das entspricht einem Anteil von 35% an den Gesamtbeschäftigten und einem Plus von 2,1%. Ferner waren im Verlauf des Jahres 2006 in der MPG 11.306 studentische Hilfsräfte, Stipendiaten der International Max Planck Research Schools, Doktoranden, Postdoktoranden, Forschungsstipendiaten und Gastwissenschaftler tätig, das sind 3,7% mehr als im Vorjahr (10.901).

Von den Gesamtbeschäftigten wurden 10.381 Mitarbeiter (davon 3.145 Wissenschaftler) aus **institutioneller Förderung** und 1.604 Mitarbeiter (davon 1.272 Wissenschaftler) aus Mitteln der **Projektförderung** finanziert.

Der **Anteil der Frauen** ist leicht gestiegen: Er lag insgesamt bei 43,6% (Vorjahr: 43,3%): bei den Wissenschaftlern betrug er 24,4% (Vorjahr: 23,7%), und bei den nichtwissenschaftlichen Beschäftigten 54,8% (Vorjahr: 55,0%). 37,8% der Nachwuchs- und Gastwissenschaftler waren Frauen.

OVERALL DEVELOPMENT

On 1 January 2007 the Max Planck Society employed a total of 12,607 staff (previous year: 12,434), of which 4,417 were scientists (previous year: 4,326), amounting to 35% of the total number of employees and an increase of 2.1%. In addition, 11,306 student assistants, fellows of the International Max Planck Research Schools, doctoral students, postdoctoral students, research fellows and visiting scientists worked for the Max Planck Society in 2006, which is 3.7% more than in the previous year (10,901).

10,381 staff members (including 3,145 scientists) were paid from **institutional funds** and 1,604 staff members (including 1,272 scientists) were paid from **project funding**.

The **percentage of women** has risen slightly. The overall percentage is 43.6% (previous year: 43.3%); among scientific staff the ratio is 24.4% (previous year: 23.7%) and among non-scientific staff it is 54.8% (previous year: 55.0%). 37.8% of junior and visiting scientists were women.

BESCHÄFTIGTE IN DER MPG ZUM 1. JANUAR 2007 | EMPLOYEES OF THE MPS ON 1 JANUARY 2007

Beschäftigte der Max-Planck-Gesellschaft	Employees of the Max Planck Society	GESAMT / TOTAL	FRAUENANTEIL IN % / PERCENTAGE OF WOMEN		INSTITUTION. FÖRDERUNG / INSTITUTIONAL FUNDING	PROJEKT-FÖRDERUNG / PROJECT FUNDING
Direktoren und Wissenschaftliche Mitglieder	Directors and Scientific Members	265	6,0	6.0	265	–
Leiter Selbständiger Nachwuchsgruppen	Heads of Independent Junior Research Groups	61	19,7	19.7	59	2
Forschungsgruppenleiter	Senior research scientists	165	23,6	23.6	164	1
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Academic staff	3 926	25,7	25.7	2 145	1 269
WISSENSCHAFTLER GESAMT	**TOTAL SCIENTISTS**	4 417	24,4	24.4	3 145	1 272
Technisches u. EDV-IT-Personal	Technical and IT staff	3 379	43,5	43.5	3 120	258
Verwaltung	Administrative staff	1 600	73,3	73.3	1 578	27
Sonstige Dienste	Other services	2 482	57,6	57.6	2 431	35
Krankenpflegepersonal	Healthcare staff	107	70,1	70.1	107	
NICHTWISSENSCHAFTLER GESAMT	**TOTAL NON-SCIENTIFIC STAFF**	7 568	54,8	54.8	7 236	332
SUMME (Wissenschaftler + Nichtwiss. Beschäftigte)	**TOTAL (scientists + total non-scientific staff + wage earners)**	11 985	43,6	43.6	10 381	1 604
Auszubildende	Trainees	574	37,5	37.5	574	–
Praktikanten	Interns	48	35,4	35.4	41	7
BESCHÄFTIGTE INSGESAMT	**TOTAL NUMBER OF EMPLOYEES**	12 607	43,3	43.3	10 996	1 611

BESCHÄFTIGTE IN DER MPG VON 1998 BIS 2007[1)]

Das **Durchschnittsalter aller Beschäftigten** in der Max-Planck-Gesellschaft betrug zum Stichtag 41,4 Jahre (Vorjahr: 41,3 Jahre). Bei den Wissenschaftlern lag es bei 40,3 Jahren (Vorjahr: 40,4 Jahre).

Der **Anteil der Teilzeitbeschäftigten** betrug 25,4 % (Vorjahr: 25,1 %), davon waren 66,6 % Frauen (Vorjahr: 67,2 %).

Der **Anteil der Zeitverträge** der aus institutioneller Förderung finanzierten Mitarbeiter (Beschäftigte abzüglich Auszubildende und Praktikanten) lag am Stichtag bei 30,7 % (Vorjahr 29,3 %). Von den aus institutioneller Förderung finanzierten Wissenschaftlern hatten 55,6 % (Vorjahr: 52,9 %) Zeitverträge.

12,9 % der **Gesamtbeschäftigten** kamen **aus dem Ausland** (Vorjahr: 13,1 %). Bei den Wissenschaftlern betrug der Anteil der Ausländer 26,5 % (Vorjahr: 26,9 %). Von den Nachwuchs- und Gastwissenschaftlern hatten 53,8 % eine ausländische Staatsangehörigkeit (Vorjahr: 54,3 %).

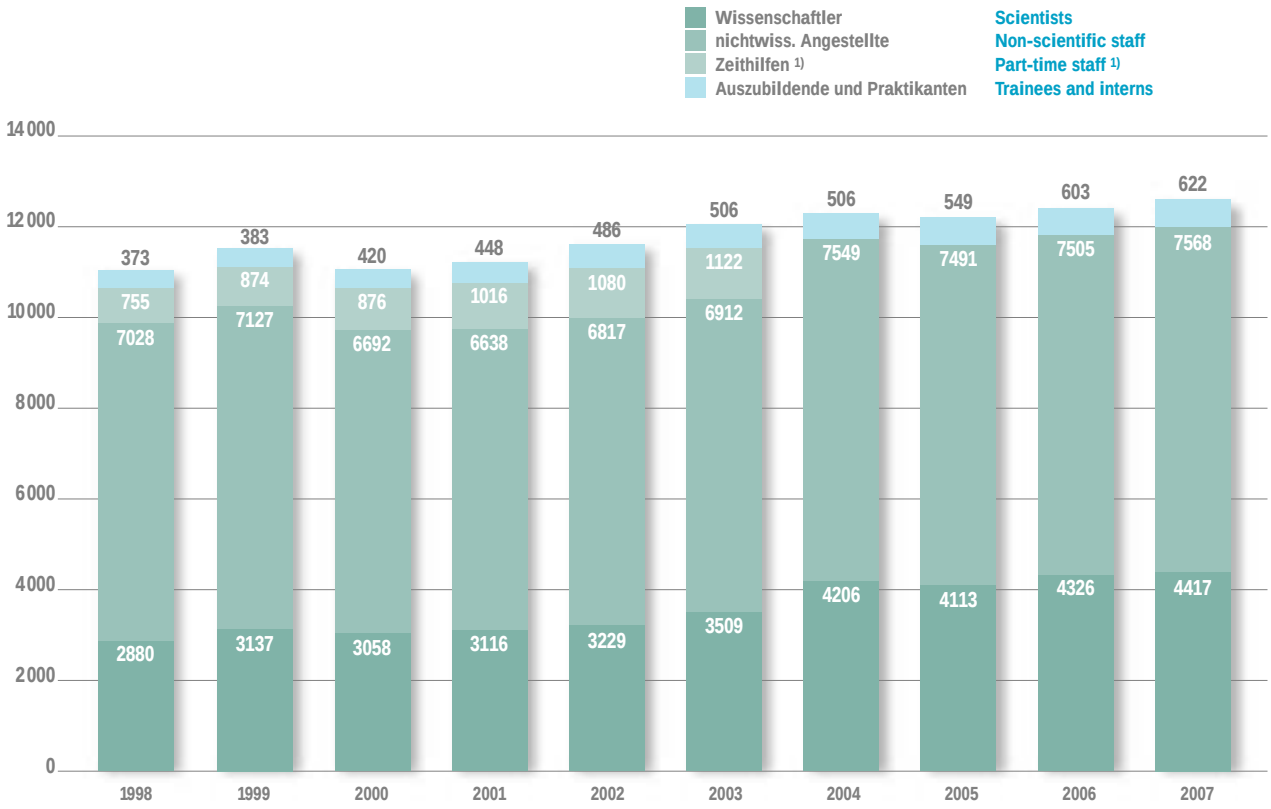
EMPLOYEES IN THE MPS FROM 1998 TO 2007[1)]

The **average age of the employees** of the Max Planck Society on 1.1.2007 was 41.4 years (previous year: 41.3 years). The average age of scientists was 40.3 years (previous year: 40.4 years).

The **proportion of part-time workers** was 25.4% (previous year: 25.1%), of which 66.6% were women (previous year: 67.2%).

The **proportion of employees with a limited contract** paid from institutional funds (not including trainees and interns) was 30.7% on 1.1.2007 (previous year: 29.3%). 55.6% of scientists paid from institutional funds were on limited contracts (previous year: 52.9%).

12.9% of the **total number of employees** were **from abroad** (previous year: 13.1%). Among scientists the percentage of foreign workers was 26.5% (previous year: 26.9%). 53.8% of junior and visiting scientists came from abroad (previous year: 54.3%).



1) Bis einschließlich 2003 sind Mitarbeiter, die als Zeithilfen beschäftigt sind, als eigene Gruppe aufgeführt, ab 2004 werden sie den entsprechenden Beschäftigtengruppen zugeordnet.

1) Until the end of 2003, part-time employees were listed as a separate group; from 2004 they are included in the relevant staff categories.

NACHWUCHS- UND GASTWISSENSCHAFTLER IM JAHR 2006 | JUNIOR AND VISITING SCIENTISTS IN 2006

		MÄNNER MEN	FRAUEN WOMEN	GESAMT TOTAL
Stud. Hilfskräfte	Student assistants	1303	1289	2592
Bachelors	Bachelors	69	58	127
Doktoranden	PhD-Students	2404	1614	4018
Postdoktoranden	Postdocs	1484	792	2276
Forschungsstipendiaten	Research Fellows	874	164	1038
Gäste	Guests	896	359	1255
GESAMT	TOTAL	7030	4276	11306

AUSBILDUNGSPLÄTZE

In der Max-Planck-Gesellschaft bieten derzeit 66 Einrichtungen Ausbildungsplätze in 40 verschiedenen Ausbildungsberufen an. Zu Beginn des Ausbildungsjahres 2006/2007 befanden sich insgesamt 592 (Vorjahr: 573) Jugendliche in einer Berufsausbildung, das sind 3,3% mehr als 2005/2006. Der Anteil der weiblichen Auszubildenden liegt bei 37,0% (Vorjahr: 37,7%). Für das Jahr 2007/2008 wurden bisher 166 neue Ausbildungsverhältnisse angekündigt.

BESCHÄFTIGUNG VON SCHWERBEHINDERTEN

In der Max-Planck-Gesellschaft waren im Berichtsjahr insgesamt 546 (Vorjahr: 560) Schwerbehinderte beschäftigt; dies entspricht einer Beschäftigungsquote von 4,05% (Vorjahr: 4,22%).

TRAINEE POSITIONS

Within the Max Planck Society, 66 institutions currently offer trainee positions in 40 different specialist fields. Once again the MPS has managed to considerably increase the number of trainee positions: at the beginning of the 2006/2007 training year, 592 young people were in the process of completing a professional course of training (previous year: 573), which is 3.3% more than in 2005/20065. Women account for 37.0% of all trainees (previous year: 37.7%). A total of 166 new trainee positions are planned so far for 2007/2008.

EMPLOYMENT OF SEVERELY DISABLED PERSONS

The Max Planck Society currently employs a total of 546 severely disabled persons (previous year: 560), amounting to 4.05% of total personnel (previous year: 4.22%).

Tochtergesellschaften, Beteiligungen und weitere Einrichtungen

Subsidiaries, Equity Interests and other Institutions

TOCHTERGESELLSCHAFTEN | SUBSIDIARIES

MAX-PLANCK-INNOVATION GMBH, MÜNCHEN

Die Gesellschaft verwaltet die Patente der Max-Planck-Gesellschaft. Sie schließt und überwacht Lizenz- und Optionsverträge zu MPG-Erfindungen und berät die Max-Planck-Gesellschaft bei Verträgen zu wissenschaftlichen Kooperationen. Allen Angehörigen der MPG bietet sie Beratung und Hilfe bei der Gründung von Unternehmen, die auf Technologien aus den Instituten beruhen. Sie verhandelt eigenständig über Beteiligungen der Max-Planck-Gesellschaft an diesen und nimmt treuhänderisch für die Max-Planck-Gesellschaft das laufende Beteiligungsmanagement wahr. Geschäftsführung: **Dr. Jörn Erselius**.

