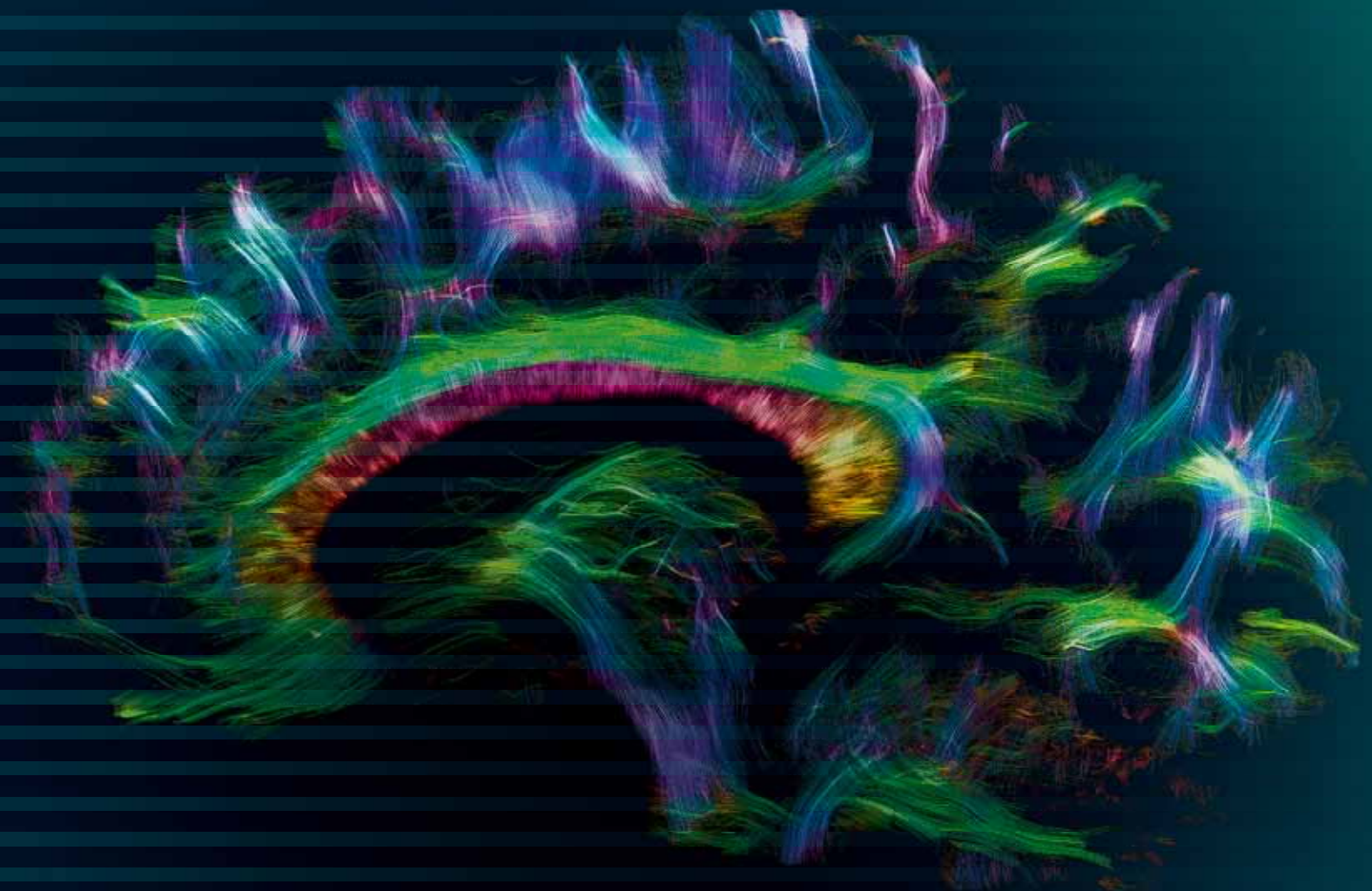




MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

JAHRESBERICHT | ANNUAL REPORT

2013



IMPRESSUM

HERAUSGEBER

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

Wissenschafts- und Unternehmenskommunikation
Hofgartenstr. 8, D-80539 München
Tel: +49 (0)89 2108-1276
Fax: +49 (0)89 2108-1207
E-mail: presse@gv.mpg.de
Internet: www.mpg.de

REDAKTION

Gottfried Plehn

GESTALTUNG

HAAK & NAKAT, München
[www.haak-nakat.de]

TITELBILD

Das Hirn als Netzwerk – Wissenschaftler am MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften in Leipzig erforschen das Netzwerk der Nervenzellen im Gehirn: Mit aufwändiger Technik gelingt es, am lebenden menschlichen Gehirn die anatomische Vernetzung der Hirnareale abzubilden. Dafür wird mit der sogenannten diffusionsgewichteten Magnetresonanztomographie die Bewegung von Wassermolekülen im Gehirn gemessen, die entlang der Nervenbahnen auftritt. Mit einer mathematischen Modellierungstechnik, der Traktographie, kann man daraus den Verlauf der Nervenbahnen darstellen. Die Wissenschaftler erkunden damit ein Grundprinzip des Gehirns: Schon lange weiß man, dass bestimmte Bereiche des Gehirns für bestimmte Funktionen „zuständig“ sind. Diese funktionelle Segregation kann allerdings die erstaunlichen Leistungen des Gehirns nicht erklären, da die psychologischen Funktionen eng miteinander verknüpft sind, Handlung, Emotion und Aufmerksamkeit etwa hängen voneinander ab. Daher muss es auch eine funktionelle Integration als zweites wichtiges Prinzip geben – und diesen Verknüpfungen des Gehirns sind die Leipziger Wissenschaftler auf der Spur.

Die Daten stammen aus dem Siemens Ultra-Hochfeld 7 Tesla MRT-Scanner der Abteilung von Robert Turner, bei den Messungen wurde eine neue MRT-Sequenz angewandt, die eine hochauflösende Messung von kreuzenden Nervenfasern ermöglicht. Das Bild zeigt einen sagittalen Ausschnitt der rekonstruierten Verbindungen mit einer Farbcodierung der Richtungen: rot: links-rechts; grün: anterior-posterior; blau: superior-inferior.

Hauptsächlich beteiligte Wissenschaftler: Alfred Anwander, Robin Heidemann, Thomas Knösche und Ralf Schurade aus den Abteilungen von Robert Turner und von Angela D. Friederici.

April 2014

ISSN 1430-4066

IMPRINT

PUBLISHER

Max Planck Society
for the Advancement of Science

Science and Corporate Communication
Hofgartenstr. 8, D-80539 Munich
Tel: +49 (0)89 2108-1276
Fax: +49 (0)89 2108-1207
E-mail: presse@gv.mpg.de
Internet: www.mpg.de

TEXTEDITOR

Gottfried Plehn

DESIGN

HAAK & NAKAT, Munich
[www.haak-nakat.de]

COVER IMAGE

The brain as a network – Scientists at the MPI for Human Cognitive and Brain Sciences in Leipzig research the network of neurons in the brain: Using sophisticated technology, they are able to visualise the anatomical connectivity of the different areas in the living human brain. A technique known as diffusion-weighted magnetic resonance imaging is used to measure the movement of water molecules in the brain which arises along the nerve pathways. Based on these data, the course of the neural pathways can be visualised using tractography, a mathematical modelling technique. The scientists use this approach to investigate a basic principle of the brain: It has long been known that certain areas of the brain are “responsible” for certain functions. This functional segregation, however, cannot explain the extraordinary work done by the brain, as the psychological functions are closely connected with each other: action, emotion and attention for example are dependent on each other. Therefore, functional integration must also exist as a second important principle – and the Leipzig-based scientists are hot on the trail of these connections in the brain.

The data originate from the Siemens Ultra High Field 7 Tesla MRI Scanner in Robert Turner’s department. A new MRI sequence was applied for the measurements, which enables the high-resolution measurement of crossing nerve fibres. The image shows a sagittal section of the reconstructed connections with colour coding of the directions: red = left-right; green = anterior-posterior; blue = superior-inferior.

Main scientists involved: Alfred Anwander, Robin Heidemann, Thomas Knösche and Ralf Schurade from Robert Turner’s and Angela D. Friederici’s departments.

April 2014

ISSN 1430-4066

Inhaltsverzeichnis

Contents

2	BERICHT DES PRÄSIDENTEN	PRESIDENT'S REPORT
6	LESEPROBEN aus dem Jahrbuch	EXTRACTS from the Yearbook
14	FORSCHUNGSAUSBLICK Ralph Hertwig Leben auf dem Vulkan: Wie Menschen mit Risiken umgehen	RESEARCH OUTLOOK Ralph Hertwig Living on the volcano: how people reckon with risks
23	Thomas Jenuwein Epigenetik – „Wir sind mehr als die Summe unserer Gene“	Thomas Jenuwein Epigenetics – “We are more than the sum of our genes”
34	Kai Sundmacher Die Gestaltung des Energiesystems der Zukunft: Ein komplexes Optimierungsproblem	Kai Sundmacher Designing the energy system of the future: a complex optimisation problem
46	KOOPERATIONSPROGRAMME Partnergruppen	COOPERATION PROGRAMS Partner Groups
50	Max Planck Center und Partnerinstitute	Max Planck Centers and Partner Institutes
53	Max Planck Fellows	Max Planck Fellows
54	Kooperation mit der Fraunhofer-Gesellschaft	Cooperation with Fraunhofer-Gesellschaft
56	Tandemprojekte	Tandem Projects
57	Institutsübergreifende Forschungsinitiativen und Max-Planck-Netzwerke	Cross-Institutional Initiatives and Max Planck Research Networks
62	NACHWUCHSFÖRDERUNG Minerva-Programm	SUPPORT OF JUNIOR SCIENTISTS Minerva Program
65	Max-Planck-Forschungsgruppen	Max Planck Research Groups
72	International Max Planck Research Schools und Max Planck Graduate Center	International Max Planck Research Schools and Max Planck Graduate Center
76	TECHNOLOGIETRANSFER	TECHNOLOGY TRANSFER
88	ZENTRALE ANGELEGENHEITEN Finanzen	CENTRAL MATTERS Finances
83	Personal	Staff
104	Tochtergesellschaften	Subsidiaries
112	Organigramm	Organigramme
114	Personelle Zusammensetzung der Organe	Staff of the Governing Bodies
122	Forschungsstandorte	Overview of Research Facilities
126	ANHANG Jahresrechnung	

Wir können uns keinen Stillstand leisten

Wohlstand und Wissenschaft sind zwei Seiten einer Medaille. Wer Wohlstand will, muss sich Wissenschaft leisten. Weltweit haben Staaten diesen Zusammenhang erkannt und steigern ihre Investitionen in Forschung und Innovation. Wer hätte noch vor zehn Jahren damit gerechnet, dass lukrative Angebote an unsere Direktoren aus Südkorea kommen? Das ist Wettbewerb, dem wir uns stellen und von dem wir auch profitieren. Aber wir müssen mithalten können.

Dafür tun wir als Max-Planck-Gesellschaft vieles selbst: Weil wir Erkanntes nicht nur weiterentwickeln, sondern immer wieder neu bahnbrechende Erkenntnisse suchen, gilt in unserer Organisation das Prinzip ständiger Erneuerung. Das ist nicht bequem, aber nötig, um Forschungstrends frühzeitig aufzugreifen. So haben wir in den vergangenen zwölf Jahren jedes sechste Institut neu ausgerichtet und neun Institute neu gegründet. Wir benötigen aber außerdem die Unterstützung von Politik und Gesellschaft. Nur wenn die Max-Planck-Gesellschaft finanziell genügend Luft hat, kann sie ihre Erneuerungsfähigkeit bewahren und in der weltweiten Spitzengruppe Schritt halten. Dies ist entscheidend für unser Land. Eine Hochtechnologie-Nation braucht global führende Forschungseinrichtungen, um im Kreis der Innovationstreiber vorn zu bleiben.

Die Signale aus den Koalitionsverhandlungen im Herbst 2013, wonach Forschung und Bildung weiterhin hohe Priorität haben sollen, waren vielversprechend. In der Folge aber trat die Große Koalition lange auf der Stelle. Wenn es so kommt, wie anzunehmen, dass die jährlichen Haushaltszuwächse im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation künftig allein vom Bund finanziert und nach 2015 von fünf auf drei Prozent abgesenkt werden, hat das Konsequenzen nicht nur für die Finanzstrukturen unseres Wissenschaftssystems, sondern auch für den Bestand der bisherigen Aktivitäten der Max-Planck-Gesellschaft. Nominale sind leider keine realen Zuwächse. Allein aufgrund eines sehr spezifischen Warenkorbs müssen wir von einer wissenschaftsspezifischen Inflationsrate in Höhe von etwa 2,5 Prozent ausgehen. Hinzu kommt – und zwar unter der Bedingung zunehmenden internationalen Wettbewerbs – der Preis des wissenschaftlichen Fortschritts: Berufungen oder Laborausstattungen werden ständig teurer und der technologische Aufwand nimmt rasant zu, will man die Grenzen des Wissens kontinuierlich erweitern.

Es war gut, dass wir im Jahr 2013 eine lebhafteste Diskussion über die künftige Struktur des Wissenschaftssystems geführt haben, in die sich die Max-Planck-Gesellschaft kritisch

wie konstruktiv mit einem Positionspapier eingebracht hat. Die Konzeptarbeit kann aber nur Früchte tragen, wenn auch die strukturelle Unterfinanzierung der Hochschulen überwunden wird. Es ist nicht zu erwarten, dass sich dies allein über die Grundgesetzänderung (Artikel 91b) und eine stärkere Beteiligung des Bundes regeln lässt. Deshalb müssen die Länder, die bei der Mitfinanzierung der Pakt-Aufwüchse entlastet werden, in die Pflicht genommen werden, die frei werdenden Mittel trotz knapper Kassen und der Schuldenbremse für die Hochschulen einzusetzen.

Bei der Debatte wurde ebenso deutlich, dass die Erfolge der Exzellenzinitiative verstetigt werden müssen. Durch sie hat die deutsche Forschung deutlich an internationaler Wettbewerbsfähigkeit gewonnen, das Studium in Deutschland ist für junge Leute aus dem Ausland attraktiver geworden. So immatrikulierten sich im Jahr 2013 erstmals mehr als 100.000 ausländische Studienanfänger.

Um diese Trends zu verstetigen, regt der Wissenschaftsrat die weitere Profilentwicklung und Differenzierung im Hochschulsektor an. Dies fügt sich gut in unseren Vorschlag zur Etablierung von Exzellenz- und Profilstandorten. Letztere entstehen dort, wo Spitzenforschung in einem Bereich stattfindet; beispielsweise in Bonn, das sich als „Mekka der Mathematik“ etabliert hat. Thematisch sehr breit aufgestellte Standorte wie München zählen bereits jetzt zur ersten Kategorie – es muss Aufgabe einer wissenschaftsgeleiteten Kommission sein, weitere Exzellenzstandorte zu identifizieren und gezielt zu fördern. Dies geht nur, wenn die „Stärke des Systems“, wie der Wissenschaftsrat herausstellt, beachtet wird: Dass wir eine erfolgreiche, arbeitsteilige Wissenschaftslandschaft haben, in der neben den Hochschulen die außeruniversitären Einrichtungen mit ihren komplementären Missionen entscheidende Impulse setzen. Ein wichtiger Punkt bei der weitergehenden, zielgerichteten Vernetzung.

Da 90 Prozent des Wissens außerhalb Deutschlands entstehen und wir angesichts des demografischen Wandels auf talentierten Nachwuchs aus aller Welt angewiesen sind, ist die Max-Planck-Gesellschaft für die künftige Entwicklung des Forschungsstandorts Deutschland besonders gefordert: Wir bringen in die Profil- und Exzellenzstandorte einerseits Internationalität hinein und fördern zugleich nach außen deren Vernetzung mit den besten Einrichtungen weltweit. Als Instrument bieten sich dabei die Max Planck Center an; jene Plattformen institutionalisierter Kooperation, über die unsere Wissenschaftler mit Top-Kollegen



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

aus aller Welt in spezifischen Forschungsfeldern zusammenarbeiten. Sie teilen dabei Know-how wie Kosten und nutzen Synergien bei teurer Infrastruktur. Dieses Center-Konzept lässt sich, wie wir im Positionspapier vorschlagen, auf Deutschland ausweiten. Möglich sind Neugründungen mit deutschen und ausländischen Universitäten; ebenso ist denkbar, existierende Center im Ausland für deutsche Partner zu öffnen und auszubauen. Im Vergleich zu anderen Konzepten der Profilbildung bietet dieses Modell beste Voraussetzungen, die angestrebte internationale Anschlussfähigkeit sicherzustellen. Eben weil Max-Planck im Ausland als etablierter Markenname deutscher Spitzenforschung wirken kann.

Bei Centern, die bereits länger laufen, zeigen sich diese Effekte für den Standort bereits: So ist dank des Indo-German Max Planck Center for Computer Science nicht nur am beteiligten Max-Planck-Institut für Informatik, sondern auch am Max-Planck-Institut für Softwaresysteme die Zahl der indischen Nachwuchswissenschaftler deutlich gestiegen. Das Center mit der University of British Columbia hat an den beteiligten Instituten zu einer Verzehnfachung der Anzahl kanadischer Studenten geführt. Dieses Center, in dem neuartige Quantenmaterialien erforscht werden, erhält nun mit der University of Tokyo einen weiteren Partner. Überzeugt vom Konzept, bringen die Japaner zusätzliche Mittel in die Kooperation ein. Mittlerweile arbeiten 14 Max Planck Center, dazu kommen fünf Auslandsinstitute; die Vernetzung zeigt sich auch im Ergebnis: Fast zwei Drittel aller

Max-Planck-Publikationen entstehen in internationaler Zusammenarbeit. Beinahe die Hälfte der in den vergangenen zwölf Jahren berufenen Wissenschaftlichen Mitglieder hat einen ausländischen Pass, viele von ihnen kommen von den führenden Adressen der Welt. Zudem hat die aktuelle Ausschreibung Themenoffener Max-Planck-Forschungsgruppen deutlich gemacht, dass diese Positionen international als wichtiges Karrieresprungbrett betrachtet werden. Etwa 700 Nachwuchsforscherinnen und -forscher – ob aus Yale und Princeton, vom MIT und vom CalTech, von den Janelia Farm und der ETH Zürich – haben sich auf 18 Gruppenleiterstellen beworben. In der Schlussrunde waren allein aus Harvard fünf Kandidaten in der näheren Auswahl.