The company administers the patents of the Max Planck Society. It concludes license and option agreements on MPI inventions and advises the Max Planck Society on scientific cooperation agreements. It offers all members of the MPS advice and assistance in founding companies based on technologies developed in the institutes. It independently negotiates equity interests of the Max Planck Society in these companies and conducts ongoing equity management as a trustee of the Max Planck Society. CEO: **Dr. Jörn Erselius**.

MINERVA STIFTUNG – GESELLSCHAFT FÜR DIE FORSCHUNG MBH, MÜNCHEN

Zweck der Gesellschaft ist die Förderung der wissenschaftlichen Forschung durch den Betrieb von Forschungs- und Forschungshilfseinrichtungen aller Art und die Unterstützung von Forschungsvorhaben – insbesondere in Israel – sowie die Verwertung von Forschungsergebnissen. Geschäftsführer: **Prof. Dr. Rüdiger Wolfrum** (Direktor am Max-Planck-Institut für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht) und **Dr. Berthold Neizert** (Leiter des Referats für Internationale Beziehungen in der Generalverwaltung).

The company aims to support scientific research by maintaining a wide range of research institutions and facilities, to assist research projects – especially in Israel – and to utilize the results of research. CEOs: **Prof. Rüdiger Wolfrum** (Director at the MPI for Foreign Public Law and International Law) and **Dr. Berthold Neizert** (head of the International Relations Section at the Administrative Headquarters of the MPS).

BETEILIGUNGEN | EQUITY INTERESTS

Die Max-Planck-Gesellschaft hält neben ihren Tochtergesellschaften Beteiligungen in unterschiedlicher Höhe an anderen Unternehmen bzw. internationalen Großprojekten, um Synergieeffekte für wissenschaftliche Aufgabenstellungen bestmöglich zu nutzen.

In addition to its subsidiaries, the Max Planck Society also holds various equity interests in other companies and major international projects in order to make the best possible use of synergy effects in its scientific endeavors.

BERLINER ELEKTRONENSPEICHERRING-GESELLSCHAFT FÜR SYNCHROTRONSTRAHLUNG MBH (BESSY), BERLIN

Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V., Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH, Stiftung Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Hamburg, Forschungszentrum Jülich GmbH, Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. Aufgabe ist die Errichtung, der Betrieb und die Weiterentwicklung einer Speicherringanlage als Synchrotronstrahlungsquelle für Zwecke der Grundlagen- und der angewandten Forschung. Bis zum Ablauf des Jahres 2007 haben BESSY und die Max-Planck-Gesellschaft die entgeltliche Bereitstellung eines Leistungskontingents mittels Kooperations-

vertrag vereinbart. Nutzer aus der Max-Planck-Gesellschaft sind überwiegend das Fritz-Haber-Institut, Berlin, das MPI für Mikrostrukturphysik, Halle, das MPI für Plasmaphysik, Garching/ Greifswald, sowie das MPI für Metallforschung, Stuttgart.

The partners of the company are the Max Planck Society, Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH, the German Synchrotron Research Center (DESY), Hamburg, Forschungszentrum Jülich GmbH, and Forschungszentrum Karlsruhe GmbH. The corporate objective is to establish, operate and develop a storage ring as a synchrotron radiation source for the purposes of basic and applied research. In a cooperation agreement, BESSY and the Max Planck Society have undertaken to provide a service contingent subject to remuneration until the end of 2007. The main users within the MPS are the Fritz Haber Institute in Berlin, the MPI for Microstructure Physics in Halle, the MPI for Plasma Physics in Garching/ Greifswald, and the MPI for Metals Research in Stuttgart.

CENTRO ASTRONÓMICO HISPANO ALEMÁN, AGRUPACIÓN DE INTERÉS ECONÓMICO (CAHA, A.I.E.), ALMERÍA/ SPANIEN

Das Centro Astronómico Hispano Alemán wird von der Max-Planck-Gesellschaft und dem Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) gemeinsam je zur Hälfte finanziert. Gegenstand des Unternehmens ist der Betrieb des Calar Alto Observatoriums. Direktor am Observatorium ist **Dr. Joao Alves**. Partner in der Max-Planck-Gesellschaft ist das MPI für Astronomie in Heidelberg.

The Centro Astronómico Hispano Alemán is jointly financed by the Max Planck Society and the Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), with each institution providing half the funding. The company operates the Calar Alto Observatory. Director at the Observatory is **Dr. Joao Alves**. Its partner within the Max Planck Society is the Max Planck Institute for Astronomy in Heidelberg.

DEUTSCHES KLIMARECHENZENTRUM GMBH, HAMBURG

Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Freie und Hansestadt Hamburg (vertreten durch die Universität Hamburg), GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. Als überregionale Serviceeinrichtung stellt das DKRZ Rechenzeit und technische Unterstützung für die Durchführung von Simulationsrechnungen mit aufwändigen numerischen Modellen für die Klimaforschung und verwandte Gebiete bereit. Die Nutzer aus der MPG kommen vorrangig aus dem MPI für Meteorologie in Hamburg, dem MPI für Chemie in Mainz sowie dem MPI für Biogeochemie in Jena.

The partners are the Max Planck Society, the Free and Hanseatic City of Hamburg (represented by the University of Hamburg), GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH, and the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research in Bremerhaven. As a national service institution, the DKRZ provides computer time and technical support in conducting simulations using elaborate numerical models for climate research and related disciplines. The main users within the MPS are the MPI for Meteorology in Hamburg, the MPI for Chemistry in Mainz, and the MPI for Biogeochemistry in Jena.

DEUTSCHES RESSOURCENZENTRUM FÜR GENOMFORSCHUNG GMBH, BERLIN

Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft, das Deutsche Krebsforschungszentrum, Heidelberg, und das Max-Delbrück-Centrum für molekulare Medizin, Berlin. Aufgabe des Unternehmens ist zum einen als zentrale Infrastruktureinrichtung die Bereitstellung von Referenzmaterialien sowie der Aufbau, die Aktualisierung und Bereitstellung von genomanalytischen Daten in der Primärdatenbank, die von Wissenschaftlern im In- und Ausland genutzt werden kann. Zum anderen entwickelt das RZPD als überregionale Serviceeinrichtung neue Werkzeuge und deren Anwendungsmöglichkeiten für wissenschaftliche Fragestellungen der Genomforschung, um so den Fortschritt der Arbeit von Forschungsgruppen zu katalysieren. Zum Sommer 2007 wird das RZPD seinen operativen Betrieb einstellen.

The partners are the Max Planck Society, the German Cancer Research Center in Heidelberg, and the Max Delbrück Center for Molecular Medicine in Berlin. The aim of the company is to provide reference material in its capacity as a central infrastructural institution, and to establish, update and provide access to genome analysis data in its primary database, which can be used by scientists both in Germany and abroad. As a national service facility, the RZPD also develops new tools and applications for scientific questions in genome research to encourage progress in the work of research groups. In Summer 2007 the RZPD will finish operations.

EUROPEAN INCOHERENT SCATTER SCIENTIFIC ASSOCIATION (EISCAT), KIRUNA, SCHWEDEN

Das internationale Forschungsvorhaben EISCAT (European Incoherent Scatter Facility) wird gemeinsam durchgeführt und finanziert von den nationalen Forschungsräten, Akademien oder Wissenschaftsgesellschaften der Bundesrepublik Deutschland (Max-Planck-Gesellschaft), Finnlands (Suomen Akatemia), Frankreichs (Centre National de la Recherche Scientifique), Großbritanniens (Particle Physics and Astronomy Research Council), Norwegens (Norges Forskningsrad) und Schwedens

(Naturvetenskapliga Forskningsradet). Es dient der Erforschung der Ionosphäre. Seit April 1996 ist auch Japan mit dem National Institute of Polar Research an EISCAT beteiligt. Die privatrechtliche Projektträgerschaft (Stiftung nach schwedischem Recht) für das Forschungsvorhaben hat ihren Sitz in Schweden. Partner in der Max-Planck-Gesellschaft ist das MPI für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau. Die MPG hat ihr Engagement zwischenzeitlich aufgekündigt und ist seit dem 31.12.2006 nicht mehr als Gesellschafter in EISCAT involviert.

The international research project EISCAT (European Incoherent Scatter Facility) is operated and financed jointly by national research councils, academies and scientific societies in the Federal Republic of Germany (Max Planck Society), Finland (Suomen Akatemia), France (Centre National de la Recherche Scientifique), the UK (Particle Physics and Astronomy Research Council), Norway (Norges Forskningsrad) and Sweden (Naturvetenskapliga Forskningsradet). Its purpose is to conduct research into the ionosphere. Japan's National Institute of Polar Research has also been involved in EISCAT since April 1996. The private-law body that provides the funding for the research project – a foundation according to Swedish law – is based in Sweden. The partner in the Max Planck Society is the MPI for Solar System Research in Katlenburg-Lindau. The Max Planck Society has canceled its involvement and does no longer participate as a shareholder in EISCAT since 31.12. 2006.

GESELLSCHAFT FÜR WISSENSCHAFTLICHE DATENVERARBEITUNG MBH GÖTTINGEN

Die Gesellschaft wird von der Max-Planck-Gesellschaft und der Georg-August-Universität Göttingen gemeinsam je zur Hälfte finanziert. Ihr Zweck ist es, im Dienst der Wissenschaft, Probleme mit Hilfe von Rechenanlagen zu lösen. In diesem Zusammenhang betreibt sie wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Informatik und fördert die Ausbildung von Fachkräften für Rechenanlagen. Das Leistungsangebot für die Max-Planck-Gesellschaft hat sich verlagert vom „Maschinenzentrum" hin zur Schaffung und Betreuung von Netzen und anderen Dienstleistungen. Geschäftsführer ist **Prof. Dr. Bernhard Neumair**.

The Max Planck Society and the Georg-August-Universität Göttingen each provide half of the funding for this company. The company's objective is to serve the sciences by using computer systems to solve problems. In view of this aim, it conducts scientific research in the field of information technology and supports the training of computer systems specialists. The range of facilities it provides for the MPS has shifted away from simply providing hardware to creating and maintaining networks and other services. CEO: **Prof. Dr. Bernhard Neumair**.

INSTITUT DE RADIO ASTRONOMIE MILLIMÉTRIQUE (IRAM), GRENOBLE/FRANKREICH

Das Institut für Radioastronomie im Millimeter-Wellenbereich wird von der Max-Planck-Gesellschaft, dem Centre National de la Recherche Scientifique, Frankreich, und dem Instituto Geographico Nacional, Spanien, gemeinsam betrieben. Es besteht aus einem zentralen Laboratorium in Grenoble mit Beobachtungsstationen auf dem Loma de Dilar (30-Meter-Teleskop) in Spanien und auf dem Plateau de Bure (Interferometer mit sechs 15-Meter-Teleskopen) in Frankreich und erlaubt die Beobachtung kosmischer Radiosignale von weniger als einem Millimeter kürzester Wellenlänge. Partner in der Max-Planck-Gesellschaft ist das MPI für Radioastronomie in Bonn.

The Institute for Radio Astronomy at Millimeter Wavelengths is operated jointly by the Max Planck Society, the French Centre National de la Recherche Scientifique, and the Spanish Instituto Geographico Nacional. It consists of a central laboratory in Grenoble with observation stations on the Loma de Dilar (30-meter telescope) in Spain and on the Plateau de Bure (interferometer with six 15-meter telescopes) in France, and allows scientists to conduct observations of cosmic radio signals at wavelengths of less than a millimeter. The partner within the MPS is the MPI for Radio Astronomy in Bonn.

LARGE BINOCULAR TELESCOPE-CORPORATION (LBTC), TUCSON, ARIZONA/USA

Das Large Binocular Telescope (LBT) ist das größte astronomische Teleskop der Nordhalbkugel am Mount Graham. Es ermöglicht die Beobachtung entstehender Planetensysteme und entferntester Quasare und Galaxien. Das Observatorium wurde von einem internationalen Konsortium unter amerikanischer Leitung entwickelt (LBTC). Die deutschen Partner – das Astrophysikalische Institut Potsdam, die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg und die Max-Planck-Gesellschaft für die MPI für Astronomie, für extraterrestrische Physik und für Radioastronomie – sind mittels einer gemeinsamen Gesellschaft bürgerlichen Rechts unter dem Namen "LBT-Beteiligungsgesellschaft" (LBTB) mit 25% an der LBTC beteiligt. Der Max-Planck-Gesellschaft stehen rund 80% der deutschen Beobachtungszeiten zu.

The LBTC is the northern hemisphere's largest astronomical telescope. It allows researchers to observe both the birth of planetary systems as well as the most distant quasars and galaxies. The observatory was developed by an international consortium headed by the American LBTC company. The German partners – the Potsdam Astrophysical Institute, the Ruprecht Karls University of Heidelberg and the Max Planck Society, on behalf of the MPIs for Astronomy, for Extraterres-

trial Physics and for Radio Astronomy – are represented within the LBTC in the form of a joint non-trading partnership under the name of "LBT-Beteiligungsgesellschaft" (LBTB) with an equity interest of 25%. The Max Planck Society has been allocated around 80% of the observation time allotted to Germany.

FACHINFORMATIONSZENTRUM KARLSRUHE, GESELLSCHAFT FÜR WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE INFORMATION GMBH, EGGENSTEIN-LEOPOLDSHAFEN (FIZ)

Die Gesellschaft hat die Aufgabe, wissenschaftliche und technische Informationsdienstleistungen auf den Fachgebieten Astronomie und Astrophysik, Energie, Kernforschung und Kerntechnik, Luft- und Raumfahrt, Weltraumforschung, Mathematik, Informatik und Physik zu erbringen oder verfügbar zu machen sowie alle dafür erforderlichen Tätigkeiten auszuführen. Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Fraunhofer Gesellschaft, die Deutsche Physikalische Gesellschaft, der Verein Deutscher Ingenieure VDI, die Gesellschaft für Informatik, die Deutsche Mathematiker-Vereinigung, der Bund, der Freistaat Bayern, die Freie und Hansestadt Bremen, die Freie und Hansestadt Hamburg, die Länder Berlin, Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Schleswig-Holstein (bis 31.12.2006), der Freistaat Sachsen und der Freistaat Thüringen.

The company's task is to provide scientific and information technology services in the fields of astronomy and astrophysics, energy, nuclear research and nuclear engineering, aeronautics and astronautics, space research, mathematics, information technology and physics, as well as to carry out all the activities this task entails. The partners are the Max Planck Society, the Fraunhofer Society, the German Physics Society (DPG), the Association of German Engineers (VDI), the German Informatics Society (GI), the German Association of Mathematicians, the German Federal Government, the Free State of Bavaria, the Free and Hanseatic City of Bremen, the Free and Hanseatic City of Hamburg, the states of Berlin, Baden-Württemberg, Hesse, Lower Saxony, North Rhine-Westphalia, Rhineland-Palatinate, Saxony-Anhalt, Saarland, Schleswig-Holstein (until 31.12.2006), the Free State of Saxony and the Free State of Thuringia.

WISSENSCHAFT IM DIALOG GGMBH, BERLIN (WID)

Gegenstand des Unternehmens ist die Förderung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft unter besonderer Berücksichtigung aktueller öffentlicher Kommunikationsformen, die Förderung des Verständnisses zwischen Wissenschaft, Forschung und Öffentlichkeit, die Information über Methoden und Prozesse wissenschaftlicher Forschung sowie die Verdeutlichung der gegenseitigen Wechselwirkung und Abhängigkeiten von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke", das Forschungszentrum Jülich GmbH, die Stiftung zur Förderung der Hochschulkonferenz, der Deutsche Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz, der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft.

The goal of the company is to promote dialogue between science and society, giving particular consideration to current public forms of communication; to promote mutual understanding between science, research and the public; to provide information on the methods and processes of scientific research; and to highlight the interaction and interdependencies between science, business and society. The partners are the Max Planck Society, the "Otto von Guericke" Federation of German Industrial Cooperative Research Associations, Forschungszentrum Jülich GmbH, the Foundation for the Support of the Association of Universities and Other Higher Education Institutions in Germany, the German Association of Technical and Scientific Associations, the Society of German Natural Scientists and Doctors, the Leibniz Association, the Donors' Association for the Promotion of the Sciences and the Humanities, the German Research Council (DFG) and the Fraunhofer Society.

WEITERE EINRICHTUNGEN
OTHER INSTITUTIONS

- Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin
- Tagungsstätte Harnack-Haus Berlin
- Tagungsstätte Max-Planck-Haus Heidelberg
- Tagungs- und Gästehaus Max-Planck-Haus Tübingen
- Tagungsstätte Schloß Ringberg, Rottach-Egern

PRÄSIDENT

repräsentiert die Gesellschaft und entwirft die Grundzüge ihrer Wissenschaftspolitik; sorgt für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit innerhalb der Gesellschaft; ist Vorsitzender von Verwaltungsrat, Senat und Hauptversammlung; wird von vier Vizepräsidenten unterstützt

VERWALTUNGSRAT

(besteht aus dem Präsidenten, den vier Vizepräsidenten, dem Schatzmeister sowie zwei weiteren Senatoren)

berät den Präsidenten und bereitet wichtige Entscheidungen der Gesellschaft vor; stellt den Gesamthaushaltsplan, den Jahresbericht und die Jahresrechnung auf; führt durch den Präsidenten die Aufsicht über die Generalverwaltung; bildet zusammen mit der Generalsekretärin den Vorstand i. S. des Gesetzes

GENERALSEKRETÄR(IN)

unterstützt den Präsidenten;
leitet die Generalverwaltung

GENERALVERWALTUNG

führt die laufenden Geschäfte der Gesellschaft;
unterstützt die Organe und die Institute

WÄHLT

SENAT

(bis zu 32 von der Hauptversammlung gewählte Senatoren und 15 Amtssenatoren)

wählt den Präsidenten und die weiteren Mitglieder des Verwaltungsrats und entscheidet über die Bestellung des Generalsekretärs; beschließt über Institutsgründungen und -schließungen, die Berufung der Wissenschaftlichen Mitglieder und die Satzungen der Institute; entscheidet über die Beteiligung an anderen Einrichtungen, die Aufnahme Fördernder Mitglieder und über Ehrungen durch die Gesellschaft; stellt den Gesamthaushaltsplan und den Jahresbericht fest und beschließt die Jahresrechnung

WÄHLT

HAUPTVERSAMMLUNG

(besteht aus Mitgliedern der Gesellschaft)

wählt die Mitglieder des Senats; beschließt über Änderungen der Gesellschaftssatzung; nimmt den Jahresbericht entgegen; prüft und genehmigt die Jahresrechnung und erteilt dem Vorstand Entlastung

Fördernde Mitglieder	Ehren-mitglieder	Mitglieder ex officio	Wissenschaftliche Mitglieder

WISSENSCHAFTLICHER RAT

(besteht aus den Wissenschaftlichen Mitgliedern und einem wissenschaftlichen Mitarbeiter aus jedem Institut)

Biologisch-Medizinische Sektion	Chemisch-Physikalisch-Technische Sektion	Geistes-, Human und Sozialwiss. Sektion

erörtert institutsübergreifende Angelegenheiten; berät den Senat bei Institutsgründungen, -schließungen und Berufungen

LEITEN

KURATORIEN

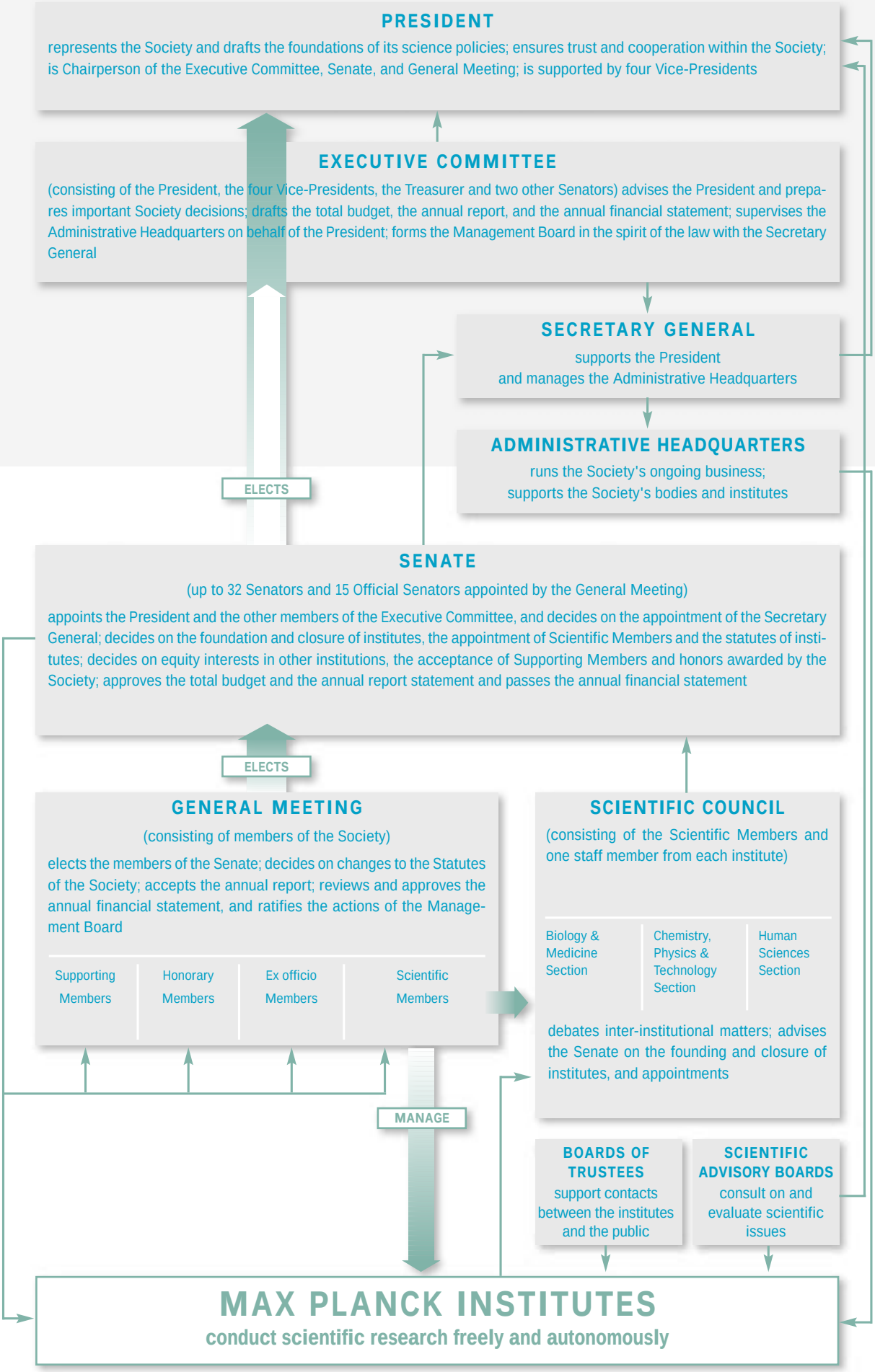
fördern die Kontakte der Institute zum gesellschaftlichen Umfeld

FACHBEIRÄTE

bewerten und beraten in wissenschaftl. Hinsicht

MAX-PLANCK-INSTITUTE

betreiben wissenschaftliche Forschung frei und unabhängig


PRESIDENT
represents the Society and drafts the foundations of its science policies; ensures trust and cooperation within the Society; is Chairperson of the Executive Committee, Senate, and General Meeting; is supported by four Vice-Presidents
EXECUTIVE COMMITTEE
(consisting of the President, the four Vice-Presidents, the Treasurer and two other Senators) advises the President and prepares important Society decisions; drafts the total budget, the annual report, and the annual financial statement; supervises the Administrative Headquarters on behalf of the President; forms the Management Board in the spirit of the law with the Secretary General
SECRETARY GENERAL
supports the President
and manages the Administrative Headquarters
ADMINISTRATIVE HEADQUARTERS
runs the Society's ongoing business;
supports the Society's bodies and institutes
ELECTS
SENATE
(up to 32 Senators and 15 Official Senators appointed by the General Meeting)
appoints the President and the other members of the Executive Committee, and decides on the appointment of the Secretary General; decides on the foundation and closure of institutes, the appointment of Scientific Members and the statutes of institutes; decides on equity interests in other institutions, the acceptance of Supporting Members and honors awarded by the Society; approves the total budget and the annual report statement and passes the annual financial statement
ELECTS
GENERAL MEETING
(consisting of members of the Society)
elects the members of the Senate; decides on changes to the Statutes of the Society; accepts the annual report; reviews and approves the annual financial statement, and ratifies the actions of the Management Board
Supporting Members
Honorary Members
Ex officio Members
Scientific Members
SCIENTIFIC COUNCIL
(consisting of the Scientific Members and one staff member from each institute)
Biology & Medicine Section
Chemistry, Physics & Technology Section
Human Sciences Section
debates inter-institutional matters; advises the Senate on the founding and closure of institutes, and appointments
MANAGE
BOARDS OF TRUSTEES
support contacts between the institutes and the public
SCIENTIFIC ADVISORY BOARDS
consult on and evaluate scientific issues
MAX PLANCK INSTITUTES
conduct scientific research freely and autonomously

Personelle Zusammensetzung der Organe
Staff of the Governing Bodies

PRÄSIDENT | PRESIDENT

Peter Gruss, Prof. Dr., München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

VERWALTUNGSRAT | EXECUTIVE COMMITTEE

Präsident – Vorsitzender | President – Chairperson
Peter Gruss, Prof. Dr., München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Vizepräsidenten | Vice-Presidents
Jürgen Baumert, Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

Herbert Jäckle, Prof. Dr. Dr. h. c., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Kurt Mehlhorn, Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken

Günter Stock, Prof. Dr. Dr. h. c., Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin

Schatzmeister | Treasurer
Hans-Jürgen Schinzler, Dr., Vorsitzender des Aufsichtsrats der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München

Weitere Mitglieder | Other members
Stefan Marcinowski, Dr., Mitglied des Vorstands der BASF AG, Ludwigshafen

Joachim Milberg, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Dr.-Ing. E. h., Vorsitzender des Aufsichtsrats der BMW Group, München

Vorstand | Management Board
Der Verwaltungsrat bildet zusammen mit der Generalsekretärin, Dr. Barbara Bludau, München, den Vorstand im Sinne des Gesetzes.
The Executive Committee and the Secretary General, Dr. Barbara Bludau, Munich, form the Management Board in the spirit of the law.