Diese Internationalität ergibt sich aus unserer Mission Spitzenforschung, die nur zu leisten ist, wenn man die besten Wissenschaftler weltweit erreicht. Sie dient aber ebenso dem Standort Deutschland und ist außerdem abhängig vom Maß unserer Erneuerungsfähigkeit. Bleibt es beim Drei-Prozent-Pakt für die außeruniversitären Einrichtungen, wird es schwer sein, die allseits angemahnten Initiativen zur Stärkung des Forschungsstandortes Deutschland zu entfalten, ja überhaupt: das aktuelle Niveau zu behaupten. Verlässliche und bedarfsgerechte Haushaltszuwächse im Rahmen des Paktes für Forschung und Innovation sind unerlässlich.

Gemeinsame Ziele mit der Politik setzen wir dabei selbstredend um. Ob das unsere Initiativen zur besseren Nachwuchsförderung sind oder unsere Maßnahmen, um für alle Karrierestufen deutlich mehr Wissenschaftlerinnen zu gewinnen. Die Autonomie der Forschung aber muss gewahrt werden. Es ist nicht Aufgabe der Politik bis ins Detail vorzuschreiben, was und wie von uns geforscht werden soll. Durchbruchinnovationen gelingen nur der freien Grundlagenforschung. Es gibt sie nicht im Discounter. Qualität hat auch in der Wissenschaft ihren Preis.

**PETER GRUSS,
PRÄSIDENT DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT**

We cannot afford to stand still

Prosperity and scientific achievement are two sides of the same coin. Those who want prosperity have to invest in science. Nations the world over have recognised the connection and are pouring additional funding into research and innovation. Who would have thought, ten years ago, that our Directors would now be receiving lucrative offers from South Korea? That is competition that we are facing up to, and from which we are also benefiting. However, we need to be able to keep up.

We at the Max Planck Society are doing a great deal towards this ourselves: Not only do we take existing knowledge forward, we are constantly looking for groundbreaking discoveries, as our organisation is governed by the principle of constant renewal. This is not convenient, but it is necessary if we are going to seize on research trends from an early stage. To this effect, we have refocused one in six of our institutes and established nine new institutes over the past twelve years. But we also need the support of policymakers and society. Only if the Max Planck Society is given sufficient financial scope will it be able to maintain its capacity for renewal and keep pace with the global elite. And that is crucial for our country. A high-tech nation needs globally leading research institutions if it is to remain in the vanguard of the innovation drivers.

Encouraging signs emerged from the coalition negotiations in autumn 2013, with science and education set to retain a high priority. But then the grand coalition failed to move forward for some considerable time. If it ends up, as appears likely, that the annual budget increases under the Pact for Research and Innovation need to be funded by the federal government alone and fall from five to three per cent after 2015, this will have consequences, not only for the financial structures of our science system but also for the Max Planck Society's existing activities. Nominal gains are sadly not real gains. The very fact that we are dependent on a very specific basket of goods gives us a science-specific inflation rate of some 2.5 percent. Added to that – and given growing international competition – comes the price of scientific progress: making new appointments or fitting out new laboratories is becoming steadily more expensive and the technological expense is increasing rapidly for any organisation which aspires to go on broadening the boundaries of knowledge.

It was good that we had a lively debate on the science system's future structure in 2013. The Max Planck Society participated in this discussion critically and constructively by contributing a position paper. However, this conceptual



PHOTO: AXEL GRIESCH, MUNICH

Prof. Peter Gruss, President of the Max Planck Society

work can only bear fruit if the structural underfunding of institutions of higher education is also overcome. The amendment to the Basic Law (article 91b) and a stronger involvement of the federal government alone cannot be expected to resolve this. Which is why the governments of the federal states, which will no longer have to find scope in their budgets to co-finance the annual Pact increases, need to be compelled to commit the funds thus freed up to benefit the universities in spite of all the budgetary pressures and the debt brake they are experiencing.

The debate made it equally evident that the successes of the Excellence Initiative need to be stepped up. It is through them that German research has become significantly more competitive, and studying in Germany is now more attractive for young people from other countries. Indeed, the number of foreign students enrolling for a higher education degree in Germany topped the 100,000 mark for the first time in 2013.

In a bid to make these trends permanent, the Scientific Council is encouraging further profile building and differentiation in the higher education sector. This fits in well with our proposal for the establishment of locations of excellence and of distinctive profile. The latter are formed in places where cutting-edge research takes place in a certain field, like Bonn, for instance, which has established itself as a "Mecca for mathematics". Locations, like Munich, which cover a very

wide range of disciplines, already number amongst the ranks of hubs of excellence – it must be the remit of a science-led commission to identify other such hotspots and to support them with specific measures. This is only feasible if the “strength of the system”, as the Scientific Council emphasised, is taken into account: that we have a successful, specialised science sector in which the institutes of higher education and the non-university institutions with their complementary missions both provide new impetus. An important aspect for continuing, targeted networking.

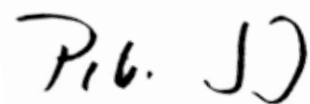
Given that 90 percent of knowledge is created outside Germany and that demographic change makes us dependent on talented young scientists from all around the world, the Max Planck Society is particularly called upon when it comes to the future development of Germany as a research location: on the one hand, we bring internationality into the locations of distinctive profile and of excellence, and, on the other, we promote their external networking with the world’s best institutions. One instrument we can use here is the Max Planck Centers: platforms for institutionalised cooperation within which our scientists work together with top colleagues from all corners of the globe in specific research disciplines. To this end, they share expertise and costs alike, and benefit from synergies in the use of expensive infrastructure. This Center concept can be expanded to Germany as a nation, as we proposed in our position paper. New Centers could be founded with universities in Germany and abroad; it would also be conceivable to open existing Centers overseas to German partners and to expand them. Compared with other concepts for profile building, this model offers excellent prerequisites for ensuring the desired international compatibility. That is because Max Planck can serve as an established brand name for cutting-edge German research abroad.

Centers which have been running some time are already having these kinds of effects for their respective locations: thanks to the Indo-German Max Planck Center for Computer Science the number of Indian junior scientists has risen markedly, not only at the involved Max Planck Institute for Informatics but also at the Max Planck Institute for Software Systems. The Center run in conjunction with the University of British Columbia has led to a tenfold rise in the number of Canadian students at the participating institutes. This Center, which carries out research in the field of novel quantum materials, is now receiving another partner in the form of the University of Tokyo. Convinced of the merits of the concept, the Japanese are bringing additional funding into the collaboration.

To date there are 14 Max Planck Centers, plus five international institutes; the networking is reflected in the results: Almost two-thirds of all Max Planck publications are produced in international cooperation. Nearly half of the Scientific Members appointed in the past twelve years have a foreign passport, with many of them coming from the world’s leading addresses. Furthermore, the latest call for centrally announced Max Planck Research Groups makes it clear that these posts are viewed internationally as a significant career springboard. Some 700 junior scientists, male and female, from Yale and Princeton, MIT and CalTech, Janelia Farm and ETH Zurich – have applied for 18 Group Leader posts. In the final round, there were five candidates from Harvard alone on the shortlist.

This level of internationality is a product of our mission for leading-edge research, which can only be fulfilled if we reach the best scientists in the world. It also, however, benefits Germany itself and is furthermore dependent on the extent of our capacity for renewal. If the non-university institutions are compelled to work within the confines of a Pact with only three percent growth, it will be difficult to develop the universally promised initiatives to strengthen Germany as a research location; indeed, it will be hard to even maintain the current level. Reliable and needs-based budget increases under the Pact for Research and Innovation are essential.

Naturally, we are putting into practice the joint goals we identified with policymakers, be that in the form of the initiatives we are implementing to improve the support of junior scientists or the measures we are taking to acquire many more female scientists at all career levels. But the science sector must be permitted to retain its autonomy. It is not the job of policymakers to dictate down to the last detail what we should research and how we should proceed. Only unfettered basic research can yield groundbreaking innovations. They can’t be bought in a discount store. Quality has its price – in science as well.



PETER GRUSS,
PRESIDENT OF THE MAX PLANCK SOCIETY

01

Kapitel | Chapter



Leseproben

aus dem Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft

Extracts

from the Yearbook of the Max Planck Society

Das Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft dient der wissenschaftlichen Rechenschaftslegung. Es bündelt die Berichte über die an den Max-Planck-Instituten geleisteten Forschungsarbeiten. Eine kleine Auswahl von Jahrbuch-Beiträgen wird im Folgenden in Form von Kurzmeldungen vorgestellt. Interessierte Leserinnen und Leser können die vollständigen Beiträge im Internet nachlesen unter:
www.mpg.de/166008/jahrbuecher

The Yearbook of the Max Planck Society serves the purpose of scientific reporting. It collates reports about the research carried out at the Max Planck Institutes. A small selection of contributions from the Yearbook is presented below in the form of synopses. They are available on the internet under:
www.mpg.de/166022/yearbooks (German Text with English abstract).



VOM PLATTWURM LERNEN, HEISST REGENERIEREN LERNEN!

Die erstaunlichen Fähigkeiten der Planarien, einer Gattung der Plattwürmer, zur Regeneration von fehlenden Körperteilen untersucht am MPI für molekulare Biomedizin Kerstin Bartscherer. Sogar aus dem kleinen Schwanzstück eines Wurms entsteht nur aus dem vorhandenen Gewebe ein neues vollständiges Tier. Bartscherer benutzt Planarien als Modellsystem für die Erforschung der dahinterstehenden Stammzellen: Im Wurm verteilt existieren so genannte Neoblasten, von denen einige pluripotent sind, also alle Zellformen ausbilden können. Die Wissenschaftler versuchen durch eine Analyse wichtiger Proteine in den Stammzellen, die verantwortlichen Mechanismen aufzuklären. Ein spezifisches Protein (Nuclear Receptor Co-Activator-5), dem bisher keine Funktion in Stammzellen zugeordnet wurde, konnte nun von den Forschern in Münster als wichtig sowohl für den Stammzellerhalt als auch für die Regeneration nachgewiesen werden.

LESSONS IN REGENERATION – FROM THE FLATWORM!

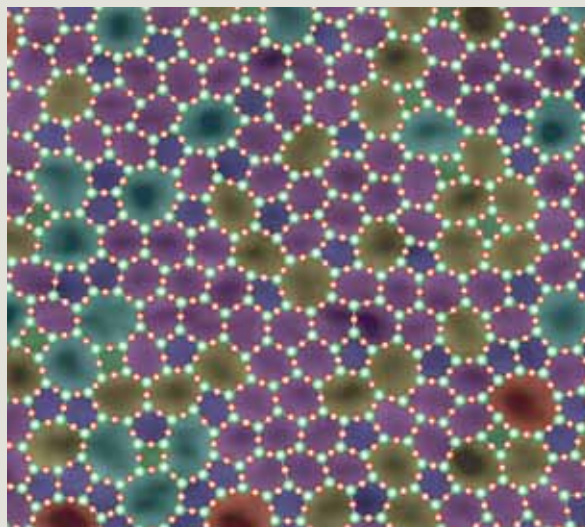
The astonishing ability of planaria, a genus of flatworms, to regenerate missing body parts is being investigated by Kerstin Bartscherer. Even a tiny fragment of the flatworm's tail can grow into a new fully-formed organism. Kerstin Bartscherer uses planaria as a model system for studying the stem cells that make this phenomenon possible: distributed throughout the planarian's body are cells called neoblasts, some of which are pluripotent, meaning that they can develop into any kind of cell. By analysing important proteins in the stem cells, the Münster-based scientists are trying to elucidate the underlying mechanisms. They have now determined that a protein known as nuclear receptor co-activator 5, or Ncoa5 for short, whose function in stem cells was previously unknown, plays an important role not only in preserving stem cells but also in regeneration. The possible role of Ncoa5 in mammalian stem cells is currently being researched.

SEQUENZVARIABILITÄT BEI PFLANZEN

Im Jahr 2000 wurde erstmals das komplette Genom einer Pflanze veröffentlicht. Mit erheblichem Aufwand hatten Forscher das Erbgut der Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (Ackerschmalwand) sequenziert – ein Meilenstein in der Pflanzenforschung. Verglichen mit der damaligen Methode sind die neuen Sequenzierungstechniken – die sogenannten *Next Generation Sequencing Technologies* – nicht nur wesentlich preiswerter, sondern erlauben auch einen viel höheren Probendurchsatz. Dies ermöglicht es den Forschern vom MPI für molekulare Pflanzenphysiologie in Potsdam heute, Hunderte *Arabidopsis*-Pflanzen von unterschiedlichen geografischen Standorten zu sequenzieren und winzigen Unterschieden in der Gensequenz auf die Spur zu kommen. Diese sind mitunter entscheidend für die Anpassung an die jeweiligen lokalen Bedingungen. Die Hochdurchsatz-Sequenzierung verspricht daher nicht nur Erkenntnisse über die Evolution von Pflanzen, sondern ebnet auch den Weg für neue Ansätze in der Pflanzenzüchtung.

SEQUENCE VARIATION IN PLANTS

In the year 2000, the complete genome of a plant was published for the first time ever. Scientists invested a substantial amount of time and money to fully sequence the genetic make-up of the inconspicuous model plant *Arabidopsis thaliana* (thale cress) – a milestone in plant research. Compared to previous methods the new sequencing techniques – known as next generation sequencing technologies – are not only considerably less expensive, but also allow for a much greater sample throughput. This enables modern-day researchers to sequence hundreds of *Arabidopsis* plants from different geographical locations in order to shed light on minute differences in the plants' genetic sequence. Such variations play a decisive role in helping the plants adapt to their respective local environment. High-throughput sequencing therefore not only promises insights into the evolution of plants, but also paves the way for new plant cultivation approaches.



KINDESMISSHANDLUNG BEEINFLUSST GENE

Wer als Kind Opfer von Gewalt wird, behält Narben nicht nur an Körper und Seele. Selbst die Gene spiegeln diese Erfahrungen wider. Ein Forscherteam um Elisabeth Binder vom MPI für Psychiatrie hatte Blutproben von 169 Personen analysiert, die unterschiedliche traumatische Ereignisse durchlebt hatten. 61 davon litten an Posttraumatischer Belastungsstörung. Wie die Studie ergab, lagen derselben Diagnose jedoch nicht die gleichen biologischen Veränderungen zugrunde. Entscheidend war die persönliche Biografie: Bei Patienten, die als Kind misshandelt worden waren, zeigten bestimmte Gene ein anderes Aktivitätslevel als bei solchen, die dieses Trauma nicht erfahren hatten. In der Therapie werden diese Unterschiede bisher vernachlässigt – ein möglicher Grund dafür, dass nicht alle Patienten auf eine Behandlung ansprechen. Wissenschaftler suchen daher nach molekularen Biomarkern, die es erlauben, individuelle Diagnose- und Behandlungsstrategien zu entwickeln.

CHILD ABUSE INFLUENCES GENES

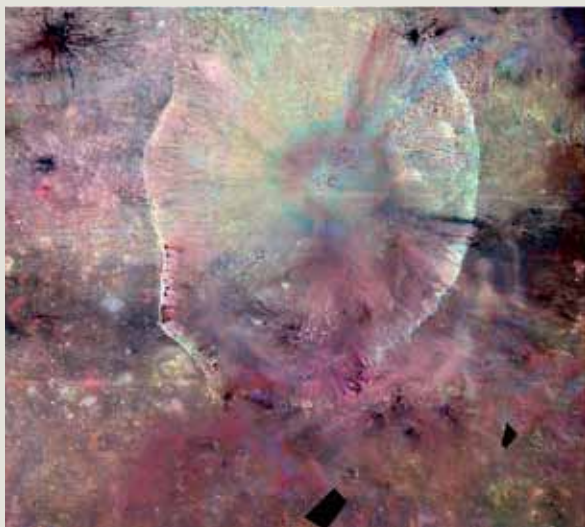
Being abused as a child leaves a person scarred, not only physically and emotionally – even the victim's genes are affected by this traumatic experience. A team of researchers headed by Elisabeth Binder at the MPI of Psychiatry analysed blood samples taken from 169 individuals who had experienced different types of trauma; 61 of these patients suffered from post-traumatic stress disorder. The study revealed that identical diagnoses were not caused by the same biological changes, however. The decisive factor in each case was the individual's personal history: in patients who were abused as children certain genes were either more or less active compared to those, who had not experienced this type of trauma. To date, these differences continue to be neglected in therapeutic approaches, which might explain why not all patients respond positively to treatment. Scientists are therefore searching for molecular biomarkers for a personalised diagnosis.

GLAS DURCHSCHAUT

Was gibt es wohl an einem der ältesten menschlichen Werkstoffe, dem Glas, noch zu forschen? Tatsächlich eine ganze Menge, weil die amorphe Struktur des Glases bisher nicht richtig verstanden war. Während es seit Anfang des 20. Jahrhunderts vergleichsweise einfach ist, die Struktur kristalliner Stoffe zu analysieren, indem man sie mit Röntgenstrahlung durchleuchtet, war das gleiche mit unregelmäßig gebauten Feststoffen, zu denen die Gläser gehören, bisher nicht möglich. Markus Heyde und Shamil Shaikhutdinov in der Abteilung von Hans-Joachim Freund am Fritz-Haber-Institut haben für ihre Messungen das Glas erst zweidimensional hergestellt: Auf einer Metalloberfläche wurden ultradünne Lagen aus Glas präpariert und die Struktur der amorphen Schicht in atomarer Auflösung mit einem Rastersondenmikroskop sichtbar gemacht. Dabei konnten die Wissenschaftler die schon 80 Jahre alte „Random Network Theory“ des Physikers William Zachariasen bestätigen.

A WINDOW ON GLASS

What could possibly remain to be researched about glass, one of humanity's oldest materials? Quite a lot, in fact, as until now the amorphous structure of glass was not really well understood. Whereas it has been relatively easy since the early 20th century to analyse the structure of crystalline substances by bombarding them with x-rays, this has not been possible with irregularly structured solids, such as glass. Markus Heyde and Shamil Shaikhutdinov from Hans-Joachim Freund's department at the Fritz Haber Institute began their measurements by manufacturing glass in two dimensions. They prepared ultrathin layers of glass on a metal substrate and investigated the structure of the amorphous layer at atomic-level resolution using a scanning probe microscope. In doing so, the researchers confirmed a theory proposed by the physicist William Zachariasen already eighty years ago.