SENAT | SENATE

Vorsitzender | Chairperson
Peter Gruss, Prof. Dr., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Wahlsenatoren | Elected Senators
Jürgen Baumert, Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

Sir Richard John Brook, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Director of the Leverhulme Trust, London, Großbritannien

Gerhard Cromme, Dr., Vorsitzender des Aufsichtsrats der ThyssenKrupp AG, Düsseldorf

Franz Fehrenbach, Vorsitzender der Geschäftsführung der Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Kurt von Figura, Prof. Dr. Dr. h. c., Präsident der Universität Göttingen

Winfried Hassemer, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Vizepräsident des Bundesverfassungsgerichts, Karlsruhe

Klaus J. Hopt, Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. mult., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg

Wolfgang Huber, Prof. Dr., Bischof der Evangelischen Kirche Berlin-Brandenburg-schlesische Oberlausitz sowie Vorsitzender des Rates der Evangelischen Kirche in Deutschland, Berlin

Herbert Jäckle, Prof. Dr. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Klaus von Klitzing, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart

Olaf Kübler, Prof. Dr., Küsnacht, Schweiz, ehem. Präsident der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Erika Mann, Mitglied des Europäischen Parlaments, Brüssel, Belgien

Stefan Marcinowski, Dr., Mitglied des Verwaltungsrats der Max-Planck-Gesellschaft, Mitglied des Vorstands der BASF AG, Ludwigshafen

Kurt Mehlhorn, Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken

Hartmut Michel, Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Biophysik, Frankfurt/Main

Joachim Milberg, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Dr.-Ing. E. h., Mitglied des Verwaltungsrats der Max-Planck-Gesellschaft, Vorsitzender des Aufsichtsrats der BMW Group, München

Christiane Nüsslein-Volhard, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Geschäftsführende Leiterin des Friedrich-Miescher-Laboratoriums für biologische Arbeitsgruppen in der Max-Planck-Gesellschaft sowie Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen

Arend Oetker, Dr., Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e. V., Essen, sowie Geschäftsführender Gesellschafter der Dr. Arend Oetker Holding GmbH & Co. KG, Berlin

Heinrich v. Pierer, Prof. Dr., Vorsitzender des Aufsichtsrats der Siemens AG, München[1)]

Matthias Platzeck, Ministerpräsident des Landes Brandenburg, Potsdam

Fritz F. Pleitgen, Prof. Dr. h. c., Intendant des Westdeutschen Rundfunks, Köln[2)]

Dieter Rampl, Chairman, UniCredit Group, München

Wolfgang Schäuble, Dr., Bundesminister des Innern, Berlin

Hans-Jürgen Schinzler, Dr., Schatzmeister der Max-Planck-Gesellschaft, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München

Dagmar Schipanski, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c., Präsidentin des Thüringer Landtags, Erfurt

Hubertus Schmoldt, Vorsitzender der Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, Hannover

Gesine Schwan, Prof. Dr., Präsidentin der Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder)

Nikolaus Schweickart, Prof. Dr. h. c. mult., Vorsitzender des Vorstands der ALTANA AG, Bad Homburg[3)]

Günter Stock, Prof. Dr. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin

Klaus Tschira, Dr. h. c., Geschäftsführender Gesellschafter der Klaus Tschira Stiftung gGmbH, Heidelberg

Gerhard Wegner, Prof. Dr. Dr. h. c.,Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz

Christian Wulff, Ministerpräsident des Landes Niedersachsen, Hannover

Amtssenatoren | Official Senators

Barbara Bludau, Dr., als Generalsekretärin der Max-Planck-Gesellschaft, München

Harald Engelhardt, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Biochemie, Martinsried, als von der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

Kurt Faltlhauser, Prof. Dr., Bayerischer Staatsminister der Finanzen, München, als Vertreter der Länder

Angela D. Friederici, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig, als Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Werner Gatzer, Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen, Berlin, als Vertreter des Bundes

Thomas Goppel, Dr., Bayerischer Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst, München, als Vertreter der Länder

1) Herr v. Pierer ist zum 25. April 2007 aus seinem Amt als Vorsitzender des Aufsichtsrats der Siemens AG ausgeschieden.
2) Herr Pleitgen hat zum 1. April 2007 das Amt des Vorsitzenden der Geschäftsführung der Ruhr 2010 GmbH übernommen.
3) Herr Schweickert ist zum 3. Mai 2007 in den Ruhestand getreten.

Franz-Ulrich Hartl, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried, als Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Dieter Hoffmann, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin, als von der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

Holger Kantz, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme, Dresden, als von der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

Ulrike Ohms-Bredemann, Dr., als Vorsitzende des Gesamtbetriebsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Marburg

Annette Schavan, Dr., Bundesministerin für Bildung und Forschung, Berlin, als Vertreterin des Bundes

Martin Stratmann, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf, als Vorsitzender der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Reinhard Zimmermann, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg, als Vorsitzender der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

E. Jürgen Zöllner, Prof. Dr., Senator für Bildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Berlin, Berlin, als Vertreter der Länder

Ehrenmitglieder des Senats | Honorary Members of the Senate

Reimar Lüst, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Hamburg, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft von 1972 bis 1984, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik

Heinz A. Staab, Prof. Dr. Dr. Dr. h. c., Heidelberg, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft von 1984 bis 1990, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für medizinische Forschung

Hans F. Zacher, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft von 1990 bis 1996, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Sozialrecht, München

Ehrensenatoren | Honorary Senators

Hans Leussink, Prof. Dr.-Ing., Karlsruhe, Bundesminister a. D.

Ernst-Joachim Mestmäcker, Prof. Dr. Dr. h. c., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg

Helmut Schmidt, Dr. h. c. mult., Hamburg, Bundeskanzler a. D.

Günther Wilke, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung), Mülheim/Ruhr

Ständige Gäste des Senats | Permanent Guests of the Senate

Doris Ahnen, Staatsministerin für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz

Hans-Jörg Bullinger, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult., Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München

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

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

Frieder Meyer-Krahmer, Prof. Dr., Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Jürgen Mlynek, Prof. Dr., Präsident der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V., Berlin

Ernst Theodor Rietschel, Prof. Dr. Dr. h. c., Präsident der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V., Bonn

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

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

SENATSAUSSCHUSS FÜR FORSCHUNGSPLANUNG
SENATE COMMITTEE FOR RESEARCH PLANNING

Vorsitzender | Chairperson
Peter Gruss, Prof. Dr., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck Instituts für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Mitglieder von Amts wegen | Ex officio members
Jürgen Baumert, Prof. Dr. Dr. h. c. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

Barbara Bludau, Dr., Generalsekretärin der Max-Planck-Gesellschaft, München

Harald Engelhardt, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Biochemie, Martinsried

Angela D. Friederici, Prof. Dr., Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig

Franz-Ulrich Hartl, Prof. Dr., Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried

Dieter Hoffmann, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin

Herbert Jäckle, Prof. Dr. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Holger Kantz, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme, Dresden

Kurt Mehlhorn, Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken

Günter Stock, Prof. Dr. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Präsident der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin

Martin Stratmann, Prof. Dr., Vorsitzender der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Reinhard Zimmermann, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Vorsitzender der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg

Vom Senat gewählte Mitglieder | Elected members
Sir Richard John Brook, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Director of the Leverhulme Trust, London, Großbritannien

Kurt von Figura, Prof. Dr. Dr. h. c., Präsident der Universität Göttingen

Olaf Kübler, Prof. Dr., Küsnacht, Schweiz, ehem. Präsident der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Nikolaus Schweickart, Prof. Dr. h. c. mult., Vorsitzender des Vorstands der ALTANA AG, Bad Homburg[1)]

HAUPTVERSAMMLUNG | GENERAL MEETING

Vorsitzender | Chairperson
Peter Gruss, Prof. Dr., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen

Mitglieder | Members
s. Mitgliederverzeichnis der Max-Planck-Gesellschaft
See list of members of the Max Planck Society

WISSENSCHAFTLICHER RAT | SCIENTIFIC COUNCIL

Vorsitzende | Chairperson
Angela D. Friederici, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig

1) Herr Schweickert ist zum 3. Mai 2007 in den Ruhestand getreten.

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson
Wieland B. Huttner, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für molekulare Zellbiologie und Genetik, Dresden

Mitglieder und Gäste | Members and Guests
s. Verzeichnis der Organe und Institute der Max-Planck-Gesellschaft
See list of the governing bodies and institutes of the Max Planck Society

Schlichtungsberater | Mediators
Dietrich Hesse, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik, Halle (Saale)

Hans Wolfgang Spiess, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz

Elmar Zeitler, Prof. Dr., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Fritz-Haber-Instituts der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

BIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION
BIOLOGY & MEDICINE SECTION

Vorsitzender | Chairperson
Franz-Ulrich Hartl, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson
Tobias Bonhoeffer, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Neurobiologie, Martinsried

Schlichtungsberater | Mediators
Wolfgang Klinkert, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Neurobiologie, Martinsried

Georg W. Kreutzberg, Prof. Dr., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Neurobiologie, Martinsried

Dieter Oesterhelt, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried

CHEMISCH-PHYSIKALISCH-TECHNISCHE SEKTION
CHEMISTRY, PHYSICS & TECHNOLOGY SECTION

Vorsitzender | Chairperson
Martin Stratmann, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson
Robert Schlögl, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

GEISTES-, SOZIAL- UND HUMANWISSENSCHAFTLICHE SEKTION
HUMAN SCIENCES SECTION

Vorsitzender | Chairperson
Reinhard Zimmermann, Prof. Dr. Dr. h. c. mult, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson
Wolfgang Streeck, Prof. Dr. Dr. h. c., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Köln

Schlichtungsberater | Mediators
Hans-Jörg Albrecht, Prof. Dr. Dr. h. c., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Strafrecht, Freiburg

Harald Baum, Priv.-Doz. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg

Otto Gerhard Oexle, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts zur Erforschung multireligiöser und multiethnischer Gesellschaften, Göttingen

Standorte der Forschungseinrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft

Sites of the research institutions within the Max Planck Society

- ● Institut / Forschungsstelle
  Institute / Research center
- ○ Teilinstitut / Außenstelle
  Subinstitutes / Branches
- □ Sonstige Forschungseinrichtung
  Other research institutions

Stand: 1. April 2007 | As at: 1 April 2007

Bad Münstereifel
- ○ Radio-Observatorium Effelsberg (Außenstelle des MPI für Radioastronomie, Bonn)

Bad Nauheim
- ● MPI für Herz- und Lungenforschung

Berlin
- ● MPI für Bildungsforschung
- ● Fritz-Haber-Institut der MPG
- ● MPI für molekulare Genetik
- ● MPI für Infektionsbiologie
- ● MPI für Wissenschaftsgeschichte

Bonn
- ● MPI zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern
- ● MPI für Mathematik
- ● MPI für Radioastronomie (Außenstelle s. Bad Münstereifel)

Bremen
- ● MPI für marine Mikrobiologie

Darmstadt
- □ MPFg Mechanik der Polymere an der TU Darmstadt

Dortmund
- ● MPI für molekulare Physiologie

Dresden
- ● MPI für Physik komplexer Systeme
- ● MPI für chemische Physik fester Stoffe
- ● MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik

Düsseldorf
- ● MPI für Eisenforschung GmbH

Erlangen
- □ MPFg Optik, Information und Photonik an der Universität Erlangen-Nürnberg

Frankfurt am Main
- ● MPI für Biophysik
- ● MPI für Hirnforschung
- ● MPI für europäische Rechtsgeschichte

Freiburg
- ● MPI für Immunbiologie
- ● MPI für ausländisches und internationales Strafrecht

Garching
- ● MPI für Astrophysik
- ● MPI für extraterrestrische Physik
- ● MPI für Plasmaphysik (s. auch Greifswald)
- ● MPI für Quantenoptik

Göttingen
- ● MPI für biophysikalische Chemie
- ● MPI für Dynamik und Selbstorganisation
- ● MPI zur Erforschung multireligiöser und multiethnischer Gesellschaften
- ● MPI für experimentelle Medizin

Greifswald
- ○ Teilinstitut Greifswald des MPI für Plasmaphysik, Garching

Halle an der Saale
- ● MPI für ethnologische Forschung
- ● MPI für Mikrostrukturphysik
- ● MPFs für Enzymologie der Proteinfaltung

Hamburg
- ● MPI für Meteorologie
- ● MPI für ausländisches und internationales Privatrecht
- □ MPAg für strukturelle Molekularbiologie am DESY (Proteindynamik, Zytoskelett)

Hannover
- ○ Teilinstitut Hannover des MPI für Gravitationsphysik, Potsdam

Heidelberg
- ● MPI für Astronomie
- ● MPI für Kernphysik
- ● MPI für medizinische Forschung
- ● MPI für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht

Jena
- ● MPI für Biogeochemie
- ● MPI für chemische Ökologie
- ● MPI für Ökonomik

Kaiserslautern
- ○ Teilinstitut des MPI für Softwaresysteme im Aufbau (s.a. Saarbrücken)

Katlenburg-Lindau
- ● MPI für Sonnensystemforschung

Köln
- ● MPI für Gesellschaftsforschung
- ● MPI für neurologische Forschung mit Klaus-Joachim-Zülch-Laboratorien der Max-Planck-Gesellschaft und der Medizin. Fakultät der Universität, Köln
- ● MPI für Züchtungsforschung

Leipzig
- ● MPI für evolutionäre Anthropologie
- ● MPI für Kognitons- und Neurowissenschaften
- ● MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften

Magdeburg
- ● MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme

Mainz
- ● MPI für Chemie (Außenstelle Manaus, Brasilien)
- ● MPI für Polymerforschung

Marburg
- ● MPI für terrestrische Mikrobiologie

Martinsried b. München
- ● MPI für Biochemie
- ● MPI für Neurobiologie

Mülheim an der Ruhr
- ● MPI für bioanorganische Chemie
- ● MPI für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung)

München
- ● MPI für Geistiges Eigentum, Wettbewerbs-und Steuerrrecht
- ● MPI für Physik
- ● MPI für Psychiatrie
- ● MPI für ausländisches und internationales Sozialrecht

Münster
- ● MPI für molekulare Biomedizin

Plön
- ● MPI für Evolutionsbiologie

Potsdam
- ● MPI für Gravitationsphysik (Teilinstitut s. Hannover)
- ● MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung
- ● MPI für molekulare Pflanzenphysiologie

Radolfzell
- ○ Vogelwarte Radolfzell, Außenstelle des MPI für Ornithologie, Seewiesen

Rostock
- ● MPI für demografische Forschung

Saarbrücken
- ● MPI für Informatik
- ○ Teilinstitut des MPI für Softwaresysteme im Aufbau (s.a. Kaiserslautern)

Seewiesen
- ● MPI für Ornithologie (Außenstelle s. Radolfzell)

Stuttgart
- ● MPI für Festkörperforschung
- ● MPI für Metallforschung

Tübingen
- ● MPI für Entwicklungsbiologie
- ● MPI für biologische Kybernetik
- □ Friedrich-Miescher-Laboratorium für biologische Arbeitsgruppen in der MPG

STANDORTE IM AUSLAND

Florenz, Italien
- ● Kunsthistorisches Institut in Florenz – MPI

Nijmegen, Niederlande
- ● MPI für Psycholinguistik

Rom, Italien
- ● Bibliotheca Hertziana – MPI für Kunstgeschichte

Manaus, Brasilien
- ○ Außenstelle Manaus/Amazonas des MPI für Chemie, Mainz

Bad Münstereifel
- ○ Effelsberg Radio Observatory (branch of the MPI for Radio Astronomy, Bonn)

Bad Nauheim
- ● MPI for Heart and Lung Research

Berlin
- ● MPI for Human Development
- ● Fritz Haber Institute of the MPS
- ● MPI for Molecular Genetics
- ● MPI for Infection Biology
- ● MPI for the History of Science

Bonn
- ● MPI for Research on Collective Goods
- ● MPI for Mathematics
- ● MPI for Radio Astronomy (for branch see Bad Münstereifel)

Bremen
- ● MPI for Marine Microbiology

Cologne
- ● MPI for the Studies of Societies
- ● MPI for Neurological Research with the Klaus Joachim Zülch Laboratories of the Max Planck Society and the Medical Faculty of the University of Cologne
- ● MPI for Plant Breeding Research

Darmstadt
- □ MPRG Mechanics of Polymers at Darmstadt Technical University

Dortmund
- ● MPI for Molecular Physiology

Dresden
- ● MPI for the Physics of Complex Systems
- ● MPI for the Chemical Physics of Solids
- ● MPI of Molecular Cell Biology and Genetics

Düsseldorf
- ● MPI for Iron Research GmbH

Erlangen
- □ MPRG Optics, Information and Photonics at the University of Erlangen-Nürnberg

Frankfurt am Main
- ● MPI of Biophysics
- ● MPI for Brain Research
- ● MPI for European Legal History

Freiburg
- ● MPI for Immunobiology
- ● MPI for Foreign and International Criminal Law

Garching
- ● MPI for Astrophysics
- ● MPI for Extraterrestrial Physics
- ● MPI for Plasma Physics (see also Greifswald)
- ● MPI for Quantum Optics

Göttingen
- ● MPI for Biophysical Chemistry
- ● MPI for Dynamics and Self-Organization
- ● MPI for the Study of Religious and Ethnic Diversity
- ● MPI for Experimental Medicine

Greifswald
- ○ Greifswald sub-institute of the MPI for Plasma Physics, Garching

Halle an der Saale
- ● MPI for Social Anthropology
- ● MPI for Microstructure Physics
- ● MPRU for Enzymology of Protein Folding

Hamburg
- ● MPI for Meteorology
- ● MPI for Foreign and International Private Law
- □ MPWG for Structural Molecular Biology at DESY (Protein Dynamics, Cyto-Skeleton)

Hanover
- ○ Hanover sub-institute of the MPI for Gravitational Physics, Potsdam

Heidelberg
- ● MPI for Astronomy
- ● MPI for Nuclear Physics
- ● MPI for Medical Research
- ● MPI for Comparative Public Law and International Law

Jena
- ● MPI for Biogeochemistry
- ● MPI for Chemical Ecology
- ● MPI for Economics

Kaiserslautern
- ○ Sub-institute of the MPI for Software Systems in the process of being established (see Saarbrücken)

Katlenburg-Lindau
- ● MPI for Solar System Research

Leipzig
- ● MPI for Evolutionary Anthropology
- ● MPI for Human Cognitive and Brain Sciences
- ● MPI for Mathematics in the Sciences

Magdeburg
- ● MPI for the Dynamics of Complex Technical Systems

Mainz
- ● MPI for Chemistry (for branch see Manaus)
- ● MPI for Polymer Research

Marburg
- ● MPI for Terrestrial Microbiology

Martinsried nr. Munich
- ● MPI of Biochemistry
- ● MPI of Neurobiology

Mülheim an der Ruhr
- ● MPI for Bioinorganic Chemistry
- ● MPI of Coal Research (independent foundation)

Munich
- ● MPI for Intellectual Property, Competition and Tax Law
- ● MPI for Physics
- ● MPI of Psychiatry
- ● MPI for Foreign and International Social Law

Münster
- ● MPI for Molecular Biomedicine

Plön
- ● MPI of Evolutionary Biology

Potsdam
- ● MPI for Gravitational Physics (for sub-institute see Hanover)
- ● MPI of Colloids and Interfaces
- ● MPI for Molecular Plant Physiology

Radolfzell
- ○ Radolfzell Ornithological Station, Branch of the MPI for Ornithology, Seewiesen

Rostock
- ● MPI for Demographic Research

Saarbrücken
- ● MPI for Computer Science
- ○ Sub-institute of the MPI for Software Systems in the process of being established (see Kaiserslautern)

Seewiesen
- ● MPI for Ornithology (for branch see Radolfzell)

Stuttgart
- ● MPI for Solid State Research
- ● MPI for Metals Research

Tübingen
- ● MPI for Developmental Biology
- ● MPI for Biological Cybernetics
- □ Friedrich Miescher Laboratory of the Max Planck Society

SITES ABROAD

Florence, Italy
- ● MPI for the History of Arts

Nijmegen, Netherlands
- ● MPI for Psycholinguistics

Rome, Italy
- ● Bibliotheca Hertziana – MPI for Art History

Manaus, Brazil
- ○ Branch of the MPI for Chemistry, Mainz

Jahresrechnung 2006 der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.

ERLÄUTERUNGEN ZUR JAHRESRECHNUNG 2006

Als Anhang zum Jahresbericht 2006 wird der Hauptversammlung der Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (Max-Planck-Gesellschaft) die geprüfte Jahresrechnung 2006[1)] – vorbehaltlich der satzungsgemäßen Behandlung durch den Verwaltungsrat in der Sitzung am 27. Juni 2007 und durch den Senat in der Sitzung am 28. Juni 2007 – zur Prüfung und Genehmigung in der Sitzung am 28. Juni 2007 vorgelegt.

Die Jahresrechnung 2006 besteht aus:

- Einnahmen- und Ausgabenrechnung 2006 (Seite 90)
- Vermögensübersicht zum 31.12.2006 (Seite 96).
  Sie umfasst die Jahresabschlüsse der rechtlich unselbständigen Institute und Einrichtungen sowie der zentralen Abrechnungskreise des Haushaltes.

Die rechtlich selbständigen Institute:

- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf,
- Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung), Mülheim/Ruhr,
  legten für 2006 je einen gesonderten Abschluss vor[2)].

1 Die Abteilung Revision der Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft hat die Jahresrechnung 2006 entsprechend dem ihr von der Hauptversammlung der Mitglieder in 2006 erteilten Prüfungsauftrag geprüft und einen uneingeschränkten Bestätigungsvermerk erteilt. Die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Deloitte & Touche GmbH, München, hat den in der Jahresrechnung enthaltenen Jahresabschluss des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (Haushalt B) und die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Rödl & Partner GmbH, München, den Jahresabschluss des Privaten Vermögens der Max-Planck-Gesellschaft – entsprechend den von der Hauptversammlung der Mitglieder 2006 erteilten Prüfungsaufträgen – geprüft. Beiden Jahresabschlüssen wurden uneingeschränkte Bestätigungsvermerke erteilt.

2 Die Max-Planck-Gesellschaft und die Max-Planck-Institute für Eisenforschung GmbH und für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung) bilden hinsichtlich der Zuwendung eine Antragsgemeinschaft. Die Zuwendungen werden den in der Antragsgemeinschaft vertretenen Körperschaften gewährt. Hinsichtlich der Abrechnung legen die Gesellschaften eigene Verwendungsnachweise vor, die von der Max-Planck-Gesellschaft in den Gesamtverwendungsnachweis für die Zuwendungsgeber integriert werden. Sie sind jedoch nicht Bestandteil der Jahresrechnung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.

I. Einnahmen- und Ausgabenrechnung

Das Rechnungsjahr 2006 schloss für die Max-Planck-Gesellschaft mit Einnahmen und Ausgaben in Höhe von 1.450,2 Mio. EUR (2005: 1.405,1 Mio. EUR) und einem Zuwachs gegenüber dem Vorjahr von 45,1 Mio. EUR (3,2%) ab.

Die Erhöhung der Einnahmen ist hauptsächlich auf den Zuwachs der Anteilsfinanzierung gegenüber dem Vorjahr zurückzuführen. Sie wurde im Wesentlichen zur Finanzierung der Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen sowie für Sachausgaben verwendet. Besonders hervorzuheben ist hierbei der überproportionale Ausbau der apparativen wissenschaftlichen Ausstattung. Diese für das Berichtsjahr charakteristische Entwicklung ist verbunden mit einem erheblichen Rückgang der Zuführung an noch abzurechnende Zuschüsse.

Die nachfolgende Übersicht stellt die Einnahmen und Ausgaben des Rechnungsjahres im Vergleich zum Vorjahr dar. Die Veränderung gegenüber dem Vorjahr ist absolut und prozentual für jeden Posten angegeben.