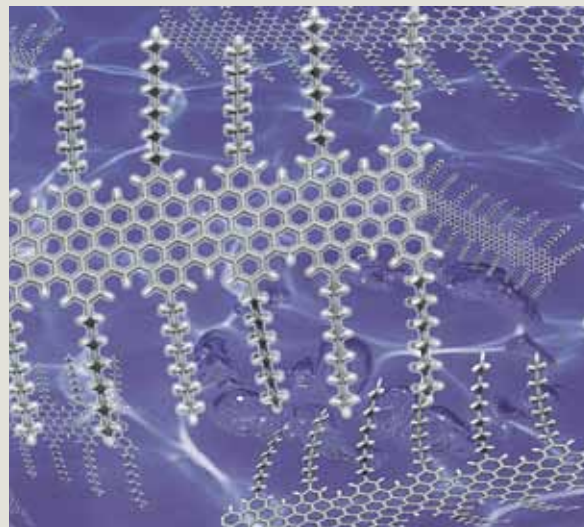


FOSSIL IM SONNENSYSTEM

Die etwa 525 Kilometer große Vesta schwirrt im „Hauptgürtel“ zwischen den Planeten Mars und Jupiter zusammen mit mehr als 630.000 anderen Asteroiden um die Sonne. Was den kosmischen Brocken für Forscher so spannend macht? Vesta ist ein Fossil aus der Geburtsphase des Planetensystems. Und eine Fundgrube für Geologen. So etwa hat die US-Raumsonde *Dawn* herausgefunden, dass die nördliche Hemisphäre des Asteroiden mit deutlich mehr Kratern übersät und damit älter ist als die südliche. Auf den Bildern der Bordkameras – zwei der Instrumente stammen aus dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung – offenbaren sich in der äquatorialen Region große Rillen; sie sind wohl Relikte zweier Impakte, die Vesta auf ihrer Südseite getroffen und beinahe zerrissen hätten. Jetzt warten Wissenschaftler wie Andreas Nathues gespannt auf das nächste Rendezvous von *Dawn*: Im Frühjahr 2015 wird der irdische Späher den Asteroiden Ceres erreichen.

FOSSIL IN THE SUN SYSTEM

Vesta, measuring approximately 525 kilometres in diameter, orbits the sun in the main belt between the planets Mars and Jupiter along with more than 630,000 other asteroids. What makes this cosmic lump of rock so intriguing to researchers? Vesta is a fossil from the birth of the solar system and a treasure trove for geologists. For example, the US space probe *Dawn* found that the northern hemisphere of the asteroid is peppered with far more craters and is therefore older than the southern half. Images from the on-board cameras – two of the instruments were built by the Max Planck Institute for Solar System Research – show large troughs in the equatorial region. These are probably relics from two impacts that struck Vesta on its southern side and nearly tore it apart. Now scientists like Andreas Nathues are excitedly awaiting *Dawn*'s next rendezvous: the spy from Earth is due to reach the asteroid Ceres in the spring of 2015.



© STEPHAN IMHOF, MPI-P

GRAPHEN – WUNDERSTOFF ODER MODEERSCHEINUNG?

Graphen ist eine neue, molekular ebene Struktur des Kohlenstoffs, deren Entdeckung und Charakterisierung 2010 mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurde. Graphen hat das Potenzial, möglicherweise ein Konkurrent des Siliziums in Transistoren zu werden. Klaus Müllen vom MPI für Polymerforschung und seine Mitarbeiter haben eine Methode entwickelt, um es „Bottom-up“, also aus Kohlenstoff-Bausteinen, herzustellen. Dadurch können sie genau definierte Graphen-Nanostreifen synthetisieren, die bessere Eigenschaften versprechen als eine übliche Graphenschicht. Müllen umhüllt auch Metalloxidnanoteilchen mit Graphen und untersucht deren Eignung für den Einsatz in Batterien. Er ist an einem großen Forschungsprogramm der EU zur Graphenforschung beteiligt und hat von der EU dafür einen Advanced Grant erhalten.

GRAPHENE – WONDER MATERIAL OR FAD?

Graphene is a new two-dimensional structure of carbon, the discoverers of which were awarded the 2010 Nobel Prize for Physics. Graphene has the potential to replace carbon in transistors. Klaus Müllen from the MPI for Polymer Research and his co-workers have developed a bottom-up approach to produce graphene from carbon building blocks, enabling them to synthesise precisely defined graphene nanostrips that promise to have better properties than conventional graphene sheets. Müllen also encapsulates metal oxide nanoparticles in graphene and is studying their suitability for use in batteries. He is involved in a large EU-sponsored graphene research project, for which he has received an Advanced Grant from the EU.



LESERATTEN UND LESEMUFFEL

Warum sind einige Kinder wahre Leseratten, andere dagegen eher Lesemuffel? Fragen wie diesen ist die Forschungsgruppe „REaD“ am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung auf der Spur. Ihr Ziel ist es, festzustellen, wie sich Lesedefizite beheben lassen. Denn Lesen ist kein Kinderspiel, sondern eine komplexe kognitive Fähigkeit – und um diese zu meistern, brauchen Kinder pädagogische Unterstützung. In ihren Untersuchungen stellten die Forscher fest, dass es ein positives Wechselspiel zwischen Leseverhalten und Lesefähigkeit gibt: Wer gut liest, liest auch gerne. Zudem bedeutet ein hoher Buchkonsum noch einen weiteren Vorteil für die jungen Bücherwürmer. Eine höhere Lesekompetenz führt nämlich auch zu einem größeren Wortschatz. Das Forscherteam setzt daher auf gezielte Einzelförderung von langsameren jungen Lesern und Leserinnen, um das „kognitive Immunsystem“ der Kinder zu stärken. Denn sind sie erst einmal in der Lage, selbständig Zugang zu Büchern zu finden, ist auch ein Harry-Potter-Band nicht mehr vor ihnen sicher.

WHY ARE SOME CHILDREN BOOKWORMS, OTHERS NOT?

Why are some children true bookworms, while others don't like reading at all? Questions like these are the focus of the Max Planck Research Group "REaD" at the Max Planck Institute for Human Development. The researchers want to find out how to help children overcome reading deficits. Because reading, after all, is no child's play, but a complex cognitive ability. To master such key skills, children need educational support. In their studies, the researchers discovered a positive relationship between reading behaviour and reading skill: if you read well, you also like reading. Based on their observations, the researchers favour individual training sessions for children who are slower readers to help them strengthen their "cognitive immune system". After all, once children are able to read independently, no Harry Potter book will be safe from them!



KEIN UNTERSCHIED ZWISCHEN MÄNNERN UND FRAUEN IN DER STEUERMORAL

Jüngste Fälle von prominenten Steuersündern haben die Debatte über unsere Steuermoral neu entfacht. Eine Studie von Salmal Qari, Referent am MPI für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen, hat nun die Rolle der Geschlechter in Bezug auf die Steuerehrlichkeit unter die Lupe genommen und wollte wissen: ist Steuerhinterziehung eine Männerdomäne? Sind Frauen ehrlicher als Männer, wenn es um Steuern geht? Weil Frauen als weniger risikobereit gelten, könnte man das vermuten. Die Forscher ließen Probanden an einem Experiment teilnehmen, in dem echte Gesprächssituationen mit fiktiven Zöllnern und Zöllnerinnen nachgestellt wurden. Die Teilnehmer mussten den Wert von mitgeführten Waren angeben. Anschließend wurden die Runden untersucht, in denen Reisende die Möglichkeit zur Steuerhinterziehung hatten. Fazit der Studie: Steuerehrlichkeit hängt weder vom eigenen Geschlecht ab, noch von dem des Gegenüber.

NO DIFFERENCE BETWEEN MEN AND WOMEN WHEN IT COMES TO TAX ETHICS

Recent cases of prominent tax evaders have reignited the debate about our tax ethics. A study by Salmal Qari, research affiliate at the MPI for Tax Law and Public Finance, has now examined the role of the genders in relation to fiscal integrity and sought to establish whether tax evasion is a male-dominated issue. Are women more honest than men when it comes to paying taxes? One might suppose this to be the case, as women are deemed more risk-averse. The researchers arranged for test participants to take part in an experiment where real dialogue scenarios with fictitious tax officials were simulated. The participants had to indicate the value of carried goods. Scenarios where travellers had the opportunity to avoid taxes were then examined. The outcome of the study was that fiscal integrity does not depend upon one's own gender or that of the opposite party.





Forschungsausblick Research Outlook

Seite 14

Ralph Hertwig über Leben auf dem Vulkan:
Wie Menschen mit Risiken umgehen

Page 14

Ralph Hertwig on living on the volcano:
how people reckon with risks

Seite 23

Thomas Jenuwein über Epigenetik – „Wir
sind mehr als die Summe unserer Gene“

Page 23

Thomas Jenuwein on Epigenetics –
“We are more than the sum of our genes”

Seite 34

Kai Sundmacher über die Gestaltung des
Energiesystems der Zukunft:
Ein komplexes Optimierungsproblem

Page 34

Kai Sundmacher on designing the
energy system of the future:
a complex optimisation problem

RALPH HERTWIG

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR BILDUNGSFORSCHUNG, BERLIN

Leben auf dem Vulkan: Wie Menschen mit Risiken umgehen



„Man hörte Weiber heulen, Kinder jammern, Männer schreien ... manche flehten aus Angst vor dem Tode um den Tod, viele beteten zu den Göttern, andere wieder erklärten, es gebe nirgends noch Götter, die letzte, ewige Nacht sei über die Welt hereingebrochen.“ Mit diesen düsteren Worten schildert der Zeitzeuge Gaius Plinius der Jüngere die tödliche Katastrophe, die sich im Jahre 79 nach Christus ereignete. Eine gewaltige Eruption des Vesuvs begrub die Städte Pompeji, Herculaneum und Stabiae unter meterdicken Massen von Asche und Lapilli. Dieser Ausbruch war allerdings keineswegs der größte des Vesuvs. Bereits 3.780 vor Christus, in der Bronzezeit, kam es zu einem Ausbruch von noch viel größerem Ausmaß. Seine archäologischen „Fußspuren“ wurden in den letzten Jahren von Vulkanologen sorgfältig untersucht, weil er ein „Worst-Case-Szenario“ für die Zukunft darstellen könnte. Träte dieser schlimmstmögliche Fall ein, dann wären die Folgen für Neapel – die weltweit größte Metropole in der Nähe eines noch aktiven Vulkans – dramatisch. Gegenwärtig leben mindestens drei Millionen Menschen in der Region, die infolge der Eruption in der Bronzezeit für viele Jahrhunderte unbewohnbar war. Seit Jahren warnen einige Vulkanologen vor einem möglichen Ausbruch. Dieser wird mit Sicherheit kommen, so deren Meinung. Nur wann genau dies passieren wird, ist nicht vorhersagbar. Die Zerstörungskraft wäre vermutlich sehr viel größer als jene, die Pompeji zerstörte. Nach Einschätzung dieser Experten deuten die seismischen Daten auf ein riesiges Magma-Reservoir unter dem Vulkan hin.

Und hier zeigt sich ein Phänomen, das die Politik vor ein Problem stellt und für die Risikoforschung von großem Interesse ist: Alle Versuche der italienischen Regierung, die Anwohner potenziell besonders gefährdeter Gebiete umzusiedeln, sind bislang erfolglos geblieben. Warum ist das so? Eine einfache Erklärung wäre, dass die Bewohner das Risiko schlichtweg

verleugnen. Wenn dem so wäre, dann stünden die Neapolitaner damit allerdings nicht allein da. Risikoforscher bemühen sich seit geraumer Zeit darum, einem ähnlichen Phänomen in den USA auf den Grund zu gehen. So haben Bürger, die in von Wirbelstürmen oder Flutwellen besonders gefährdeten Gebieten leben, entweder keinen oder keinen ausreichenden Versicherungsschutz.

Im Hinblick auf die Zukunft der gerade aus der Taufe gehobenen amerikanischen Verfassung schrieb Benjamin Franklin im Jahr der französischen Revolution: „In dieser Welt ist nichts gewiss, außer dem Tod und den Steuern.“ Franklin wollte zum Ausdruck bringen, dass eigentlich nahezu alles in unserem Leben ungewiss und mit Risiken behaftet ist. Wahrlich gibt es auch heute keinen Mangel an Bedrohungen – die Zunahme extremer Wetterereignisse, die Gefahr neuer Epidemien infolge der globalen Erwärmung, das Restrisiko diverser Technologien, die völlig neuartigen Formen des internationalen Terrorismus (z.B.: Bioterrorismus oder Cyberterrorismus) oder etwa die durch die Adipositas-Epidemie ausgelösten Gesundheitsrisiken. Nichts ist gewiss, außer dem Tod und den Steuern. Angesichts dieser Allgegenwärtigkeit von Unsicherheit liegt die Frage nahe: Wie nehmen Menschen Risiken, Gefahren und Bedrohungen wahr und wie reagieren sie darauf?

Wissenschaftlich fundierte Antworten darauf, was und warum wir etwas fürchten und auch warum wir bestimmte „Killer“ nicht fürchten, helfen vorherzusagen, wie die Öffentlichkeit auf alte und neue Risiken reagieren wird. Dies einschätzen zu können, wird auch deshalb immer dringlicher, weil in Anbetracht leerer Staatskassen und explodierender Kosten im Gesundheitssystem die Ressourcen zur Eindämmung von Risiken und ihren Folgen begrenzt sind. Politik und Wähler kommen nicht umhin, Entscheidungen

– und hoffentlich nachhaltige Entscheidungen – über eine Priorisierung der knappen Mittel zu treffen. Wie ist es also um unsere Fähigkeit bestellt, Risiken angemessen zu beurteilen?

Wie genau oder ungenau, möglicherweise sogar systematisch verzerrt, Risiken von Menschen eingeschätzt werden, lässt sich auf unterschiedliche Weise erfassen und beurteilen. Ein sehr direkter Zugang besteht darin, zu untersuchen, wie gut die Öffentlichkeit zum Beispiel Mortalitätsrisiken und Krankheitsprävalenzen spontan einschätzen kann. In anderen Worten: Wie gut sind unsere intuitiven Sterbetafeln? Kommen mehr Menschen durch Herzinfarkte oder Autounfälle ums Leben? Erkranken mehr Menschen an Lungenkrebs oder an Darmkrebs? Sterben mehr Menschen durch Schusswaffen oder durch die Folgen der Feinstaubbelastung? Frühere Forschung kam zu dem Schluss, dass Menschen Mortalitätsrisiken systematisch falsch einschätzten: Gemessen zum Beispiel an der Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamts, werden relativ seltene Risiken überschätzt (zum Beispiel Tod durch Keuchhusten), relativ häufige Risiken hingegen unterschätzt (zum Beispiel Diabetes). Besonders jene Risiken, die große mediale Aufmerksamkeit auslösen (zum Beispiel Tod durch Flugzeugabsturz, Angriff eines Hais oder Creutzfeldt-Jakob-Krankheit), werden viel zu hoch taxiert. Es wurde vermutet, dass hinter diesen Verzerrungen ein psychologischer Inferenzmechanismus steht, der aus der größeren oder leichteren subjektiven „Verfügbarkeit“ an Todesfällen im Gedächtnis – ausgelöst zum Beispiel durch die mediale „Vervielfältigung“ dieser Todesfälle – auf objektive Mortalitätshäufigkeiten schließt. Ganz nach der Logik: „Wenn ich eine größere Anzahl von Todesfällen infolge von Ursache X aus dem Gedächtnis abrufen kann, muss X wohl eine häufige Todesursache sein.“

Diese Befunde wurden oft so interpretiert, dass die Risikoeinschätzungen der Bürger abwegig und irrational seien. Neue Forschungen, die vor allem auch am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung durchgeführt wurden, werfen jedoch ein neues Licht auf diese Befunde. Zum einen ist die Überschätzung seltener Risiken und die Unterschätzung häufiger Risiken nicht notwendigerweise Folge eines systematischen Urteilsfehlers. Dieses Muster kann auch einfach durch unsystematische Fehlervarianz in den subjektiven Schätzungen zustande kommen, die zu dem statistischen Phänomen der sogenannten Regression zur Mitte führt. Dieser Regressions-effekt bedeutet, dass die Schätzungen der Menschen in Richtung des Durchschnittswerts der Mortalitätsstatistik rutschen. Ein solcher Effekt tritt dann auf, wenn zwei Variablen – in un-

serem Beispiel die objektiven Mortalitätsstatistiken und die subjektiven Einschätzungen – nicht perfekt miteinander korrelieren. Da eine perfekte Korrelation höchst unrealistisch ist (selbst das Zählen der Statistiker ist mit Stichprobenfehlern und Dunkelziffern versehen), ist die Überschätzung seltener Risiken und die Unterschätzung häufiger Risiken eine unvermeidliche statistische Konsequenz von Unsicherheit und unsystematischen Fehlern.

Die neueste Forschung zeigt außerdem, dass die intuitiven Einschätzungen der Öffentlichkeit zu Mortalitätsrisiken und Inzidenzraten dann erstaunlich gut sein können, wenn Menschen von der kleinen Stichprobe konkreter Todes- oder Krankheitsfälle aus ihrem unmittelbaren sozialen Netzwerk auf die Verhältnisse in der Population schließen. Im Familien-, Freundes- und Bekanntenkreis sterben im Schnitt mehr Menschen an einem Herzinfarkt, als dass sie Opfer eines Gewaltverbrechens werden, genauso wie in der Grundgesamtheit (zum Beispiel der Gesamtbevölkerung in Deutschland). Wer sich hingegen auf die Berichte aus den Medien stützt, liegt in der Tat eher falsch, denn darin erhalten die seltenen, aber dramatischen Krankheiten und Todesursachen unverhältnismäßig viel Beachtung. Sie geraten unter ein mediales Vergrößerungsglas. Ein Beispiel ist die Rinderkrankheit BSE. Im Jahre 2000 war der Begriff in aller Munde und die Presse berichtete pausenlos über die möglichen Gefahren durch die Erkrankung an einer neuen Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit, die für den Menschen tödlich verläuft. Tatsächlich jedoch starb nach Einschätzung des Risikoforschers Ortwin Renn von der Universität Stuttgart bis heute niemand in Deutschland an dieser neuen Variante.