	2006		2005		VERÄNDERUNG	
	MIO. EUR	%	MIO. EUR	%	MIO. EUR	% zum Vorjahr
EINNAHMEN						
Eigene Einnahmen	97,3	6,7	82,2	5,9	15,1	18,4
Öffentliche Zuschüsse zur institutionellen Förderung						
• Anteilsfinanzierung	1.166,4	80,4	1.125,0	80,0	41,4	3,7
• Sonderfinanzierung	3,5	0,2	6,1	0,4	-2,6	-42,6
Zuschüsse zur Projektförderung	183,0	12,6	191,8	13,7	-8,8	-4,6
	1.450,2	100,0	1.405,1	100,00	45,1	3,2
AUSGABEN						
Personalausgaben	585,0	40,3	577,4	41,1	7,6	1,3
Sächliche Ausgaben	397,7	27,4	364,6	25,9	33,1	9,1
Zuschüsse (ohne Investitionen)	108,4	7,5	105,2	7,5	3,2	3,0
Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen	319,9	22,1	260,3	18,6	59,6	22,9
	1.411,0	97,3	1.307,5	93,1	103,5	7,9
ZUFÜHRUNGEN AN NOCH ABZURECHNENDE ZUSCHÜSSE	39,2	2,7	97,6	6,9	-58,4	-59,8
GESAMT	1.450,2	100,0	1.405,1	100,0	45,1	3,2

Im Berichtszeitraum erfolgte durch die Überarbeitung und Anpassung der Titelstruktur eine Vereinheitlichung zwischen der Jahresrechnung und dem Haushaltsplan. Zusätzlich wurde durch die Harmonisierung der Buchungssystematik innerhalb der unterschiedlichen Finanzierungsarten eine einheitliche Darstellung im Jahresabschluss erreicht. Diese Umstellungen führen zu einer Veränderung der Vorjahreswerte gegenüber dem Vorjahresbericht.

Die Vorjahreswerte der **ANTEILSFINANZIERUNG** wurden im vorliegenden Bericht angepasst, so dass sich hier eine Erhöhung der eigenen Einnahmen bzw. eine Minderung der Zuschüsse zur institutionellen Förderung in Höhe von 10,7 Mio. EUR zu den Vorjahreswerten ergibt.

Auf eine Minderung der Vorjahreswerte in der Projektfinanzierung bei den Einnahmen bzw. der Zuführung an noch abzurechnende Zuschüsse um 13,8 Mio. EUR wurde verzichtet. Diese Änderungen haben keine Auswirkungen auf die Verwendungsnachweise der Projektförderung. Die Vorjahreswerte sind somit nur bedingt vergleichbar.

Die Einnahmen und Ausgaben sowie wesentliche Veränderungen gegenüber dem Vorjahr werden nachfolgend näher erläutert.

Einnahmen

Die **EINNAHMEN** der Max-Planck-Gesellschaft stiegen in 2006 um 45,1 Mio. EUR (3,2%) auf 1.450,2 Mio. EUR.
Die **EIGENEN EINNAHMEN** erhöhten sich um 15,1 Mio. EUR (18,4%) auf 97,3 Mio. EUR. Sie beinhalten einen Zuwachs der sonstigen Zuschüsse der Länder und Dritter für Investitionen von 12,5 Mio. EUR (116,8%) auf 23,2 Mio. EUR.

Die **ÖFFENTLICHEN ZUSCHÜSSE** verzeichneten insgesamt einen Anstieg um 38,8 Mio. EUR (3,4%) auf 1.169,9 Mio. EUR. Während die Zuschüsse zur Anteilsfinanzierung um 41,4 Mio. EUR (3,7%) auf 1.166,4 Mio. anstiegen, sanken die Zuschüsse der Sonderfinanzierung um 2,6 Mio. EUR (-42,6 %) auf 3,5 Mio. EUR, wie aus der nachfolgenden Aufstellung ersichtlich ist:

	2006		2005		VERÄNDERUNG	
	MIO. EUR	%	MIO. EUR	%	MIO. EUR	% zum Vorjahr
ÖFFENTLICHE ZUSCHÜSSE ZUR INSTITUTIONELLEN FÖRDERUNG						
Anteilsfinanzierung	1.166,4	99,7	1.125,0	99,5	41,4	3,7
Sonderfinanzierung	3,5	0,3	6,1	0,5	-2,6	-42,6
GESAMT	1.169,9	100,0	1.131,1	100,0	38,8	3,4

Die im Berichtsjahr erhaltenen Zuschüsse zur Anteilsfinanzierung untergliedern sich in folgende Posten:

- Zuwachs der von Bund und Ländern für den Allgemeinen Haushalt gewährten Zuschüsse[3] um 31,6 Mio. EUR (3,2%) auf 1.004,5 Mio. EUR,
- Erhöhung der Förderung des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik um insgesamt 3,0 Mio. EUR (2,7%) auf 114,7 Mio. EUR[4],
- Erhöhung der Auflösung der übertragbaren Reste aus Vorjahren aus Zuschüssen um 6,7 Mio.(16,5%) EUR auf 47,2 Mio. EUR.

3 Zuschüsse ohne die Zuwendungen für die rechtlich selbständigen Institute im Rahmen der Antragsgemeinschaft. Im Haushaltsvollzug wurden Zuwendungen von den Instituten für Eisenforschung GmbH und Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung) in Höhe von 1,9 Mio. EUR an den Allgemeinen Haushalt umgesetzt.

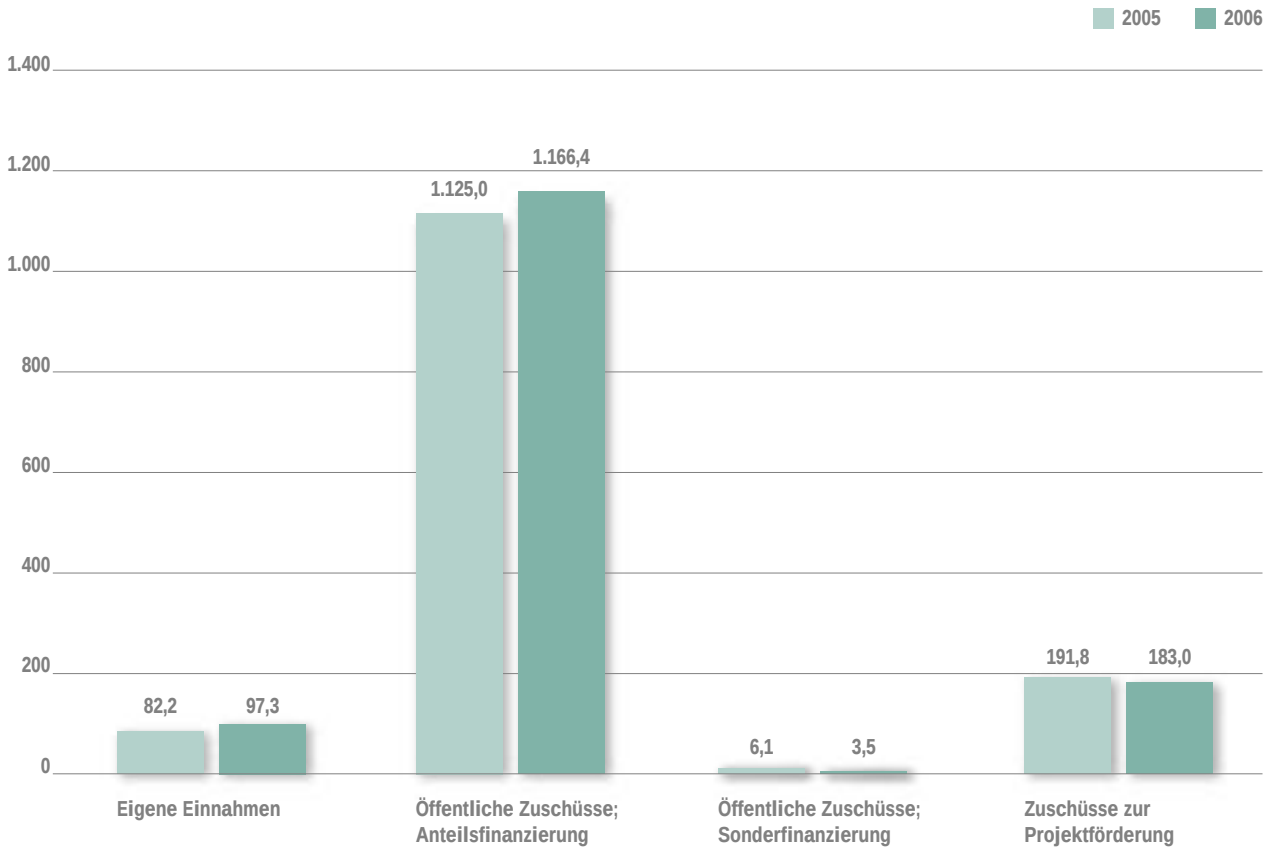
4 Die Position enthält neben der Anteilsfinanzierung von Bund und Sitzländern (Bayern und Mecklenburg-Vorpommern) im Verhältnis von 90:10 die Finanzierung durch EURATOM.

Die Zuschüsse zur **SONDERFINANZIERUNG** gingen im Berichtsjahr um 2,6 Mio. EUR (-42,6%) auf 3,5 Mio. EUR zurück.

Die **ZUSCHÜSSE ZUR PROJEKTFÖRDERUNG** verringerten sich um 8,8 Mio. EUR (-4,6%) auf 183,0 Mio. EUR. Ein erheblicher Rückgang ist bei der Förderung durch den Bund im Allgemeinen Haushalt zuverzeichnen.

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Bedeutung der öffentlichen Zuschüsse zur Finanzierung der Forschungsvorhaben der Max-Planck-Gesellschaft:

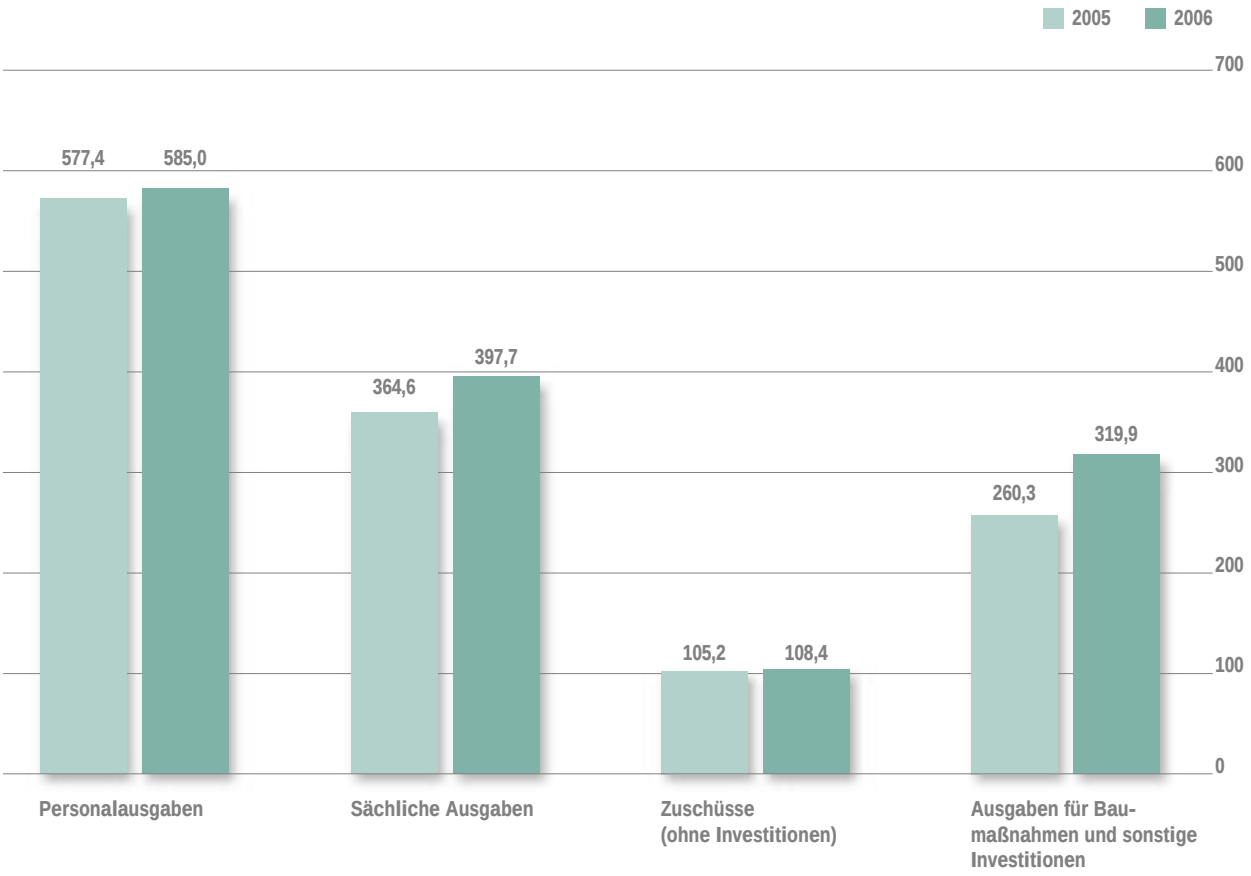
AUFGLIEDERUNG DER EINNAHMEN 2005 / 2006



Ausgaben

Die **AUSGABEN** (ohne **ZUFÜHRUNG AN NOCH ABZURECHNENDE ZUSCHÜSSE**) stiegen in 2006 um 103,5 Mio. EUR (7,9%) auf 1.411,0 Mio. EUR. Die einzelnen Posten sowie ihre Veränderung gegenüber dem Vorjahr werden nachfolgend – auch im Hinblick auf die einleitend genannten Einflussfaktoren – näher erläutert.

AUFGLIEDERUNG DER AUSGABEN 2005 / 2006



Die **PERSONALAUSGABEN** stiegen 2006 nur moderat um 7,6 Mio. EUR (1,3%) auf 585,0 Mio. EUR. Auf die Höhe der Personalkosten des Allgemeinen Haushalts wirkt sich weiterhin das Konsolidierungsprogramm sowie die zurückhaltende Personalpolitik der Institute aus.

Die **SÄCHLICHEN AUSGABEN** erhöhten sich deutlich um 33,1 Mio. EUR (9,1%) auf 397,7 Mio. EUR. Einen erheblichen Anstieg verzeichneten die Bewirtschaftungsausgaben.

Die **ZUSCHÜSSE** (ohne Investitionen) stiegen insgesamt um 3,2 Mio. EUR (3,0%) auf 108,4 Mio. EUR. Der Anstieg ist auf den Zuwachs der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses von 3,8 Mio. EUR (4,9%) auf insgesamt 81,3 Mio. EUR zurückzuführen.

Im Berichtsjahr wurde in hohem Maße (319,9 Mio. EUR) investiert. Die **AUSGABEN FÜR BAUMASSNAHMEN** stiegen um 8,9 Mio. EUR (9,9 %) auf 98,4 Mio. EUR, die der **SONSTIGEN INVESTITIONEN** besonders deutlich um 50,8 Mio. EUR (29,7%) auf 221,5 Mio. EUR. Einen wesentlichen Anteil hatten hieran die wissenschaftlichen Großgeräte sowohl in Form von Ersatz- als auch Erweiterungsfunktion.

Zusammengefasst zeigt sich die Entwicklung – bezogen auf die zur Verfügung stehenden Mittel – auch an der veränderten Ausgabenstruktur und der Zuführung an noch abzurechnende Zuschüsse.

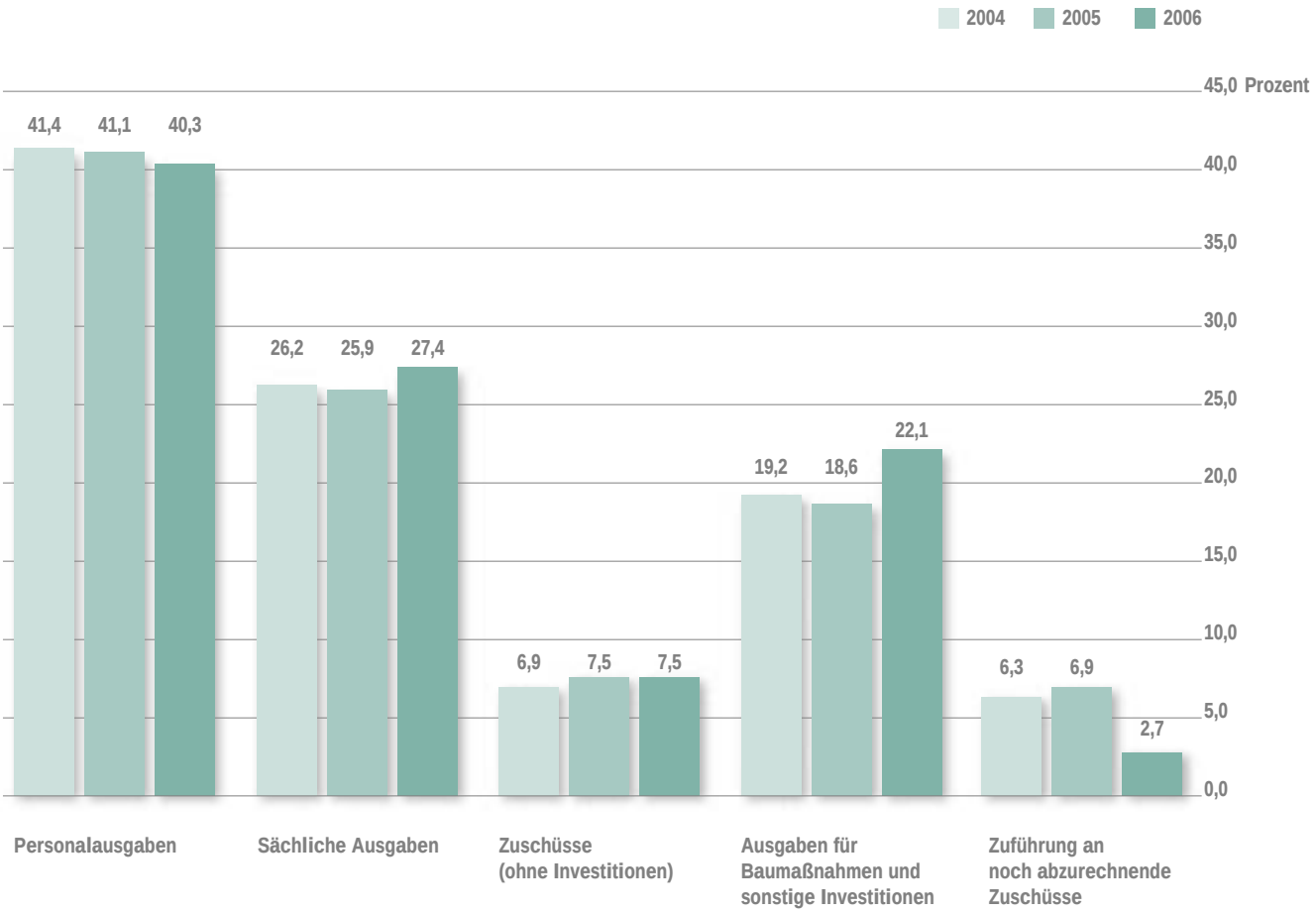
Der Rückgang der Personalausgabenquote hat sich mit 40,3% auch im Berichtsjahr fortgesetzt.

Die sächlichen Ausgaben sind mit 27,4% wieder angestiegen. Die Zuschüsse (ohne Investitionen) blieben mit einem prozentualen Anteil von 7,5% an den Gesamtausgaben konstant zum Vorjahr. Der Anteil der investiven Ausgaben stieg mit 22,1% gegenüber den Vorjahren stark an. Die Zuführung an noch abzurechnende Zuschüsse reduziert sich im Vergleich zu den Vorjahren auf 2,7%.

Zuführung an noch abzurechnende Zuschüsse

Die **ZUFÜHRUNG AN NOCH ABZURECHNENDE ZUSCHÜSSE** ist um 58,4 Mio. EUR (59,8%) auf 39,2 Mio. EUR gesunken. Entscheidend für diesen Rückgang war die Anteilsfinanzierung im Allgemeinen Haushalt mit einer Minderung der noch abzurechnenden Zuschüsse um 43,8 Mio. EUR gegenüber dem Vorjahr.

MITTELVERWENDUNG 2004 / 2005 / 2006



II. Vermögensübersicht

Die Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2006 weist eine Bilanzsumme von 2.466,6 Mio. EUR aus. Gegenüber dem Vorjahr stieg die Bilanzsumme um 59,2 Mio. EUR (2,5%).

Nachfolgende Aufstellung zeigt die Veränderung der einzelnen Bilanzposten zum 31.12.2006 gegenüber dem Vorjahr. Die Veränderung der Posten ist absolut und prozentual zum Vorjahr angegeben.

In der Aktiva wurde im Berichtsjahr in erheblichem Umfang liquide Mittel des Umlaufvermögens in Anlagevermögen investiert. Der Anstieg des Anlagevermögens spiegelt sich im Wesentlichen im Anstieg des Reinvermögens auf der Passivseite wider. Die übrigen Bilanzposten verändern sich nur geringfügig.

AKTIVA	2006		2005		VERÄNDERUNG	
	MIO. EUR	%	MIO. EUR	%	MIO. EUR	%
ANLAGEVERMÖGEN						
Immaterielle Vermögensgegenstände	20,1	0,8	21,0	0,9	-0,9	-4,2
Sachanlagen	2.149,2	87,2	2.069,5	86,0	79,7	3,9
Finanzanlagen	129,1	5,2	111,0	4,6	18,1	16,3
	2.298,4	93,2	2.201,5	91,5	96,9	4,4
UMLAUFVERMÖGEN						
Vorräte	8,6	0,3	8,3	0,3	0,3	3,6
Forderungen	95,6	3,9	83,8	3,5	11,8	14,1
Wertpapiere	1,2	0,0	0,5	0,0	0,7	140,0
Kasse, Bank-, Postgiroguthaben	51,6	2,1	106,3	4,4	-54,7	-51,5
	157,0	6,3	198,9	8,2	-41,9	21,1
AKTIVE RECHNUNGS-ABGRENZUNGSPOSTEN	11,2	0,5	7,0	0,3	4,2	60,0
	2.466,6	100,0	2.407,4	100,0	59,2	2,5
TREUHANDVERMÖGEN	9,0		9,5		-0,5	-5,3

PASSIVA	2006		2005		VERÄNDERUNG	
	MIO. EUR	%	MIO. EUR	%	MIO. EUR	%
REINVERMÖGEN	2.134,7	86,5	2.039,2	84,8	95,5	4,7
RÜCKSTELLUNGEN	216,8	8,8	217,2	9,0	-0,4	-0,2
VERBINDLICHKEITEN						
- gegenüber Kreditinstituten	1,5	0,1	1,6	0,1	-0,1	-6,3
- aus Lieferungen & Leistungen	42,1	1,7	35,4	1,5	6,7	18,9
- gegenüber verbundenen Unternehmen und Unternehmen mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	0,1	0,0	3,5	0,1	-3,4	-97,1
Sonstige Verbindlichkeiten	13,2	0,5	11,2	0,5	2,0	17,9
	56,9	2,3	51,7	2,1	5,2	10,1
PASSIVE RECHNUNGS-ABGRENZUNGSPOSTEN	58,2	2,4	99,3	4,1	-41,1	-41,4
	2.466,6	100,0	2.407,4	100,0	59,2	2,5
TREUHANDVERPFLICHTUNGEN	9,0		9,5		-0,5	-5,3

Aktiva

Das **ANLAGEVERMÖGEN** stieg um 96,9 Mio. EUR (4,4%) auf 2.298,4 Mio. EUR.

Der auf Seite 102 beigefügte Anlagenspiegel zeigt die Buchwertentwicklung der **IMMATERIELLEN VERMÖGENSGEGENSTÄNDE** und des **SACHANLAGEVERMÖGENS** in 2006. Insgesamt wurden Zugänge in Höhe von 455,7 Mio. EUR aktiviert. Durch Abgänge verringerte sich der Bestand um 147,0 Mio. EUR. Die Abschreibungen beliefen sich auf 162,4 Mio. EUR.

Die **FINANZANLAGEN** erhöhten sich um 18,1 Mio. EUR (16,3%) auf 129,1 Mio. EUR.

Das **UMLAUFVERMÖGEN** weist aufgrund der vorgenannten Einflussfaktoren eine Minderung um 41,8 Mio. EUR (-21,0%) auf 157,0 Mio. EUR aus.

Der Bestand an **VORRÄTEN** blieb mit 8,6 Mio. EUR nahezu unverändert zum Vorjahr. In der Position sind im Wesentlichen die Materialbestände der Institute ausgewiesen.

Die **FORDERUNGEN** stiegen gegenüber dem Vorjahr um insgesamt 11,8 Mio. EUR (14,1%) auf 95,6 Mio. EUR.