NICHTS IST GEWISS, AUSSER DEM TOD UND DEN STEUERN. ANGESICHTS DIESER ALLGEGENWÄRTIGKEIT VON UNSICHERHEIT LIEGT DIE FRAGE NAHE: WIE NEHMEN MENSCHEN RISIKEN, GEFAHREN UND BEDROHUNGEN WAHR UND WIE REAGIEREN SIE DARAUF?

Die Erforschung unserer intuitiven Statistik über Risikohäufigkeiten ist wichtig. Diese intuitiven Urteile sagen etwas über die subjektiv wahrgenommene Eintrittswahrscheinlichkeit von Risiken aus. Allerdings gibt es neben dieser Wahrscheinlichkeitskomponente auch noch den potenziellen Schaden, den es zu beurteilen gilt – zumindest laut der gängigen



Definition von Risiko als das mit seiner Auftrittswahrscheinlichkeit gewichtete Schadenspotenzial wie Verletzung, Tod oder Invalidität. Auch bei der Schadenskomponente spielen psychologische Faktoren eine Schlüsselrolle. Dies wird zum Beispiel offenkundig, wenn Personen um folgende Beurteilung gebeten werden: Menschen können an einer Vielzahl von Krebserkrankungen wie Brustkrebs, Hodenkrebs oder Magenkrebs sterben. Unterstellt man für einen Moment, dass an jeder dieser Krebsarten jeweils nur eine *einzigste Person* pro Jahr stirbt (das heißt: die Mortalitätsrate wird für alle Krebserkrankungen hypothetisch konstant gesetzt), wie viel sollte der Gesetzgeber dann ausgeben, um jeweils diesen einen Todesfall pro Krebsart zu verhindern? Tod durch Krebs ist nicht gleich Tod durch Krebs. Im Schnitt gaben die Befragten beispielsweise an, dreimal so viel zur Verhinderung des Todes durch Knochenkrebs ausgeben zu wollen als zur Verhinderung des Todes durch Leberkrebs. Diese und ähnliche Befunde verdeutlichen eins: Wie subjektiv bedeutsam die Öffentlichkeit ein Gesundheits- und Lebensrisiko beurteilt, erschließt sich keineswegs nur aus dem tatsächlich bestehenden objektiven Risiko, sondern wird auch von anderen, psychologischen Dimensionen beeinflusst.



BESONDERS JENE RISIKEN, DIE GROSSE MEDIALE AUFMERKSAMKEIT AUSLÖSEN (ZUM BEISPIEL TOD DURCH FLUGZEUGABSTURZ, ANGRIFF EINES HAIS ODER CREUTZFELDT-JAKOB-KRANKHEIT), WERDEN VIEL ZU HOCH TAXIERT.

Die Risikoforschung hat im Wesentlichen zwei elementare Dimensionen identifiziert, die unsere subjektive Risikowahrnehmung prägen. Die erste Dimension bezieht sich – aus der Perspektive des Urteilenden – auf die Vertrautheit und Bekanntheit eines Risikos. Ereignisse, Aktivitäten und Technologien, die altbekannt und beobachtbar sind, bei denen der Betroffene um seine Gefährdung weiß und deren Auswirkungen unmittelbar eintreten, werden generell für weniger risikoreich befunden. Ein Beispiel ist das Mortalitätsrisiko im Straßenverkehr. Im Vergleich dazu werden neuartige Phänomene, die schwer beobachtbar sind, deren Bedrohlichkeit für den Betroffenen nicht ersichtlich ist und deren Konsequenzen verzögert in Erscheinung treten, als risikoreicher beurteilt. Ein Beispiel sind durch Viren ausgelöste Pandemien wie zum Beispiel die vieldiskutierte Vogel- oder auch Schweinegrippe. Diese erste Dimension lässt sich, sehr vereinfacht, auf die

Gegenpole „bekannt“ versus „unbekannt“ reduzieren. Die zweite Dimension hängt mit dem Angstpotenzial eines Risikos zusammen. Je mehr ein Ereignis unmittelbare verheerende Konsequenzen nach sich ziehen kann, die in der Folge für viele Menschen gleichzeitig den Tod, Krankheit oder Invalidität bedeuten würden, desto mehr scheinen wir es zu fürchten. Risiken hingegen, in deren Folge Menschen über einen längeren Zeitraum hinweg verteilt sterben, einer nach dem anderen und ganz und gar unspektakulär, lösen vergleichsweise weniger Furcht aus. Je leiser die Sohlen, auf denen der Tod daherkommt, desto weniger Angst macht er uns. Die sogenannten *dread risks* hingegen scheinen uns in ihren Bann zu ziehen. Ein möglicher Grund dafür ist, dass unsere subjektive Risikowahrnehmung von evolutionären Dynamiken geprägt ist: Bedrohungen, die das Überleben der gesamten Gruppe in Frage stellten, waren existentieller als die stetige Bedrohung Einzelner, selbst dann, wenn die Mortalität in beiden Szenarien vergleichbar war.

Beide Dimensionen der menschlichen Risikowahrnehmung tragen dazu bei, dass Experten, Bürger und Politik das Bedrohungspotenzial eines Risikos nicht selten unterschiedlich einschätzen. Sucharit Bhakdi, Leiter des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene an der Universität Mainz, konstatierte kürzlich:

„Um ein vCJK-Opfer [Creutzfeldt-Jakob-Krankheit] zu vermeiden, gebe man in Deutschland mindestens eine Milliarde Euro aus ... Andererseits fehle es an Geld für Laboruntersuchungen, mit denen die Erreger etwa von Lungen- und Hirnhautentzündungen bei Krankenhauspatienten identifiziert werden können. Hier ließen sich durch den Einsatz relativ geringer Finanzmittel weitaus mehr Menschen retten als mit den Maßnahmen zur Bekämpfung von BSE.“

Das Dilemma ist also dieses: Selbst wenn die intuitive Risikostatistik der Öffentlichkeit keineswegs so irrational ist, wie noch die frühere Forschung argumentierte, können bestimmte *dread risks*, ungeachtet dessen wie selten oder häufig sie auftreten, trotzdem starke emotionale Reaktionen auslösen. Durch diese emotionale Brille beurteilen wir dann, wie viele Ressourcen der Gesetzgeber und die Gesellschaft mobilisieren sollen, um das entsprechende Risiko zu reduzieren. Die Gefahr ist daher groß, dass ein Teil der begrenzten öffentlichen Ressourcen falsch eingesetzt wird – zur Bekämpfung von Bedrohungen, die zwar subjektiv gefährlich erscheinen, uns aber objektiv weniger wahrscheinlich umbringen werden als andere Dinge, denen gegenüber wir uns weniger verletzlich fühlen.

Wie kann dieses Dilemma angegangen werden? Zunächst erlauben uns die Einsichten der Risikoforschung, die Bürger und die Öffentlichkeit über die psychologischen Mechanismen der Risikowahrnehmung aufzuklären und damit dazu beizutragen, die Risikogesellschaft zu einer informierten Gesellschaft zu machen. Die Resultate ermöglichen zweitens, die Risikokompetenz der Bürger zu fördern. Ein Aspekt der Risikokompetenz besteht in einer gesunden Skepsis gegenüber der medialen Berichterstattung: Intuitive Urteile über Risiken sind häufig besser, wenn sie sich aus den Erfahrungen des persönlichen sozialen Netzwerks speisen, anstatt aus denen einer medial verzerrten Realität. Ein weiterer Aspekt der Risikokompetenz ist die Fähigkeit, emotionale Reaktionen auf *dread risks* – Stichwort Terrorismus und Pandemien – zu durchschauen und zu hinterfragen. Und nicht zuletzt gehört zur Risikokompetenz die Fähigkeit, statistische Informationen über Risiken zu verstehen, insbesondere dann, wenn sie absichtlich oder unabsichtlich auf intransparente Weise kommuniziert werden.

Allerdings sind Aufklärung und Informationen keine Allheilmittel. Dies zeigt die scheinbare Unbekümmertheit der Neapolitaner. Warum versagen die drastischen Warnungen der Vulkanologen? Sollten nicht gerade sie besonders ernst genommen werden? Der drohende Ausbruch des Vesuvs ist keine Bedrohung Einzelner, verteilt über die Zeit. Es ist ein Risiko, das auf einen Schlag die Existenz vieler Menschen zu zerstören droht und damit stellt es eher ein *dread risk* als ein vertrautes, chronisches Risiko dar. Erst in jüngster Zeit gibt es eine mögliche Antwort auf dieses und ähnliche Rätsel und sie wurde nicht zuletzt durch die Forschungsarbeiten am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung nahegelegt.

Der Ausgangspunkt der zugrundeliegenden Forschung ist dieser: Es gibt verschiedene Arten, wie Menschen Kenntnisse über die unzähligen Risiken der modernen Welt erlangen können: Eltern warnen Kinder vor heranbrausenden Autos; unsere Erfahrung warnt uns vor heißen Herdplatten, Eisglätte, scharfen Messern und zornigen, alkoholisierten jungen Männern; Broschüren des Gesundheitsamtes warnen uns vor den Gefahren der Alkoholsucht und des ungeschützten Geschlechtsverkehrs. Ungeachtet dieser diversen Informationskanäle kann man aber folgende Unterscheidung treffen: Kenntnis von Risiken kann man durch eine Beschreibung des Risikos oder durch die eigene Erfahrung erlangen.

Informationen über oder Warnungen vor Risiken begegnen uns allorts – in Zeitungen, im Internet, im Wetterbericht, in Gesundheitsbroschüren, in medizinischen Beipackzetteln.

**JE LEISER DIE SOHLEN, AUF DENEN DER TOD
DAHERKOMMT, DESTO WENIGER ANGST MACHT ER
UNS. DIE SOGENANTEN *DREAD RISKS* HINGEGEN
SCHEINEN UNS IN IHREN BANN ZU ZIEHEN.**



Dabei werden in der Regel symbolische Darstellungen genutzt, zum Beispiel in Form einer Wahrscheinlichkeit oder einer Aussage. Das ist gleichermaßen die große Stärke wie auch eine Schwäche von deskriptiven Warnungen. Durch symbolische Beschreibung können gleichzeitig viele Menschen von einer Bedrohung unterrichtet werden, ohne dass der Einzelne das besagte Risiko persönlich erfahren muss. Warnhinweise auf Zigarettenpackungen kommunizieren symbolisch das Risiko des Rauchens, wenngleich in nicht-quantifizierter Form: „Raucher sterben früher“ oder „Rauchen verursacht tödlichen Lungenkrebs.“ Vulkanologen beschreiben das jährliche steigende Risiko einer massiven Eruption des Vesuvs. Klimatologen warnen vor den mittel- und langfristigen Auswirkungen des Klimawandels. Mediziner kommunizieren die Vorteile und die Risiken von Krebsscreening-Verfahren in Form von deskriptiven statistischen Informationen. Broschüren oder Internetseiten tun das gleiche, wenn sie Eltern über die Vor- und Nachteile von frühkindlichen Impfungen oder aber über die Schulabbrecher-Quoten in der Oberstufe informieren.

Die Bewohner Neapels hören aber nicht nur die Einschätzungen und Warnungen der Experten. Gleichzeitig verfügen sie auch über die persönliche Erfahrung, in der Nähe des Vulkans zu leben. Ihre Erfahrungen und die Expertenwarnungen sprechen dabei nicht die gleiche Sprache. Die Erfahrung vermittelt sinngemäß: Wir leben hier schon immer und noch nie ist irgendetwas passiert. Und in der Tat, der letzte Ausbruch des Vulkans geschah im Jahr 1944. Die von den Experten befürchtete und durch Deskription kommunizierte Katastrophe ist den Menschen bislang erspart geblieben. Ähnlich verhält es sich mit den Konsequenzen des Klimawandels. Für viele Mitteleuropäer klaffen Erfahrung und Deskription (noch) auseinander. Die Menschen erfahren durch Expertenwarnungen, aus Fernseh- und Zeitungsberichten oder Ereignissen in der Peripherie, dass der Klimawandel stattfindet – aber sie erleben ihn noch nicht in der unmittelbaren Umgebung, zumindest nicht so, dass die als Signal interpretierbare Veränderung des Wettergeschehens einfach zu trennen wäre von seinen Zufallsschwankungen. So ist auch in der Erfahrung der meisten langjährigen Raucher das Rauchen ganz ungefährlich – bis es möglicherweise zu spät ist.

Entscheidend ist Folgendes: Viele Untersuchungen zu der Frage, wie Menschen beim Thema Risiko Entscheidungen treffen, zeigen, dass die Vermittlung von relativ unwahrscheinlichen Risiken mittels symbolischer Darstellungen dazu führen kann, dass diesen mehr Gewicht eingeräumt wird als ihnen in Anbetracht ihrer objektiven Wahrscheinlichkeit zusteht. SARS, BSE, der Y2K-Bug erhielten möglicherweise dadurch ihre Aufmerksamkeit. Sobald aber für die Reaktion auf seltene Risiken nicht nur die symbolischen Informationen, sondern auch die eigene Erfahrung herangezogen wird, werden sie relativ angemessen eingeschätzt – insbesondere dann, wenn die Erfahrungsstichprobe sehr groß ist. Dies ist allerdings nicht immer der Fall. Bei sogenannten *Black-swan*-Ereignissen – folgenreichen Ereignissen, die so selten sind, dass sie selbst in einer großen Erfahrungsstichprobe nicht auftreten (zum Beispiel eine Weltwirtschaftskrise oder der äußerst seltene Ausbruch eines Vulkans) – neigt unsere begrenzte Erfahrung dazu, das Risiko zu unterschätzen.



**BEI SOGENANTEN BLACK-SWAN-EREIGNISSEN –
FOLGENREICHEN EREIGNISSEN, DIE SO SELTEN SIND,
DASS SIE SELBST IN EINER GROSSEN ERFAHRUNGS-
STICHPROBE NICHT AUFTRETEN – NEIGT UNSERE
BEGRENZTE ERFAHRUNG DAZU, DAS RISIKO ZU
UNTERSCHÄTZEN.**

Trifft diese Erklärung zu, dann würde sie ein echtes Dilemma der Risikokommunikation und gleichzeitig einen erheblichen Forschungsbedarf offenbaren. Warnungen vor Risiken müssen nicht selten mit persönlichen Erfahrungen der Rezipienten konkurrieren, die das Risiko weniger wahrscheinlich erscheinen lassen, weil es nur selten oder zeitlich verzögert auftritt. In dem Konkurrenzverhältnis von Deskription und Erfahrung um unsere Aufmerksamkeit, unsere Wahrnehmung und unser Verhalten hat die sprachliche oder symbolische Beschreibung nicht notwendigerweise die besseren Karten. Dieses manchmal konkurrierende und manchmal kooperative Wechselspiel zwischen Erfahrung und Deskription besser zu verstehen, vorherzusagen und damit eine bessere Risikokommunikation für die Öffentlichkeit wie auch für Entscheidungsträger zum Beispiel in der Politik, Medizin und Gesellschaft zu ermöglichen, ist eines der zentralen Ziele der Forschung am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

Literatur

- Hertwig, R. (2012). The psychology and rationality of decisions from experience. *Synthese*, 187, 269-292.
- Hertwig, R., & Erev, I. (2009). The description-experience gap in risky choice. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 517-523.
- Hertwig, R., Pachur, T., & Kurzenhäuser, S. (2005). Judgments of risk frequencies: Tests of possible cognitive mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 621-642.
- Hoffrage, U., Lindsey, S., Hertwig, R., & Gigerenzer, G. (2000). Communicating statistical information. *Science*, 290, 2261-2262.
- Pachur, T., Hertwig, R., & Steinmann, F. (2012). How do people judge risks: Availability heuristic, affect heuristic, or both? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 18, 314-330.

Living on the volcano: how people reckon with risks

"You could hear the shrieks of women, the wailing of infants and the shouting of men ... and there were some who prayed for death in their terror of dying. Many besought the aid of the gods, but still more imagined there were no gods left and that the universe was plunged into eternal darkness for evermore." With these bleak words Pliny the Younger described the fatal catastrophe he witnessed in 79 AD, when a massive eruption of Mount Vesuvius buried the cities of Pompeii, Herculaneum and Stabiae under a shroud of ash and lava stone several metres thick. But this was by no means the most violent eruption of Mount Vesuvius in recorded history. An even more cataclysmic eruption occurred in 3780 BC, during the Bronze Age. In recent years, volcanologists have been carefully studying the "footprints" left by that eruption, because it could represent a worst-case scenario for the future. If that scenario should ever occur, the consequences for Naples – the largest metropolitan area in the world situated so near an active volcano – would be horrendous. At least three million people live in an area that remained uninhabitable for many centuries after the Bronze Age eruption. For years now, volcanologists have been warning of a new eruption. They believe that one is inevitable; it's just a question of when. The destructive force would likely be far greater than that of the eruption that destroyed Pompeii. According to these experts, seismic data reveal the presence of a vast magma reservoir lurking below the volcano.

And this brings us to a phenomenon that perplexes politicians and intrigues risk researchers: all attempts on the part of the Italian government to resettle people living in areas that are particularly at risk have been in vain. Why is that? A simple explanation would be that the inhabitants are simply in denial of the risk to which they are exposed. In which case, the Neapolitans are not alone. For many years, risk researchers have been trying to get to the bottom of a similar phenomenon in the United States. For example, people living in areas particularly threatened by hurricanes and floods often have insufficient insurance cover or none at all.

Contemplating the future of the then freshly penned US Constitution, Benjamin Franklin wrote in the year of the French Revolution: "Nothing is certain in this world except death and taxes." What he was saying is that nearly everything in life is uncertain and beset with risks. Indeed, there is no shortage of threats in today's world: the increase in extreme weather events, the danger of new epidemics as a result of global warming, the risks posed by various technologies, new forms of international terrorism (such as bioterrorism and cyberterrorism) and health risks brought about by the obesity

epidemic, to name but a few. Nothing is certain except death and taxes. Given the ubiquity of uncertainty in our lives, the following question arises: how do people perceive risks, dangers and threats, and how do they react to them?

**NOTHING IS CERTAIN EXCEPT DEATH AND TAXES.
GIVEN THE UBIQUITY OF UNCERTAINTY IN OUR LIVES,
THE FOLLOWING QUESTION ARISES: HOW DO PEOPLE
PERCEIVE RISKS, DANGERS AND THREATS, AND HOW
DO THEY REACT TO THEM?**



Scientific evidence about what we fear and why, and indeed why we don't fear certain "killers", can help to predict how people will react to risks old and new. This is becoming a matter of urgency, particularly since depleted state coffers and exploding healthcare costs mean that resources to contain risks and their consequences are limited. Politicians and voters alike have no option but to make decisions – hopefully sustainable ones – to prioritise scarce resources. So just how well can the public assess risks accurately?

There are various ways to measure and evaluate how accurately or inaccurately people assess risks, and any systematic distortions that occur. One direct method is to investigate how well people are able to spontaneously assess the risks of death and disease. In other words: How good are our intuitive mortality tables? Do more people die from heart attacks or in car accidents? Do more people develop lung cancer or bowel cancer? Are more people killed by firearms or by air pollution? Earlier research concluded that people systematically misjudge mortality risks. Measured against the statistics on causes of death compiled by the German Federal Statistical Office, for example, people tend to overestimate relatively rare risks (e.g. death due to whooping cough), while underestimating relatively common risks (e.g. death due to diabetes). Those risks that attract great media attention (e.g. death due to plane crashes, shark attacks and Creutzfeldt-Jakob disease), in particular, tend to be greatly exaggerated. These distortions are thought to be caused by a psychological inference mechanism which interprets a greater subjective "availability" of deaths in memory – one reason for which may be the amplification of such deaths in the media – as indicating a high objective rate of deaths. The underlying logic is: "If I can call up a large number of deaths due to cause X from my memory, X must be a common cause of death."



THOSE RISKS THAT ATTRACT GREAT MEDIA ATTENTION (E.G. DEATH DUE TO PLANE CRASHES, SHARK ATTACKS AND CREUTZFELDT-JAKOB DISEASE), IN PARTICULAR, TEND TO BE GREATLY EXAGGERATED.

These findings have often been interpreted to mean that the public's estimates of risk are distorted and irrational. However, new research, notably investigations conducted at the Max Planck Institute for Human Development, sheds new light on these findings. For one thing, the overestimation of rare risks and the underestimation of common risks is not necessarily the result of a systematic judgement error. This pattern can also occur due to unsystematic error variance in subjective judgements leading to a statistical effect known as regression to the mean. As a consequence of this effect, people's estimates will tend towards the average value of the mortality statistics. Such an effect occurs if two variables – in our example, the objective mortality statistics and the subjective estimates – do not correlate perfectly with each other. Because a perfect correlation is highly unlikely (even the official figures are bedevilled by sampling errors and unreported cases), the overestimation of rare risks and the underestimation of common risks is an inevitable consequence of uncertainty and unsystematic variance.

Recent research also shows that people's intuitive estimates of mortality risks and incidence rates can be surprisingly good if they infer population statistics from the small sample of deaths and illnesses within their proximate social network. Within the circle of one's family, friends and acquaintances, more people tend to die from a heart attack than fall victim to a violent crime, as is also the case in the population at large (e.g. the entire population of Germany). By contrast, conclusions based on media reports tend to be wrong, because rare but dramatic diseases and causes of death receive a disproportionate amount of attention. They are viewed, as it were, through the magnifying glass of the media. One example is mad cow disease (BSE). In 2000 the term was on everyone's lips and the press reported relentlessly on the potential dangers posed by a new strain of Creutzfeldt-Jakob disease that is fatal in humans. Yet according to risk researcher Ortwin Renn of Stuttgart University, no one in Germany has yet died from this new strain.

Research into our intuitive statistics of risk frequencies is important. Such intuitive judgements tell us something about the subjectively perceived probability of risks occurring. In

addition to this probability component, however, it is also important to consider the potential damage – at least according to the common technical definition of risk as the potential for damage such as injury, death or disability, weighted by its probability of occurrence. Evaluations of the damage component are also strongly affected by psychological factors, as illustrated by people's responses to the following question: People can die of a wide variety of different cancers, such as breast cancer, testicular cancer or gastric cancer. Assuming for the moment that only one single person dies per year from each form of cancer (meaning that the mortality rate is hypothetically kept constant for all cancer types), how much should the government spend to prevent this one death per cancer type? Findings show that not all deaths due to cancer are felt to be equal. For example, on average, the respondents allocated three times as much to prevent death from bone cancer than to prevent death from liver cancer. This and similar findings highlight one thing: people's subjective evaluations of risks to health and life are not only based on the actual objective risk but are also shaped by psychological factors.

Risk researchers have identified two fundamental dimensions that characterise our subjective risk perception. The first relates to the decision maker's familiarity with, and awareness of, risks. Events, activities and technologies that are well known and observable, whose risk is known to the decision maker and whose effects occur immediately, are generally felt to be less risky. One example is the risk of dying in a road traffic accident. By comparison, new phenomena that are difficult to observe, whose threat is not obvious to the person and whose consequences are delayed, are judged to be more risky. Examples here are the pandemics triggered by the much discussed bird flu or swine flu viruses. In very simplified terms, this first dimension can be reduced to the opposing poles of "known" versus "unknown". The second dimension relates to the dread elicited by a risk. The more an event has immediate devastating consequences resulting in the simultaneous death, disease or disability of many, the more we appear to dread it. By contrast, risks that claim lives over a long period, one after the other and in a far less spectacular fashion, elicit less fear. The more stealthily death stalks, the less fear it arouses in us. Dread risks, by contrast, seem to cast a spell over us. One possible reason is that our risk perception is shaped by evolutionary forces: threats that jeopardised the survival of an entire group were more existential than constant threats to individuals, even if the death toll in both scenarios was the same.

As a result of these two dimensions of human risk perception, experts, the public and politicians often assess the threat potential of a risk differently. Sucharit Bhakdi, head of the Institute of Medical Microbiology and Hygiene at Mainz University, recently noted:

“To avoid one vCJD victim [variant Creutzfeldt-Jakob disease], Germany reportedly spends at least one billion euros ... On the other hand, funds are lacking for laboratory tests to identify the viruses causing pneumonia and encephalitis in hospital patients, where far more people could be saved by the investment of relatively small amounts than by the measures to combat BSE.”

The dilemma is as follows: even if the public's intuitive risk assessment is by no means as irrational as it was made out to be by early research, certain dread risks can elicit strong emotional reactions, irrespective of how rarely or frequently they occur. Looking through these emotional glasses, we then judge what resources the government and society should devote to reducing the risk in question. There is thus a real danger that some of the limited public resources will be misallocated – to fight threats that subjectively appear dangerous but that are objectively less likely to kill us than other threats to which we feel less vulnerable.

How can this dilemma be resolved? Firstly, the insights of risk researchers allow us to explain the psychological mechanisms of risk perception to the public, thereby helping to transform the risk society into an informed society. Secondly, the findings allow us to improve the public's risk competence. One aspect of risk competence is a healthy scepticism towards media reports: intuitive risk assessment is often better when it is based on experiences in one's own social network than on a media-distorted reality. Another aspect of risk competence is the ability to see through and challenge emotional reactions to dread risks, read terrorism and pandemics. And not least of all, risk competence includes the ability to understand statistical information about risks, especially if it is wittingly or unwittingly communicated in opaque ways.

However, education and information are no panacea. The apparent insouciance of the Neapolitans is a case in point. Why do the dire warnings of volcanologists fall on deaf ears? Shouldn't they be taken especially seriously? The impending eruption of Mount Vesuvius does not pose a threat to isolated individuals over a long period of time. It threatens to destroy the existence of many in one fell swoop and is therefore more of a dread risk than a familiar, chronic risk. Only

recently have researchers found a possible answer to this and similar paradoxes, not least thanks to research conducted at the Max Planck Institute for Human Development. The starting point of the underlying research is this: There are various ways in which people gain knowledge about the innumerable risks posed by the modern world: parents warn children about fast-moving cars; our experience warns us about hot stoves, slippery ice, sharp knives and angry, alcohol-fuelled young men; leaflets warn us about the dangers of alcoholism and unsafe sex. Irrespective of these various information channels, however, it is possible to distinguish knowledge about risks gained through a description of the risk from knowledge gained through one's own experience.

We encounter information about, or warnings of, risks everywhere – in newspapers, on the internet, in weather reports, in health brochures, in the patient information leaflets that come with medicines. Usually symbolic representations are used, for example in the form of a stated probability or message. This is the great strength and, at the same time, the great weakness of descriptive warnings. Symbolic descriptions can be used to inform many people about a threat simultaneously, without the individuals necessarily having to experience the risk themselves. Warnings on cigarette packages symbolically convey the risk of smoking, though in a non-quantified form: “smokers die younger” or “smoking causes fatal lung cancer”. Volcanologists describe the annually increasing risk of a massive eruption of Mount Vesuvius. Climatologists warn against the medium- and long-term effects of climate change. Doctors communicate the advantages and risks of cancer-screening procedures in the form of descriptive statistical information. Brochures and webpages do the same for parents wanting to learn about the advantages and disadvantages of vaccinations in early childhood or about secondary school drop-out rates.

**THE MORE STEALTHILY DEATH STALKS, THE
LESS FEAR IT AROUSES IN US. DREAD RISKS, BY
CONTRAST, SEEM TO CAST A SPELL OVER US.**

Yet not only do the Neapolitans hear the expert warnings and assessments, they can also have their own personal experience of living near the volcano. And their experience and the experts' warnings don't speak the same language. Their experience essentially conveys the following message: we've



always lived here and nothing has ever happened. And it's true, the last eruption of the volcano was in 1944. The Neapolitans have so far been spared the disaster feared by experts and communicated through descriptive warnings. The same applies to the consequences of climate change. For many central Europeans, experience and description are (still) poles apart. They learn that climate change is occurring through expert warnings, TV and newspaper reports and peripheral events, but they don't yet experience it in their immediate environment, at least not in such a way that the signal of climate change is easily detectable amid the noise of random fluctuations around the central trend. Similarly, most long-term smokers believe, based on their experience, that smoking is harmless – until it's possibly too late.

The crucial point is this: many investigations into how people make decisions about risks show that the communication of relatively unlikely risks through symbolic representations can result in such risks being given more weight than they deserve based on their objective probability. SARS, BSE and the millennium bug may have gained their notoriety that way. But as soon as people's reaction to rare risks is based not only on symbolic information but also on their experience, their risk appraisal becomes relatively realistic, especially if their fund of experience is very large. This is not always the case, however. In the case of black-swan events – highly consequential events that are so rare that they don't appear even in large samples of experience (e.g. a global economic crisis or an extremely rare volcanic eruption) – our limited experience tends to underestimate the risk.



IN THE CASE OF BLACK-SWAN EVENTS – HIGHLY CONSEQUENTIAL EVENTS THAT ARE SO RARE THAT THEY DON'T APPEAR EVEN IN LARGE SAMPLES OF EXPERIENCE (E.G. A GLOBAL ECONOMIC CRISIS OR AN EXTREMELY RARE VOLCANIC ERUPTION) – OUR LIMITED EXPERIENCE TENDS TO UNDERESTIMATE THE RISK.

If this explanation holds true, it would pose a real dilemma for risk communication and, at the same time, reveal a great need for research. Risk warnings often have to compete with personal experience that makes the risk appear less threatening, because the event occurs only rarely or after a delay. In the competition between description and experience for our

attention, awareness, and action, it seems that spoken, written or graphical descriptions of risks do not necessarily hold the strongest hand. Understanding the sometimes competitive and sometimes cooperative interplay between description and experience, and thus improving risk communication for the public and decision makers in settings such as politics, medicine and society as a whole, is one of the key goals of research at the Max Planck Institute for Human Development.

Literature

Hertwig, R. (2012). The psychology and rationality of decisions from experience. *Synthese*, 187, 269–292.

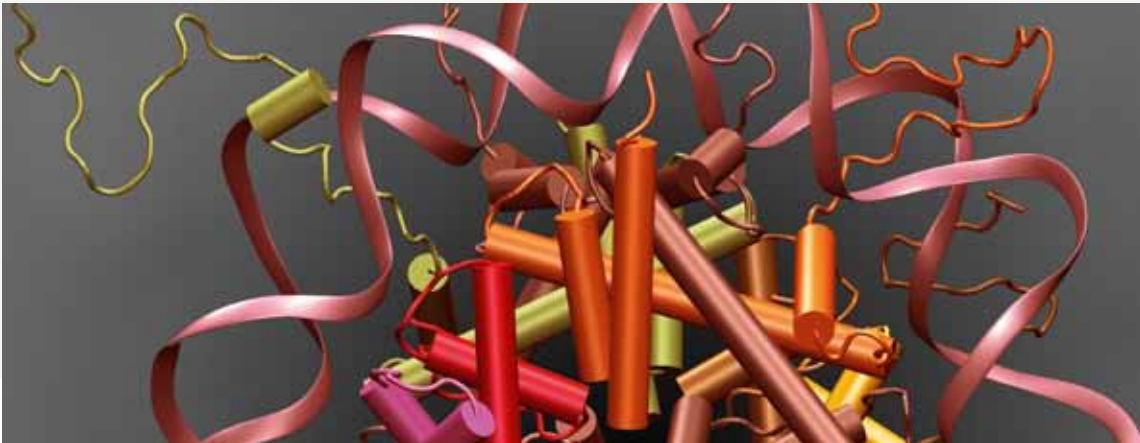
Hertwig, R., & Erev, I. (2009). The description–experience gap in risky choice. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 517–523.

Hertwig, R., Pachur, T., & Kurzenhäuser, S. (2005). Judgments of risk frequencies: Tests of possible cognitive mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 621–642.

Hoffrage, U., Lindsey, S., Hertwig, R., & Gigerenzer, G. (2000). Communicating statistical information. *Science*, 290, 2261–2262.

Pachur, T., Hertwig, R., & Steinmann, F. (2012). How do people judge risks: Availability heuristic, affect heuristic, or both? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 18, 314–330.

Epigenetik – „Wir sind mehr als die Summe unserer Gene“



SYNOPSIS

„Sind wir mehr als die Summe unserer Gene?“ Und: Wie können Umwelteinflüsse die Genexpression verändern? (Fast) alle rund 200 Zelltypen des Menschen besitzen zwar die gleiche genetische Information, verhalten sich jedoch sehr unterschiedlich in ihrer Umsetzung. Aus diesem Grund lässt sich beispielsweise eine Stammzelle nicht allein aufgrund ihrer DNA-Sequenz von einer Nervenzelle unterscheiden. Andererseits ist in weiblichen Zellkernen nur eines der beiden X-Chromosomen aktiv. Genetisch identische Zwillinge können verschiedene Krankheitssymptome erleiden, vor allem wenn sie unterschiedlichen Umweltfaktoren ausgesetzt sind. Diese nicht in der DNA-Sequenz kodierten Ausprägungen sind durch chemische und strukturelle Veränderungen des Chromatins festgelegt und werden im Überbegriff „Epigenetik“ (‘zusätzlich zur DNA-Sequenz’) zusammengefasst. Über diese plastischen Chromatin-Zustände kann ein menschliches Genom mit seinen ca. 25.000 Genen eine Vielzahl epigenetischer Varianten, sogenannte Epigene, darstellen. Ihre funktionelle Analyse hat zu einem besseren Verständnis der Zelltyp-Identität, des molekularen Charakters von Stammzellen und zu neuen Therapieansätzen für menschliche Krankheiten geführt und erlaubt es, individuelle Anpassungen in Antwort auf unterschiedliche Umwelteinflüsse aufzudecken. Die Epigenetik untersucht auch die molekularen Mechanismen für die begrenzte Weitergabe erworbener Eigenschaften. Viele dieser zukunftsweisenden Fragen werden in einem Schwerpunkt am Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik erforscht und eröffnen neue Einsichten und ein besseres Verständnis der Chromatin-abhängigen Steuerung unserer Gene.

CHROMATIN IST DER NATÜRLICHE ZUSTAND DER ERBINFORMATION IN DER ZELLE

Die zwei Meter langen DNA-Fäden mit den insgesamt 3,2 Milliarden Basenpaaren unseres Genoms befinden sich in einem kleinen Zellkern von nur 10 Mikrometer Durchmesser. Sie müssen daher so verpackt werden, dass sich ihre Länge um einen Faktor von mehr als 1:200.000 verringert. Die DNA-Fäden liegen nicht nackt im Zellkern vor, sondern werden von Proteinkugeln, sogenannten Histonen eingewickelt und geschützt. Es gibt vier ihrer Art (H3, H4, H2A und H2B), die sich – einmal verdoppelt – zu einem Oktamer zusammenlagern. Ein solches Oktamer kann 147 Basenpaare der DNA-Doppelhelix aufspulen und bildet die Grundeinheit des Chromatins, das Nukleosom. Für die Verpackung des gesamten Genoms sind somit ca. 20 Millionen Nukleosomen nötig. Dieses DNA-Histon-Polymer mit all seinen chemischen Veränderungen (siehe unten) wird Chromatin genannt. Chromatin kann viele unterschiedliche Verpackungsgrade annehmen, die sich bis zu den Metaphase-Chromosomen verdichten, welche bei der Zellteilung sichtbar werden. Im geringsten Verpackungsgrad, in dem die Nukleosomenkette wie in einer Perlschnur vorliegt (offenes Chromatin), ist eine Genaktivität ermöglicht, wohingegen ein hoher Verpackungsgrad (geschlossenes Chromatin) die Zugänglichkeit zu den DNA-Fäden verhindert und Gene stilllegt. Das Chromatin hat somit eine doppelte Aufgabe in der Organisation unserer Erbinformation: Es verpackt und schützt die DNA-Doppelhelix und es beeinflusst die Genaktivität, indem es die Zugänglichkeit zu den DNA-Fäden regelt.