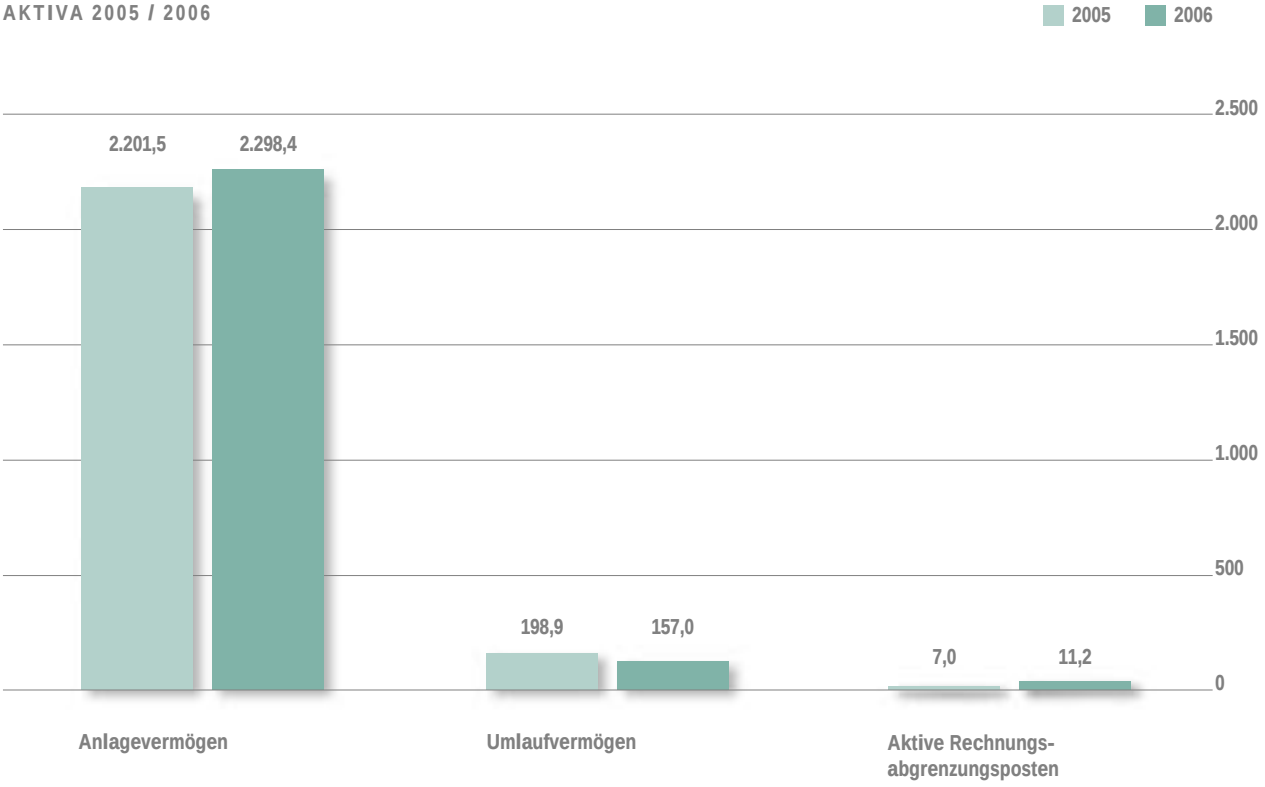
Die **WERTPAPIERE DES UMLAUFVERMÖGENS** werden gegenüber dem Vorjahr mit einem Zuwachs von 0,7 Mio. EUR (140%) auf 1,2 Mio. EUR ausgewiesen.

Der Bestand an **LIQUIDEN MITTELN** sank um 54,7 Mio. EUR (-51,5%) auf 51,6 Mio. EUR. In der Position sind die Kassenbestände, laufenden Bankguthaben und Festgelder ausgewiesen.

Die **AKTIVEN RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN** veränderten sich gegenüber dem Vorjahr um 4,2 Mio. EUR (60%) und stiegen auf 11,2 Mio. EUR.

Das **TREUHANDVERMÖGEN** sank um 0,5 Mio. EUR auf 9,0 Mio. EUR. Unter dieser Position werden u. a. ausgereichte Projektmittel innerhalb des 6. Rahmenprogramms der Europäischen Kommission an Koordinatoren der MPG zur treuhänderischen Verwaltung ausgewiesen.

AKTIVA 2005 / 2006



Passiva

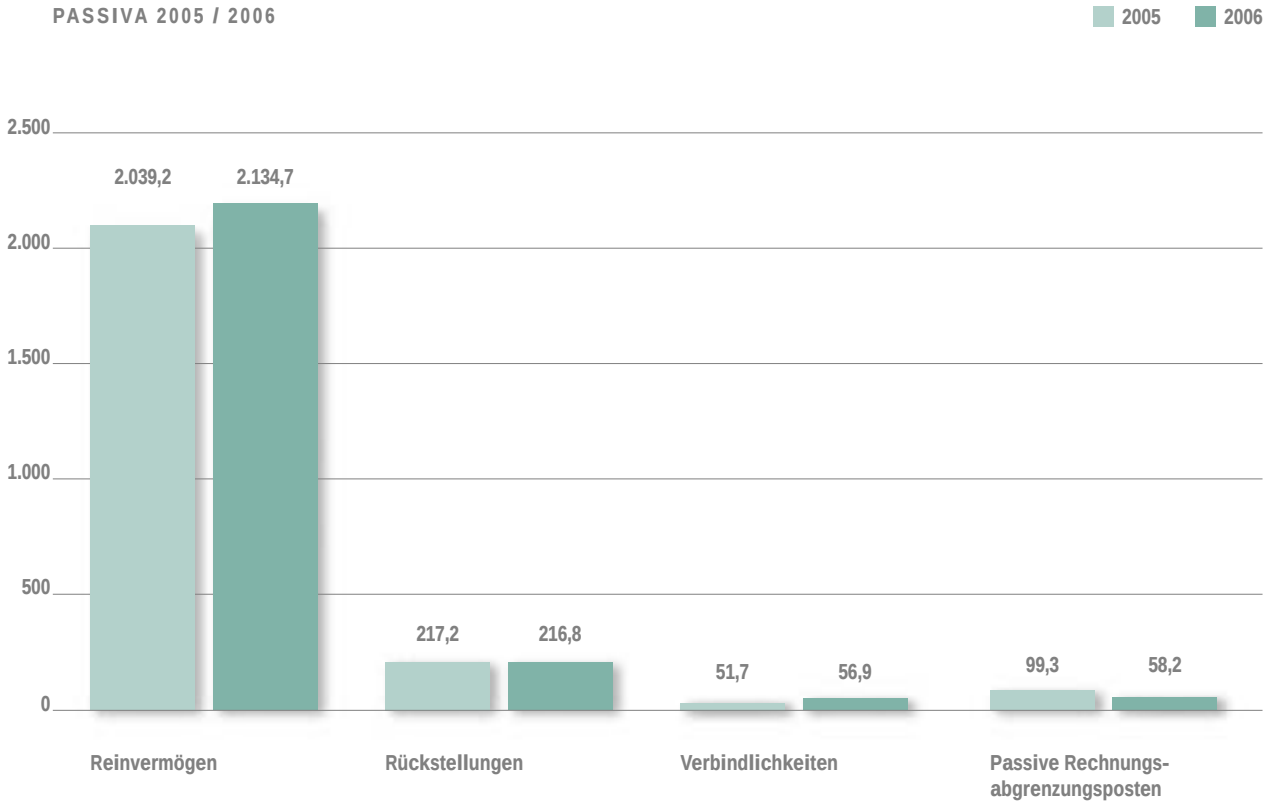
Das **REINVERMÖGEN** der Gesellschaft stieg gegenüber dem Vorjahr um 95,5 Mio. EUR (4,7%) auf 2.134,7 Mio. EUR. Der Zuwachs korrespondiert weitgehend mit der Veränderung des Anlagevermögens.

Die **RÜCKSTELLUNGEN** sanken um 0,4 Mio. EUR (-0,2%) auf 216,8 Mio. EUR. Die Rückstellungen für Pensionen belaufen sich dabei auf 203,0 Mio. EUR.

Die **VERBINDLICHKEITEN** erhöhten sich insgesamt gegenüber dem Vorjahr um 5,2 Mio. EUR (10,1%) auf 56,9 Mio. EUR.

Die **PASSIVEN RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN** sanken um 41,1 Mio. EUR (-41,4%) auf 58,2 Mio. EUR. In der Position sind noch abzurechnende Zuschüsse aus übertragbaren Mitteln mit 57,5 Mio. EUR sowie sonstige passive Rechnungsabgrenzungsposten mit 0,7 Mio. EUR ausgewiesen.

PASSIVA 2005 / 2006



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.

Einnahmen- und Ausgabenrechnung für das Kalenderjahr 2006

	IST 2006 EUR	IST 2005 EUR
EINNAHMEN		
Eigene Einnahmen	97.337.902,61	71.458.641,34
Öffentliche Zuschüsse zur institutionellen Förderung		
• Anteilsfinanzierung	1.166.442.925,60	1.135.782.331,00
• Sonderfinanzierung	3.519.410,90	6.094.930,57
Zuschüsse zur Projektförderung	182.898.401,25	191.761.376,79
GESAMT	1.450.198.640,36	1.405.097.279,70
AUSGABEN		
Personalausgaben	585.022.344,84	577.356.309,18
Sächliche Ausgaben	397.732.627,70	364.637.013,99
Zuschüsse (ohne Investitionen)	108.268.431,07	105.149.431,97
Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen	319.940.115,26	260.319.658,44
GESAMT	1.410.963.518,87	1.307.462.413,58
Zuführung an noch abzurechnende Zuschüsse	39.235.121,49	97.634.866,12

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.

Vermögensübersicht zum 31.12.2006

AKTIVA	EUR	31.12.2006 EUR	31.12.2005 TEUR
A. ANLAGEVERMÖGEN			
I. Immaterielle Vermögensgegenstände			
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte sowie Lizenzen an solchen Rechten		20.073.242,09	20.976,6
II. Sachanlagen			
1. Grundstücke und grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich Bauten auf fremden Grundstücken	1.168.030.506,23		1.152.153,7
2. Technische Anlagen und Maschinen	462.057.889,78		392.080,2
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	215.803.854,60		209.548,9
4. Anlagen im Bau	303.352.225,83	2.149.244.476,44	315.734,8
III. Finanzanlagen			
1. Beteiligungen	1.528.388,93		1.588,0
2. Wertpapiere	120.793.639,56		101.988,6
3. Sonstige Ausleihen	6.730.314,85	129.052.343,34	7.450,8
B. UMLAUFVERMÖGEN			
I. Vorräte		8.606.697,86	8.306,3
II. Forderungen und sonst. Vermögensstände			
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	7.935.150,99		5.051,3
2. Forderungen gegenüber verbundenen Unternehmen und Unternehmen mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	70.701,01		20,7
3. Sonstige Vermögensgegenstände	87.660.177,63	95.666.029,63	78.706,9
III. Wertpapiere		1.207.287,20	499,7
IV. Kasse, Bankguthaben, Postgiroguthaben		51.576.986,94	106.311,40
C. AKTIVE RECHNUNGSABGRENZUNGSPOSTEN		11.181.784,93	6.940,5
GESAMT		2.466.608.848,43	2.407.358,4
Nachrichtlich:			
TREUHANDVERMÖGEN		9.046.868,15	9.456,0

PASSIVA	EUR	31.12.2006 EUR	31.12.2005 TEUR
A. REINVERMÖGEN		2.134.706.706,12	2.039.167,0
B. RÜCKSTELLUNGEN			
1. Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen	203.044.082,00		202.412,2
2. Sonstige Rückstellungen	13.785.513,07	216.829.595,07	14.835,7
C. VERBINDLICHKEITEN			
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten	1.547.151,19		1.599,0
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	42.120.014,11		35.401,9
3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen und Unternehmen mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	65.001,71		3.531,3
4. Sonstige Verbindlichkeiten	13.176.023,39	56.908.190,40	11.135,0
D. PASSIVE RECHNUNGSABGRENZUNGS-POSTEN		58.164.356,84	99.276,3
GESAMT		2.466.608.848,43	2.407.358,4

Nachrichtlich:

TREUHANDVERMÖGEN		9.046.868,15	9.456,0

MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.

Anlagespiegel zum 31.12.2006

	BUCHWERT 01.01.2006 EUR	ZUGANG/ ZUSCHREIBUNG EUR	ABGANG EUR	UM-GLIEDERUNG EUR	AB-SCHREIBUNG EUR	BUCHWERT 31.12.2006 EUR
I. IMMATERIELLE VERMÖGENSGEGENSTÄNDE						
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte sowie Lizenzen an solchen Rechten	20.976.602,89	5.033.063,96	149.668,99	86.217,60	4.669.909,59	20.073.242,09
II. SACHANLAGEN						
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschl. Bauten auf fremden Grundstücken	1.152.153.696,05	101.781.087,81	29.380.767,21	10.424.868,63	57.218.079,89	1.168.030.506,23
2. Technische Anlagen und Maschinen	392.080.227,84	194.490.430,63	3.796.303,46	14.831.124,90	93.885.729,01	462.057.889,78
3. Andere Anlagen , Betriebs- und Geschäftsausstattung	209.548.912,58	37.285.133,94	4.959.987,27	278.420,87	11.318.713,44	215.803.854,60
4. Anlagen im Bau	315.734.832,68	122.094.543,95	108.856.516,61	-25.620.632,00	2,19	303.352.225,83
	2.069.517.669,15	455.651.196,33	146.993.574,55	-86.217,60	162.422.524,53	2.149.244.476,44
GESAMT	2.090.494.272,04	460.684.260,29	147.143.243,54	0,00	167.092.434,12	2.169.317.718,53