EUCHROMATIN UND HETEROCHROMATIN: DIE ZWEI GRUNDTYPEN DES EPIGENOMS

Die unterschiedlichen Verpackungsgrade des Chromatins werden über kleine chemische Veränderungen der Histone erreicht, welche die elektrostatische Wechselwirkung mit der DNA und die Bindungsstärke von Proteinen mit der Nukleosomenkette regeln. Eine Vielzahl (mehr als dreißig) dieser chemischen Markierungen ist seit den frühen 1960 Jahren bekannt; zwei der häufigsten sind die Acetylierung und die Methylierung. Das erste Enzym, welches das Histon H3 acetyliert und damit die Nukleosomenkette öffnet, wurde allerdings erst 1996 durch David Allis (damals Universität von Virginia) entdeckt. Diese Entdeckung stellte die funktionelle Grundlage für aktives Chromatin (Euchromatin) dar. Im Jahre 2000 gelang es Thomas Jenuwein (damals am IMP in Wien) ein Enzym zu identifizieren, welche das Histon H3 methyliert und dadurch den Verdichtungsgrad der Nukleosomenkette erhöht. Das erschwert die Zugänglichkeit der DNA-Fäden im Chromatin und ist die enzymatische Grundlage für inaktives Chromatin (Heterochromatin).



DAS CHROMATIN HAT SOMIT EINE DOPPELTE AUFGABE IN DER ORGANISATION UNSERER ERBINFORMATION: ES VERPACKT UND SCHÜTZT DIE DNA-DOPPELHELIX UND ES BEEINFLUSST DIE GENAKTIVITÄT, INDEM ES DIE ZUGÄNGLICHKEIT ZU DEN DNA-FÄDEN REGELT.

Basierend auf diesen bahnbrechenden Einsichten hat sich das Forschungsfeld der Epigenetik rasant entwickelt. Viele neue Histon-Modifizierungen, Chromatin-Enzyme und Nukleosom-angelagerte Faktoren wurden entdeckt und konnten in ein mechanistisches Gefüge gesetzt werden. Vereinfachend und zusammenfassend lassen sich folgende Gemeinsamkeiten ableiten. (1) Histon-Markierungen wirken selten alleine, sondern in Kombinationen, die sich verstärken oder abschwächen. (2) Die meisten der Histon-Modifizierungen können sowohl aktives wie auch inaktives Chromatin kennzeichnen, je nachdem, welche Aminosäureposition in einem Histon chemisch verändert wird. (3) Histon-Modifizierungen erzeugen Bindungskräfte für das Andocken von Chromatin-Faktoren an die Nukleosomenkette. (4) Alle bekannten chemischen Veränderungen des Chromatins, einschließlich die der DNA-Methylierung, sind reversibel ('weiche' Anpassung) und stehen daher im Gegensatz zu den stabilen Mutationen der DNA-Sequenz ('harte' Veränderung).

Wenn keine der epigenetischen Markierungen stabil ist, wie kann dann die Information eines aktiven oder inaktiven Chromatin-Zustandes von Zellteilung zu Zellteilung weitergegeben werden? Das ist eine spannende Frage. Tatsächlich ist es nicht nur eine Modifizierung oder ein einzelnes Nukleosom, welches die Information trägt, sondern die unterschiedlichen epigenetischen Mechanismen können sich gegenseitig verstärken und eine Veränderung auf eine größere Chromatin-Region mit vielen Nukleosomen ausbreiten und über die verschiedenen Chromatin-Modifizierungen markieren. Dadurch wird die ursprüngliche Information vervielfältigt und stabilisiert.

Aus diesen Einsichten lässt sich eine Kerndefinition der Epigenetik ableiten: Epigenetik ist die Weitergabe erworbener Information ohne Veränderung der DNA-Sequenz. Während die DNA-Sequenz eine stabile und identische Einheit in nahezu allen Zelltypen darstellt (es gibt nur ein Genom), erlauben die vielfältigen chemischen Markierungen des Chromatins die dynamische Ausprägung unterschiedlicher Chromatin-Zustände (Epigenome) und damit die organisierte Nutzung der gespeicherten DNA-Information in den verschiedenen Zelltypen.

DAS „GEDÄCHTNIS“ DER ZELLTYP-IDENTITÄT UND DIE REPROGRAMMIERUNG ZU STAMMZELLEN

Von den ca. 25.000 Genen des menschlichen Genoms werden ungefähr 9.000 für einen Grundumsatz benötigt, der Zellteilung, Stoffwechselvorgänge, Signalübertragung, Reparaturmechanismen und andere wesentliche Prozesse gewährleistet. Diese sogenannten 'Haushalts-Gene' sind in allen Zelltypen angeschaltet. Die restlichen 16.000 Gene haben spezialisierte Funktionen, die zusammen die Embryonal- und Organentwicklung steuern und die mehr als 200 Zelltypen ausformen. Man kann davon ausgehen, dass die Aktivität von ca. 100 spezialisierten Genen nötig ist, um einen bestimmten Zelltyp auszubilden. Diese Zelltyp-spezifischen Gene dürfen nur in dem zugeordneten Zelltyp (z.B. einer Muskelzelle) aktiv, müssen jedoch in allen anderen Zelltypen dauerhaft abgeschaltet sein.

Es gibt sogenannte 'Pionier'-Transkriptionsfaktoren (Proteine, die dafür sorgen, dass bestimmte Gene exprimiert, also abgelesen werden), ca. zwei bis vier pro Zelltyp, die ein Zelllinien-Programm einleiten und dann über zugeordnete Regelkreise festigen. Hier liegt eine entscheidende Rolle für das Chromatin: anregende Modifizierungen markieren die Kontrollelemente jener Gene, die in einem gegebenen Zelltyp aktiv bleiben sollen, und hemmende Modifizierungen legen alle anderen Gene still. Damit prägen sich unterschiedliche Mus-

ter in das Chromatin verschiedener Zelltypen und stabilisieren Genexpressionsprogramme, die auch dann noch Bestand haben, wenn die ursprünglichen 'Pionier'-Transkriptionsfaktoren nicht mehr vorhanden sind. Wie oben beschrieben, kann dieses 'Chromatin-Gedächtnis' über viele Zellteilungen weitergegeben werden und ist damit eine der wichtigsten Funktionen für die epigenetische Kontrolle und Organisation unserer DNA-Information.

Mit den neuen Technologien der Tiefensequenzierung und genomweiten Kartierung von Chromatin aus unterschiedlichen Zelltypen ist es möglich, die Zelltyp-spezifischen Markierungen der Epigenome zu entschlüsseln und damit wichtige Erkenntnisse für die normale oder fehlgesteuerte Entwicklung und Differenzierung von Zellen zu erhalten. Dies geht weit über die Grundlagenforschung hinaus, da diese Technologien auch individuell ausgeprägte Chromatin-Zustände für viele menschliche Krankheiten abbilden können. Diese Erkenntnis führte zur Gründung von weltweiten Forschungsverbünden (z.B. IHEC, das International Human Epigenome Consortium; www.ihec-epigenomes.org) zur Erstellung genomweiter epigenetischer Landkarten in gesunden und erkrankten Zellen, an denen auch Deutschland mit dem DEEP-Programm teilnimmt und an dem das Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik und andere Max-Planck-Institute beteiligt sind.

Das 'Chromatin-Gedächtnis' der Zelltyp-Identität ist auch von gewichtiger Bedeutung für das Reprogrammieren von Zelltypen und die Erzeugung von induzierten pluripotenten Stammzellen (iPS-Zellen) aus bereits ausgereiften Körperzellen. Das Einführen von 'Pionier'-Transkriptionsfaktoren, die normalerweise nur in embryonalen Stammzellen exprimiert sind, in differenzierte Bindegewebszellen kann diese in pluripotente Stammzellen umwandeln. Diese bahnbrechende Entdeckung aus dem Jahr 2006, zusammen mit den frühen Studien zum Klonieren nach Kerntransfer von 1958, wurde mit dem Medizin-Nobelpreis 2012 für Shinya Yamanaka und John Gurdon ausgezeichnet.

Allerdings erweist sich das Umprogrammieren als sehr ineffizient und führt nur in 0,1 Prozent der Fälle zu iPS-Zellen. Ein starkes Hindernis für die Umwandlung ausgereifter Körperzellen ist die Stabilität von unterdrückenden Chromatin-Mustern. Wenn es gelänge, diese hemmenden Markierungen auf einen Zustand in embryonalen Stammzellen zurückzusetzen, wäre das Reprogrammieren erleichtert. Ein eleganter Weg führt über den Einsatz kleiner chemischer Substanzen, die als epigenetische Inhibitoren gegen Chromatin-Enzyme entwickelt wurden, und den Gebrauch von Kofaktoren wie Vita-

min C, die die Wirkung bestimmter Biokatalysatoren erhöhen. Damit konnte das Reprogrammieren über die von Yamanaka entdeckten Faktoren auf mehr als zwei Prozent gesteigert werden. Man kann vorhersagen, dass sich die Effizienz mit der Kombination von mehreren epigenetischen Inhibitoren und anderen Chromatin-wirksamen pharmakologischen Substanzen weiter verbessern lassen wird. Obwohl die klinische Umsetzung noch immer mit erheblichen Problemen behaftet ist, steht die Humanmedizin mit der Möglichkeit, aus adulten Körperzellen pluripotente Stammzellen zu erzeugen, vor einer weitgreifenden Umwälzung, da ein Ersatz von beschädigtem oder krankem Gewebe durch eine reprogrammierende Zelltherapie in greifbare Nähe rückt.

EPIGENETISCHE THERAPIE MENSCHLICHER KRANKHEITEN

Knapp 15 Jahre nach Abschluss des Human-Genom-Projektes (HUGO) und weiterer großer Studien zur genomweiten DNA-Kartierung (beispielsweise des Tausend-Genom-Projektes und des Krebsatlases) können wir heute bis zu 1.300 Gene bestimmten menschlichen Krankheiten zuordnen. In Körperzellen tritt eine Vielzahl dieser Gen-Mutationen auf; nur wenn die DNA-Sequenz auch in den Keimzellen verändert ist, wird die entsprechende Krankheit jedoch vererbt. Fehlgesteuerte Körperzellen, deren Erkrankung durch einen einzigen Gendefekt ausgelöst wurde, könnten im Prinzip – gerade mit den neuen Technologien des Gen-Austausches – geheilt und zu Stammzellen umprogrammiert werden, um dann nach Transfer das kranke Gewebe zu erneuern. Allerdings werden die meisten menschlichen Krankheiten durch Mutationen in mehreren Genen verursacht, und eine heilende Gentherapie für diese multigenetischen Erkrankungen erscheint als äußerst schwierig.

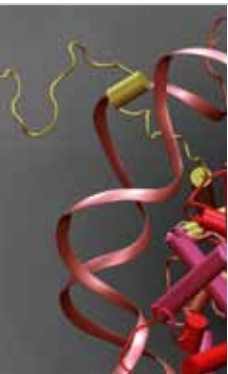
Viele Krankheitsbilder lassen sich darüber hinaus nicht alleine über die reine DNA-Sequenzanalyse und Genmutationen erklären. Das zeigt sich am besten an Zwillingsstudien, in denen genetisch identische Individuen unterschiedliche Krankheitssymptome erleiden können. Dies trifft nicht nur auf verschiedene Krebsarten zu, sondern gilt im Besonderen für

WENN KEINE DER EPIGENETISCHEN MARKIERUNGEN STABIL IST, WIE KANN DANN DIE INFORMATION EINES AKTIVEN ODER INAKTIVEN CHROMATIN-ZUSTANDES VON ZELLTEILUNG ZU ZELLTEILUNG WEITERGEGEBEN WERDEN? DAS IST EINE SPANNENDE FRAGE.



komplexe menschliche Krankheiten, wie neurodegenerative Syndrome, Immun- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und für Ausprägungen, in denen Umwelteinflüsse und Ernährung die Genexpressionsmuster während bestimmter Entwicklungsprozesse beeinflussen.

Über hochauflösende RNA-Tiefensequenzierung, die auch geringe Unterschiede der Genaktivitäten aufdeckt, und über die genomweite epigenetische Kartierung von Chromatin-Veränderungen lassen sich Unterschiede zwischen gesunden und erkrankten Zellen nachweisen. So wissen wir heute beispielsweise, dass es Chromatin-Veränderungen bei Tumor-unterdrückenden Genen in Krebszellen sind, die dazu führen, dass diese 'Schutzgene' abgeschaltet werden und damit ihre Funktion in der Kontrolle der entgleisten Zellteilung verlieren – die Krebszelle beginnt zu wuchern. Gleiches gilt für Prostata-Karzinomzellen, wo fehlgeleitete Chromatin-Modifizierungen die Genaktivitäten durcheinander bringen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass eine fehlgesteuerte Expression von Chromatin-modifizierenden Faktoren, ohne eine darunterliegende DNA-Mutation, ursächlich für die Erkrankung ist – es gibt keinen direkten Beweis für eine *kausale* Verbindung von epigenetischer Funktionsstörung und einer Krankheitsentstehung! Aber: Sie trägt in wichtigem Maße dazu bei, wann ein genetisch verursachtes Krankheitsbild ausbricht und in welcher Schwere es sich entwickelt.



OBWOHL DIE KLINISCHE UMSETZUNG NOCH IMMER MIT ERHEBLICHEN PROBLEMEN BEHAFTET IST, STEHT DIE HUMANMEDIZIN MIT DER MÖGLICHKEIT, AUS ADULTEN KÖRPERZELLEN PLURIPOTENTE STAMMZELLEN ZU ERZEUGEN, VOR EINER WEITGREIFENDEN UMWÄLZUNG, DA EIN ERSATZ VON BESCHÄDIGTEM ODER KRANKEM GEWEBE DURCH EINE REPROGRAMMIERENDE ZELLTHERAPIE IN GREIFBARE NÄHE RÜCKT.

Ein großer Vorzug der epigenetischen Markierungen besteht darin, dass sie reversibel sind ('weiche Anpassung') und dass man Chromatin-Enzyme ohne einen Eingriff in das Genom durch pharmakologische Substanzen abschalten kann. Eine epigenetische Fehlsteuerung kann durch den Einsatz kleiner Molekülinhibitoren rückgängig gemacht werden. Das erlaubt völlig neue Therapieansätze ('epigenetische Therapie') und bildet eine erfolgreiche Brücke von der Grundlagenforschung zur Pharmaindustrie und der Klinik. Basierend auf der um-

fassenden Funktion des Chromatins in der Organisation und Nutzung unserer Erbinformation, haben Hemmstoffe gegen epigenetische Enzyme und andere Chromatin-verändernde Substanzen nahezu unbegrenzte Einsatzmöglichkeiten. Viele epigenetische Wirkstoffe sind inzwischen in der prä-klinischen und klinischen Anwendung mit guten Erfolgen in der Tumor-Regression, dem Abschwächen einer chronischen Entzündung (Inflammation) und der Verbesserung von neurodegenerativen Krankheitsbildern.

In Pilotstudien mit Tiermodellen wurden sogar Erkenntnisse gewonnen, dass die pharmakologische Regelung von Chromatin-Enzymen Langzeitgedächtnis und Lernvermögen verändern und einen Einfluss auf gewohnheitsbedingte Verhaltensanpassungen, Suchtentwöhnung und Stress-bedingte Aggression oder geprägte Angstzustände nehmen kann. Das Gehirn erscheint als die neue Herausforderung für epigenetische Plastizität.

UMWELT ODER GENE: DIE ANTWORT LIEGT IM CHROMATIN

Es gibt eine lang geführte Debatte darüber, inwieweit unser Schicksal durch unsere Gene festgelegt ist und welcher Spielraum für die individuelle Prägung durch Umwelteinflüsse bleibt. Wie bereits 2003 sehr eloquent von Matt Ridley in seinem Buch "Nature via Nurture" vorgetragen, ist die Antwort nicht: Gene oder Umwelt, sondern Gene *durch und mit* der Umwelt. Es ist nicht die Anzahl der Gene, die uns zu Menschen macht (Fliegen oder Seeanemonen haben nicht viel weniger Gene), sondern wie die Gene gesteuert werden. Diese Aussage wiegt durch die neueren Erkenntnisse der epigenetischen Forschung noch schwerer.

Chromatin ist der dynamische Vermittler unserer Erbinformation, der die Genexpressionsprogramme stabilisiert und weitergibt. Chromatin ist damit der Filter, über den Umweltsignale die Genaktivität beeinflussen. Alle Chromatin-modifizierenden Enzyme benötigen Koenzyme (kleine organische Moleküle mit energiereichen Verbindungen) für ihre Funktion, die z.B. über den Stoffwechsel und die Nahrungsaufnahme schwanken. So wird ein Frühstück am Morgen eine erhöhte Energiezufuhr liefern (wenn der Kaffee Zucker enthält) und damit mehr Acetyl-CoA für bestimmte Chromatin-Enzyme bereitstellen, die dann die Genaktivität befördern. Am Abend bedingt ein reduzierter Stoffwechsel die Zunahme von NAD, einem zentralen Energiesensor und Koenzym, das entgegengesetzte Chromatin-Enzyme anregt und somit die Genaktivität einschränkt. Man schätzt, dass ca. 15 Prozent der Gene im Tag-Nacht-Zyklus oszillieren.

Ein weiteres Beispiel sind die reduzierten Spiegel von S-Adenosylmethionin (kurz: SAM) in Blut und Urin von Patienten mit chronischer Leberinsuffizienz und Leberkarzinomen oder auch bei komplexeren Krankheitsbildern, wie rheumatischer Arthritis und Depressionen. Das Koenzym SAM stellt Methylgruppen für Chromatin-Enzyme zur Verfügung, welche dann die DNA oder Histone methylieren und damit Gene abschalten. Dadurch erklärt sich, dass Nahrungsergänzungstoffe mit einem hohen Anteil an Methylendonoren (z.B. Folsäure, Biotin und Vitamin B12), in einer vernünftigen Dosis durchaus positive Auswirkungen haben und gegen ein Krebsrisiko vorbeugen können und sogar als Antidepressiva vorgeschlagen werden. Allerdings ließen sich diese Nahrungsergänzungstoffe leicht durch eine natürliche Diät mit z.B. Bananen, Avocado, Sojabohnen oder anderen Folat-reichen Früchten/Gemüsen ersetzen.

Bekannt sind auch epidemiologische Studien zur Nahrungsverfügbarkeit, in denen sich eine Korrelation zwischen einem Nahrungsüberschuss bei Großvätern und einem erhöhten Risiko für Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei den Enkeln erkennen ließ (Överkalix-Studie). In ähnlicher Weise scheint sich eine Unterernährung im Mutterleib, wie sie etwa während des Hunger-Winters am Ende des Zweiten Weltkriegs ausgelöst wurde, auswirken zu können, und zwar nicht nur mit Untergewicht bei den Kindern, sondern auch bei den Enkeln. Mit den stark verbesserten Einsichten in die molekularen Mechanismen für eine epigenetische Prägung lassen sich diese Korrelationen heute besser erklären und auch in entsprechenden Tierstudien erforschen. So führt im Mausmodell eine fettreiche Diät und reduzierte Proteinzufuhr der Eltern zu einer mäßigen Fehlsteuerung (ca. 1,5 fache Unterschiede) in der Expression von mehr als 2.500 Genen bei den Kindern. Die reduzierte Proteinzufuhr verändert in den Keimzellen die epigenetischen Markierungen eines Kontrollelements, welches bestimmte Fett- und Cholesterinstoffwechsel-Gene regelt.

Modellorganismen erlauben sogar eine noch genauere Benennung der molekularen Grundlagen, wie Umweltsignale auf das Chromatin wirken und selbst ein gelerntes Verhalten prägen: Butanon ist ein flüchtiges Stoffwechselprodukt von Bakterien, das Fadenwürmern wie *C. elegans* anzeigt, ob sie sich auf eine Nahrungsquelle zubewegen. Künstlicher Butanon-Duft, der ohne Bakterien angeboten wird, führt zu einer negativen Anpassung des Bewegungsverhaltens – der Wurm folgt der Duftspur nicht mehr. An dieser Konditionierung einer Sinneswahrnehmung sind kleine RNA-Moleküle beteiligt, die an ein zentrales Rezeptor-Gen in den Geruchsneuronen binden und dieses über die Ausbildung von Heterochromatin abschalten.

IN PILOTSTUDIEN MIT TIERMODELLEN WURDEN Sogar ERKENNTNISSE GEWONNEN, DASS DIE PHARMAKOLOGISCHE REGELUNG VON CHROMATIN-ENZYMEN LANGZEITGEDÄCHTNIS UND LERNVERMÖGEN VERÄNDERN UND EINEN EINFLUSS AUF GEWOHNHEITSBEDINGTE VERHALTENSANPASSUNGEN, SUCHTENTWÖHNUNG UND STRESS-BEDINGTE AGGRESSION ODER GEPRÄGTE ANGSTZUSTÄNDE NEHMEN KANN.



DIE WEITERGABE ERWORBENER EIGENSCHAFTEN

Wie beschrieben, können unterschiedliche Umwelteinflüsse (Diät/Ernährung oder Stress/Toxine) die epigenetischen Muster des Chromatins verändern. Wenn diese Umstellungen nicht nur zwischen Körperzellen, sondern auch an Keimzellen weitergegeben werden könnten, dann würden epigenetische Veränderungen des Chromatins eine molekulare Erklärung für die Weitergabe erworbener Eigenschaften im Sinne einer Evolution nach Jean-Baptiste Lamarck eröffnen, die dieser vor mehr als 200 Jahren formulierte. Erhebliche neue Einsichten, die in mehreren Modellorganismen gewonnen wurden, stehen durchaus in Übereinstimmung mit einer generationsübergreifenden epigenetischen Vererbung, obwohl eine kritische Erörterung über die möglichen evolutionären Vorteile, vor allem wenn die erworbenen Eigenschaften den Phänotyp schwächen, anhält.

Im Prinzip gibt es drei wahrscheinliche Träger für eine generationsübergreifende epigenetische Information: nicht-kodierende RNA-Moleküle, DNA-Methylierung und Histon-Modifizierungen. Hierbei erscheint ein RNA-vermittelter Mechanismus am naheliegendsten, da alle bekannten funktionellen Analysen ergeben haben, dass ein Ausschalten von Komponenten der RNAi-Maschinerie (RNA-Interferenz) oder Mutationen, welche die Stabilität und Vervielfältigung von RNA-Molekülen schwächen, den Verlust der generationsübergreifenden epigenetischen Weitergabe eines erworbenen Phänotyps nach sich ziehen. Darüber hinaus besitzt nur ein RNA-Molekül die Möglichkeit an gegenläufige (komplementäre) DNA-Sequenzen zu binden und damit einen Gen-Lokus zu markieren. RNA-Moleküle haben noch die weitere Eigenschaft, dass sie als 'mobile' Signale über Zell-Zell-Kontakt verbreitet werden oder in den extrazellulären Raum ausströmen können. Eine RNA-abhängige Informationsübermittlung hat sich insbesondere bei Pflanzen (*Arabidopsis thaliana*) gezeigt, die in Antwort auf eine pathogene Infektion RNA-Moleküle als Alarmsignal an noch uninfizierte Blätter über die Vaskulatur aussenden oder wo Nährzellen die Keimzellen des Embryos durch Einschleusen von nicht-kodierenden RNAs vor Aktivierung von retrovi-

ralen Elementen schützen. Interessanterweise mehren sich die Hinweise für eine Funktion von nicht-kodierenden RNA-Molekülen als generationsübergreifenden epigenetischen Informationsträger bis hin zur experimentellen Einführung von kleinen RNA-Bruchstücken in die Keimbahn von *C. elegans* oder in befruchtete Eizellen der Maus. Die daraus folgenden RNA-vermittelten 'Paramutationen', die sich in einer veränderten Genexpression abbilden, können über mehrere Generationen weitergegeben werden, dann aber erfolgt eine Zurücksetzung zum normalen Phänotyp.



WENN MAN DIE GESTALTUNGSKRAFT UND GESCHWINDIGKEIT ZUGRUNDE LEGT, MIT DER NEUE ENTDECKUNGEN UND TECHNOLOGIE-ENTWICKLUNGEN IN DER ERFORSCHUNG DES CHROMATINS INNERHALB DIESER JAHRE ERFOLGT SIND, DANN KÖNNEN WIR DAVON AUSGEHEN, DASS NOCH TIEFERE MECHANISTISCHE EINSICHTEN IN DIE EPIGENETISCHE KONTROLLE UNSERES GENOMS WEITERHIN SEHR SCHNELL ERFOLGEN WERDEN.

Mit diesen neuesten Erkenntnissen und dem in großem Maße verbesserten Verständnis der molekularen Mechanismen ist es nicht auszuschließen, dass einige erworbene Eigenschaften durchaus im Sinne einer Lamarckischen Evolution weitergegeben werden können. Allerdings scheint diese anpassungsfähige Eigenschaft nur über einige aber nicht alle nachfolgenden Generationen wirksam zu sein (es ist ja keine 'harte' Veränderung der DNA-Sequenz), und entspricht eher einer vorübergehenden Antwort auf sich verändernde Umweltbedingungen, so wie das dynamische Chromatin ein plastisches System darstellt. Sogar Charles Darwin hat die evolutionären Vorteile eines formbaren Ordnungsprinzips hervorgehoben: „*Es ist nicht die stärkste oder intelligenteste Art, die überlebt, sondern die anpassungsfähigste.*“

AUSBLICK

Die hier vorgestellten bahnbrechenden Erkenntnisse und technologischen Fortschritte legen eindrucksvoll dar, dass sich das Forschungsfeld der Epigenetik in den vergangenen 15 Jahren zu einem der innovativsten Wissenschaftsgebiete der modernen Biologie und Medizin entwickelt hat. Die bedeutenden Einsichten für ein besseres Verständnis der molekularen Grundlagen unserer nicht nur DNA-kodierten Identität haben weitreichende Auswirkungen für die Grundlagenforschung und die angewandte Forschung – von der Pharmaindustrie bis hin zu einer personalisierten Medizin in der Klinik. Wenn man die Gestaltungskraft und Geschwindigkeit zugrunde legt, mit der neue Entdeckungen und Technologie-Entwicklungen in der Erforschung des Chromatins innerhalb dieser Jahre erfolgt sind, dann können wir davon ausgehen, dass noch tiefere mechanistische Einsichten in die epigenetische Kontrolle unseres Genoms weiterhin sehr schnell erfolgen werden.

Epigenetics – “We are more than the sum of our genes”

SYNOPSIS

“Are we more than the sum of our genes?” and how can environmental influences change the way in which genes are expressed? While (almost) all of the approx. 200 cell types in the human body contain the same DNA sequence, they behave very differently when it comes to expressing this genetic information. That is why it is impossible to distinguish a stem cell from a nerve cell based purely on their DNA sequence. On the other hand, only one of the two X chromosomes in female cell nuclei is active. Genetically identical twins can suffer from different disease symptoms, especially if they have each been exposed to various environmental factors. These characteristics, which are not encoded in the DNA sequence, are determined by chemical and structural changes of chromatin and classified under the term *epigenetics* (“in addition to the DNA sequence”). Through these plastic chromatin states, a human genome – which comprises approx. 25,000 genes – can adopt a large number of epigenetic variants known as epigenomes. The functional analysis of these epigenomes has led to a better understanding of cell-type identity and the molecular character of stem cells, as well as to new therapies for human diseases, and makes it possible to recognize individual adaptations that occur in response to different environmental influences. The field of epigenetics also explores the molecular mechanisms that regulate the limited transmission of acquired traits to the next generations. Many of these groundbreaking questions are studied at the Max Planck Institute of Immunobiology and Epigenetics, and provide new insights and a more profound understanding of how chromatin controls our genes.

CHROMATIN IS THE NATURAL STATE OF THE GENETIC INFORMATION IN CELLS

The two-meter long strands of DNA with a total of 3.2 billion base pairs contained in our genome are located inside a small cell nucleus with a diameter of just 10 micrometres. They must therefore be compacted in such a way as to reduce their length by a factor of more than 1:200,000. The DNA strands located in a nucleus are not naked; instead, they are wrapped in and protected by protein globules known as histones. There are four types of histones (H3, H4, H2A and H2B) which – once doubled up – assemble to form an octamer. Such an octamer can coil 147 base pairs of the DNA double helix and constitutes the basic building block of chromatin: the nucleosome. Densely packaging the entire genome thus requires approx. 20 million nucleosomes. This DNA histone polymer with all its chemical changes (see below) is known as chromatin. Chromatin can assume many different packaging degrees that compact right down to the metaphase chromo-

somes, which become visible during cell division. The lowest packaging degree (open chromatin), in which the chain of nucleosomes is shaped like a beads on a string allows for gene activity, whereas a higher packaging degree (closed chromatin) prevents access to the DNA strands and switches off genes. Chromatin therefore assumes a double task with regard to organizing our genetic information: it compacts and protects the DNA double helix, and it influences the activity of the genes by regulating the access to the DNA strands.

EUCHROMATIN AND HETEROCHROMATIN: THE TWO BASIC TYPES OF THE EPIGENOME

The different packaging degrees of chromatin are regulated via small chemical changes in the histones, which control the electrostatic contact with the DNA, as well as the bonding forces that direct the interaction of proteins with the chain of nucleosomes. Many (over thirty) of these chemical modifications have been known since the early 1960s, the two most common being acetylation and methylation. However, the first enzyme to acetylate the H3 histone, thereby opening up the chain of nucleosomes, was not revealed until 1996 by David Allis (at that time from the University of Virginia). This discovery represented the functional basis for active chromatin (euchromatin). In the year 2000, Thomas Jenuwein (then at the IMP in Vienna) succeeded in identifying an enzyme that methylates the H3 histone, thereby increasing the packaging degree of the chain of nucleosomes, which makes it harder to access the DNA strands. This discovery formed the enzymatic basis for inactive chromatin (heterochromatin).

Based on these groundbreaking findings, the field of epigenetics has been greatly advanced. Many new histone modifications, chromatin enzymes and nucleosome-related factors were discovered and put together to build a mechanistic framework. In simple terms and as a summary, the following principles can be deduced: (1) Histone modifications rarely act alone; instead, they work in combinations that can reinforce or weaken each other. (2) Most of the histone modifica-

CHROMATIN THEREFORE ASSUMES A DOUBLE TASK WITH REGARD TO ORGANIZING OUR GENETIC INFORMATION: IT COMPACTS AND PROTECTS THE DNA DOUBLE HELIX, AND IT INFLUENCES THE ACTIVITY OF THE GENES BY REGULATING THE ACCESS TO THE DNA STRANDS.



tions can mark both active and inactive chromatin, depending on which amino acid position in a histone undergoes chemical change. (3) Histone modifications create bonding forces that dock chromatin factors to the chain of nucleosomes. (4) All of the known chemical changes of chromatin, including DNA methylation, are reversible (*soft* adaptation), and therefore stand in contrast to the stable mutations of the DNA sequence (*hard* alteration).

If none of the epigenetic adaptations are stable, how can the information of an active or inactive chromatin state be transmitted from cell division to cell division? This is a very intriguing question. The information is carried not just by one single modification or by one single nucleosome; instead, the different epigenetic mechanisms can reinforce each other and extend a change to a larger chromatin region with many nucleosomes that are then marked by various chromatin modifications. The original information is thus multiplied and stabilized.

From these insights the core definition of epigenetics can be derived: epigenetics is the transmission of acquired information without changes to the DNA sequence. While the DNA sequence is a stable and identical unit found in almost all cell types (there is only one genome), the generation of variant chromatin states (epigenomes) allows for the organization and dynamic expression of the DNA-stored information in the multitude of distinct cell types.



IF NONE OF THE EPIGENETIC ADAPTATIONS ARE STABLE, HOW CAN THE INFORMATION OF AN ACTIVE OR INACTIVE CHROMATIN STATE BE TRANSMITTED FROM CELL DIVISION TO CELL DIVISION? THIS IS A VERY INTRIGUING QUESTION.

THE “MEMORY” OF CELL-TYPE IDENTITY AND REPROGRAMMING INTO STEM CELLS

Roughly 9,000 of the approx. 25,000 genes contained in the human genome are necessary for basic activities, which ensure cell division, metabolism, signal transmission, repair mechanisms and other essential processes. These so-called *housekeeping genes* are switched on in all cell types. The remaining 16,000 genes have specialized functions that control embryonic and organ development and build the over 200 different cell types. One can assume that the activity of approx. 100 specialized genes is needed to form a particular type of

cell. These cell type-specific genes can only be active in a distinct cell type (e.g. a muscle cell) but must be permanently switched off in all other cell types.

There are so-called *pioneer* transcription factors (proteins directing that certain genes are expressed, i.e. transcribed into messenger RNA), of which there are between two and four per cell type, that initiate a cell line program and subsequently stabilize it via associated control circuits. This is where chromatin has a decisive role: stimulating modifications mark the control elements of the genes that shall remain active in a particular cell type, and inhibiting modifications switch off all the remaining genes. This causes distinct patterns to be imprinted in the chromatin of various cell types and stabilizes gene expression programs, which persist even after the pioneer transcription factors are no longer present. As described above, this *chromatin memory* can be transmitted throughout cell divisions, making it one of the most important functions for epigenetic control to organize our DNA information.

The new technologies for deep sequencing as well as the genome-wide mapping of chromatin adaptations in different cell types make it possible to decode epigenomes and to gain valuable insight into normal or perturbed development and differentiation of cells. This goes far beyond basic research, as these technologies can also uncover individualized chromatin states for numerous human diseases. These insights have led to worldwide research networks (e.g. IHEC, the International Human Epigenome Consortium; www.ihec-epigenomes.org) with the objective of generating genome-wide epigenomic maps in healthy and diseased cells. Germany also participates in this research network with the DEEP program, where the Max Planck Institute of Immunobiology and Epigenetics and other Max Planck institutes are affiliated partners.

The chromatin memory of cell type-identity is also significant for the reprogramming of cell types and the generation of induced pluripotent stem cells (iPS cells) from mature somatic cells. By introducing pioneer transcription factors that are normally only expressed in embryonic stem cells into, for example, differentiated connective tissue cells, the latter can be switched into iPS cells. For this groundbreaking discovery made in 2006, together with the earlier studies from 1958 on cloning after nuclear transfer, Shinya Yamanaka and John Gurdon were awarded the Nobel Prize in Medicine in 2012.

Reprogramming proved to be a highly inefficient process, since only 0.1 percent of connective tissue cells are converted into iPS cells. One of the major barriers for the reprogram-

ming of mature somatic cells is the stability of suppressing heterochromatin. If it were possible to reset these inhibiting heterochromatic marks to a state in embryonic stem cells, the reprogramming process would be much facilitated. An elegant solution is to use small chemical substances that were developed as epigenetic inhibitors against chromatin enzymes, as well as co-factors, such as vitamin C, which increase the activity of certain biocatalysts. With these small molecules, the reprogramming by the Yamanaka factors could be increased to more than 2 percent. This efficiency is likely to be further enhanced by using a combination of several epigenetic inhibitors and other pharmacological substances that act on chromatin. Even though the clinical implementation still faces major obstacles, the generation of iPS cells from adult somatic cells greatly advances human medicine and has far-reaching ramifications, since it opens new avenues to replace damaged or diseased tissue using reprogramming cell therapy.

EPIGENETIC THERAPY FOR HUMAN DISEASES

Almost 15 years after the completion of the Human Genome Project (HUGO) and other large-scale studies focusing on genome-wide DNA sequencing (e.g. the 1000 Genomes Project and the Cancer Atlas), we can associate up to 1,300 genes to specific human diseases. Most of these genetic mutations occur in somatic cells; only when the DNA sequence is also changed in the germ cells, is the respective disease inherited. In principal, and especially with the new technologies for gene replacement, malfunctioning somatic cells of a disorder that was triggered by a single gene defect could be cured and reprogrammed into stem cells, which can then renew the diseased tissue after being transferred. Yet most human illnesses are caused by mutations in several genes, making it extremely difficult to develop a form of gene therapy that could cure these multigenetic disorders.

Furthermore, many disease patterns cannot be explained by DNA sequence analysis and genetic mutation alone. A prime example are twin studies, which show that genetically identical individuals can suffer different disease symptoms. This not only applies to different types of cancer, but is also particularly valid for complex human diseases such as neurodegenerative syndromes, immune disorders, cardiovascular diseases, diabetes, as well as cases in which environmental influences and diet affect patterns of gene expression during certain developmental processes.

Based on high-resolution RNA sequencing, which uncovers even small variations in gene activity, and through the genome-wide mapping of chromatin changes, it is possible

EVEN THOUGH THE CLINICAL IMPLEMENTATION STILL FACES MAJOR OBSTACLES, THE GENERATION OF IPS CELLS FROM ADULT SOMATIC CELLS GREATLY ADVANCES HUMAN MEDICINE AND HAS FAR-REACHING RAMIFICATIONS, SINCE IT OPENS NEW AVENUES TO REPLACE DAMAGED OR DISEASED TISSUE USING REPROGRAMMING CELL THERAPY.



to detect differences between healthy and diseased cells. We now know, for example, that it is an aberrant chromatin marking of tumor-suppressor genes in cancer cells that switches these *protective genes* off, so that they lose their ability to control abnormal cell division – the cancer cell starts to proliferate. The same applies to carcinoma cells in the prostate, where malfunctioning chromatin modifications disorganize gene activity. This does not mean, however, that a perturbed expression of chromatin-modifying factors, without an underlying DNA mutation, initiates the disease – there is no direct evidence for a *causal* link between epigenetic malfunction and a predisposed disease risk! Yet it does significantly influence the timing of onset and the aggressiveness of a disease caused by genetic DNA lesions.

One of the main advantages of epigenetic chromatin modifications is the fact that they are reversible (*soft* adaptation), and that chromatin enzymes can be inhibited using pharmacological substances without altering the DNA sequence. Epigenetic malfunctioning can be reversed using small molecule inhibitors. This opens up new treatment possibilities (*epigenetic therapy*) and successfully bridges between basic research, the pharmaceutical industry and the clinic. Based on the broad role of chromatin in organizing and utilizing our genetic information, inhibitors against epigenetic enzymes and other chromatin-changing substances are suitable for nearly an unlimited range of applications. Many epigenetic drugs are already being used in preclinical and clinical trials and show promising results to improve tumor regression, reduce chronic inflammation and ameliorate neurodegenerative disease patterns.

Pilot studies carried out using animal models have even shown that using pharmacological substances to regulate chromatin enzymes can change long-term memory and learning abilities, and can also influence habitual behaviour adaptations, addiction and stress-induced aggression or anxiety. The brain appears as the new frontier for epigenetic plasticity.

NATURE VERSUS NURTURE: THE ANSWER LIES IN CHROMATIN

The question of whether our fate is solely determined by our genes and to what extent environmental factors play a role has been the subject of much debate. As Matt Ridley so eloquently put it in his book “Nature *via* Nurture” published in 2003, the answer is not: genes or nature, but rather genes *with and through* nature. It is not the number of genes that make us human (houseflies and sea anemones almost have the same number of genes), but the way in which the genes are controlled. This statement becomes all the more meaningful in light of the most recent insights gained through chromatin/epigenetic research.



PILOT STUDIES CARRIED OUT USING ANIMAL MODELS HAVE EVEN SHOWN THAT USING PHARMACOLOGICAL SUBSTANCES TO REGULATE CHROMATIN ENZYMES CAN CHANGE LONG-TERM MEMORY AND LEARNING ABILITIES, AND CAN ALSO INFLUENCE HABITUAL BEHAVIOUR ADAPTATIONS, ADDICTION AND STRESS-INDUCED AGGRESSION OR ANXIETY.

Chromatin is a dynamic template that organizes our genetic information and stabilizes and transmits gene expression programs. Chromatin is thus the filter through which environmental signals influence gene activity. In order to function, all chromatin-modifying enzymes require co-enzymes (small organic molecules with high-energy bonds), which fluctuate as a result of metabolism and food intake. Eating breakfast in the morning leads to an increased energy intake (if you put sugar in your coffee), thereby providing more acetyl-CoA for specific chromatin enzymes, which subsequently increase gene activity. In the evening, a reduced metabolic rate triggers a rise in NAD, a central energy sensor and co-enzyme that stimulates opposing chromatin enzymes and thus limits gene activity. It is estimated that approx. 15 percent of all genes oscillate in such a day/night cycle.

Another example is the reduced level of S-adenosyl methionine (SAM) found in the blood and urine of patients suffering from chronic liver insufficiency and hepatic cancers, as well as in the case of more complex disease patterns such as rheumatoid arthritis and depression. The co-enzyme SAM provides the chromatin enzymes with methyl groups that subsequently methylate the DNA or the histones,

thereby switching genes off. This explains why a reasonable dose of dietary supplements with a high proportion of methyl donors (e.g. folic acid, biotin and vitamin B12) can have a positive overall effect, lower the cancer risk and is even suggested as an antidepressant. Yet such dietary supplements can also easily be replaced by a natural diet that includes bananas, avocados, soy beans or other high-folate fruit/vegetables.

Other well-known examples are epidemiological studies on food availability, which revealed a correlation between an overabundance of food for grandfathers and an increased risk of diabetes and cardiovascular disease in their grandchildren (Överkalix Study). Similarly, the malnourishment of babies in the womb (which was very prevalent during the Hunger Winter at the end of the Second World War, for example) can result in not only the children being underweight, but the grandchildren as well. The illuminating insights into the molecular mechanisms for epigenetic control help to explain these correlations and allow to test them in suitable animal studies. In the case of mouse models, for example, a high-fat diet or reduced protein intake of the parents resulted in moderate changes (differences with a factor of approx. 1.5) in the expression of more than 2,500 genes in their offspring. The reduced protein intake altered the epigenetic marking of a control element in the germ cells that regulates specific genes responsible for fat- and cholesterol metabolism.

Model organisms allow for an even more precise definition of the molecular basis, how environmental signals affect chromatin and even influence learned behaviour: butanone is a volatile metabolic product of bacteria that lets roundworms such as *C. elegans* know if they are approaching a food source. An artificial butanone scent offered without bacteria leads to a negative adaptation of the movement behaviour – the worm no longer follows the scent trail. This conditioning of a sensory perception is partially due to small RNA molecules that bind to a central receptor gene in the olfactory neurons and switch it off by inducing heterochromatin.

TRANSMISSION OF ACQUIRED TRAITS

As described earlier, different environmental influences (diet/nutrition or stress/toxins) can modify the epigenetic patterns of chromatin. If somatic cells could transmit these adaptations not only to other somatic cells, but also to germ cells, then epigenetic changes in chromatin would provide a molecular explanation for the inheritance of acquired traits in

the sense of an evolutionary process as proposed by Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) over 200 years ago. Significant new findings using several different model organisms are in agreement with inter-generational epigenetic inheritance, despite the ongoing critical debate about the possible evolutionary advantages, especially if the acquired traits weaken the phenotype.

In principle, there are three likely carriers of inter-generational epigenetic information: non-coding RNA molecules, DNA methylation and histone modifications. An RNA-induced transmission mechanism is most likely, since all known functional analyses have revealed that switching off components of the RNAi machinery (RNA interference) or mutations that impair the stability and amplification of RNA molecules result in the loss of epigenetic inheritance. Furthermore, only an RNA molecule is capable of binding to complementary DNA sequences and thus can mark a gene locus. Another characteristic of RNA molecules is that they are distributed via cell/cell contact or can diffuse as *mobile* signals into the extracellular space. RNA-dependent information is particularly prevalent in plants (e.g. *Arabidopsis thaliana*), which respond to a pathogenic infection by sending out RNA molecules as an alarm signal via the vasculature to warn leaves that are not yet infected, or where nurse cells protect the germ cells of the embryo from activation of retroviral elements by introducing non-coding RNAs. Interestingly, growing evidence suggests that non-coding RNA molecules can act as carriers of inter-generational epigenetic information, as shown in experiments in which small RNA fragments were injected into germ cells of *C. elegans* or into fertilized oocytes of mice. The resulting RNA-induced *paramutations* are manifested in an altered expression of genes that can be transmitted to several successive generations, but then revert to the normal phenotype.

Based on these provocative insights and a significantly better understanding of the molecular mechanisms, it cannot be excluded that some acquired traits are indeed transmitted along the lines of a Lamarckian evolution. However, this epigenetic adaptation only seems to affect several, but not all of the following generations (because it does not involve a *hard* alteration in the DNA sequence), and instead allows for a transient response to changing environmental conditions, much like dynamic chromatin represents a plastic system. Even Charles Darwin (1809-1882) did not deny the evolutionary advantages of an adjustable organizing principle: “*It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent, but rather the one that is most adaptive to change.*”

OUTLOOK

The groundbreaking findings and technological advances outlined above impressively highlight that during the past 15 years, research into epigenetics has developed into one of the most innovative fields of modern biology and medicine. The valuable insights that significantly improved our knowledge of the molecular basis of our identity – which is not solely encoded in our DNA sequence – have a far-reaching impact on basic and applied research and open novel strategies for the pharmaceutical industry and for personalized medicine in the clinic. In light of the creativity and speed with which new discoveries and technological developments into chromatin research have been made during this timespan, it can be assumed that we will very quickly gain an even deeper understanding of the mechanisms how epigenetic control organizes our genome.

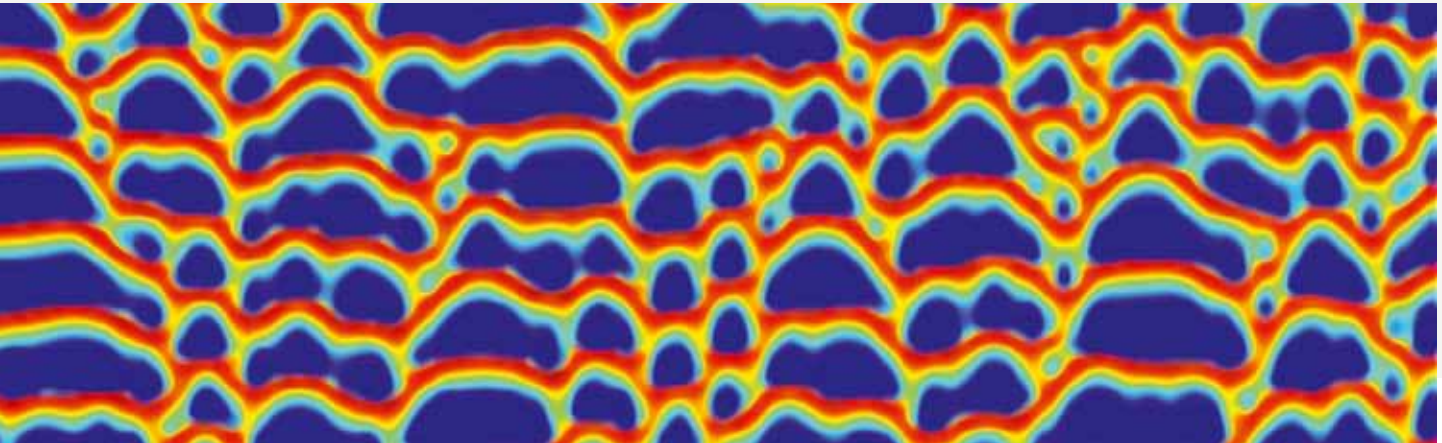
IN LIGHT OF THE CREATIVITY AND SPEED WITH WHICH NEW DISCOVERIES AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS INTO CHROMATIN RESEARCH HAVE BEEN MADE DURING THIS TIMESPAN, IT CAN BE ASSUMED THAT WE WILL VERY QUICKLY GAIN AN EVEN DEEPER UNDERSTANDING OF THE MECHANISMS HOW EPIGENETIC CONTROL ORGANIZES OUR GENOME.



KAI SUNDMACHER

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR DYNAMIK KOMPLEXER TECHNISCHER SYSTEME, MAGDEBURG

Gestaltung des Energiesystems der Zukunft: Ein komplexes Optimierungsproblem



Die Energiewende ist in aller Munde und es vergeht kein Tag, an dem wir nicht etwas über die Fortschritte oder Rückschläge auf dem Weg zu einem nachhaltigen Energiesystem in der Tagespresse lesen können. Dies ist Ausdruck eines komplizierten Entscheidungsprozesses, in dessen Verlauf schwierige Fragen zu beantworten sind, unter anderem: Welche erneuerbaren Energien sollen die Hauptquellen des zukünftigen Versorgungssystems sein? Wie werden wir die Ernten von volatilen Wind-, Solar-, und Bioenergien auf die Bedarfsprofile an Strom, Wärme und Kraftstoffen abstimmen können? Welche Energiewandlungsschritte werden limitierend sein? Welche Wandlungsketten werden die höchsten Effizienzen besitzen? Wird die Energiewende bei steigenden Kosten für die Endverbraucher überhaupt Akzeptanz in der Bevölkerung finden? Und aus Sicht der Max-Planck-Gesellschaft stellt sich zudem die Frage: Welche Hindernisse gilt es mittel- und langfristig zu überwinden, denen wir mit Grundlagenforschung gezielt begegnen können?

AUFGABENSTELLUNG

Die volkswirtschaftliche Gesamtaufgabe, die wir uns selbst gestellt haben, ist gewaltig: Bis zum Jahr 2050 sollen 80 bis 100% der Energieversorgung aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Im Jahr 2013 waren es ca. 15% bezogen auf den Stromverbrauch, 20% in der Wärmeversorgung und 20% in der Kraftstoffversorgung. Außerdem soll bis 2050 die Hälfte der Primärenergie durch drastische Effizienzsteigerung eingespart werden. Zwar hat die German Lead Study im Jahr 2009 klar ergeben, dass wir grundsätzlich genügend erneuerbare Energien ernten können, um das 100%-Szenario darzustellen zu können. Dennoch sind die Zielvorgaben äußerst ehrgeizig und daher sind Zweifel an deren Erreichbarkeit unter ökonomischen und gesellschaftspolitischen Restriktionen nicht ganz unberechtigt.

Bereits heute gibt es eine große Zahl von exzellenten Energiewandlern, wobei jeder für sich in bestimmten Anwendungsbereichen spezifische Wandlungsschritte vollziehen kann: Windkraftanlagen, Photovoltaik-Anlagen, Wärmepumpen, Gasturbinen, Dampfturbinen, Otto-Motoren, Dieselmotoren und Brennstoffzellen sind die wohl bekanntesten Beispiele. Die Frage ist aber zunächst nicht, wie wir die Effizienz einzelner Wandler weiter verbessern können. Vielmehr müssen wir zuerst klären, welche Bedarfe heute und in Zukunft abzudecken sind. Gegenwärtig werden von den eingesetzten Primärenergien ungefähr 25% zur Stromerzeugung, 50% zur Wärme- bzw. Kälteerzeugung und weitere 25% für Transportzwecke verwendet. Es ist zu erwarten, dass sich an diesem Bedarfsspektrum auch in Zukunft nicht viel ändern wird. Um es längerfristig vollständig durch erneuerbare Energien decken zu können, muss ein optimales Gesamtsystem aufgebaut werden, das in der Lage ist, die zeitlich fluktuierenden und örtlich ungleich verteilten erneuerbaren Energien so zu nutzen, dass alle drei Bereiche (Strom, Wärme, Transport) ohne größere Einschränkungen mit hoher Versorgungssicherheit bei möglichst niedrigen Kosten bedient werden können.

KEINE ENERGIEWENDE OHNE STROMSPEICHER

In Deutschland liegt der Jahresmittelwert der benötigten elektrischen Leistung in der Größenordnung von 60 bis 80 Gigawatt (GW). Die installierten Stromerzeugungskapazitäten sind jedoch deutlich größer: 167 GW im Jahr 2011, davon 42% aus Kraftwerken mit fossilen Energieträgern (Steinkohle, Braunkohle, Erdgas), 9% aus Kernkraftwerken, 32% aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen sowie 17% aus Wasserkraft, Biomasse und anderen speziellen Anlagen. Für das Jahr 2020 sind Kapazitäten von weit über 100 GW aus Windkraft und Photovoltaik prognostiziert. Die nahezu vollständige Stromversorgung aus erneuerbaren Energien ist also keine

Zukunftsvision mehr, sondern sie liegt bereits in Sichtweite. Um aber die volle Versorgungssicherheit sowohl zeitlich als auch örtlich gewährleisten zu können, muss zum einen das elektrische Netz zielgerichtet ausgebaut werden, zum anderen müssen Stromspeicher in das System integriert werden. Der Netzausbau, welcher heute bereits vorangetrieben wird, dient im Wesentlichen dem örtlichen Abgleich zwischen Erzeugung und Bedarf. Für den zeitlichen Abgleich, also beispielsweise für das Überstehen längerer Wind- und Sonnenflauten, werden jedoch zusätzlich größere Stromspeicher benötigt. Die heute gebräuchlichen Speicher sind auf Zeitkonstanten von bis zu einem Tag ausgelegt, weil deren volumen- oder massenbezogene Energiespeicherdichte relativ gering ist (Pumpspeicherwerke: 3,3 kWh/m³; Druckluft: 29 kWh/m³; Sekundäre Batterien: 30-260 kWh/t). Für die Stromspeicherung über mehrere Wochen und Monate benötigt man höhere Energiedichten, wie sie insbesondere mit energetisch hochwertigen Substanzen erreichbar sind, etwa mit Wasserstoff (530 kWh/m³ bei 200 bar Speicherdruck), Erdgas (1800 kWh/m³ bei 200 bar Speicherdruck) oder flüssigen Kohlenwasserstoffen (ca. 10.000 kWh/m³). Aus dieser Perspektive ist es ein wesentliches Ziel der Energieforschung, die wissenschaftlichen Grundlagen zur Entwicklung neuer Technologien zu schaffen, mit denen sich elektrische Energie in chemischen Substanzen speichern lässt, welche unter Umständen auch stofflich weiter genutzt werden können.

STROM ZU WASSERSTOFF

Unter den oben genannten chemischen Stromspeichern hat Wasserstoff den besonderen Vorzug, dass er sich recht effizient aus elektrischer Energie mittels Elektrolyse erzeugen lässt, wobei der zugleich entstehende Sauerstoff entweder problemlos in die Atmosphäre abgegeben oder für chemische Oxidationsprozesse verwendet werden kann. Zudem entsteht bei der Rückverstromung reines Wasser, sofern milde Oxidationsbedingungen angewendet werden. Energetisch betrachtet können im Idealfall der vollständig reversiblen Elektrolyse 83% der zugeführten Energie im Wasserstoff gespeichert werden. In der Realität treten jedoch irreversible Prozesse im Inneren der Elektrolysezelle auf, so dass der Wirkungsgrad auf ca. 60 bis 70% sinkt. Diese irreversiblen Prozesse sind zugleich mit einer Aufheizung der Elektrolysezelle verbunden, die dann durch Zirkulation des Eduktwassers gekühlt werden muss. Zu den zellinternen Verlusten, die noch deutlich reduziert werden müssen, gehören Überspannungsverluste infolge der elektrochemischen Reaktionsprozesse an den Elektroden, Konzentrationsüberspannungen infolge des Transports der entstehenden Produktgase Wasserstoff und Sauerstoff von den Elektroden hin zum Ausgang der Zelle sowie Ohm-

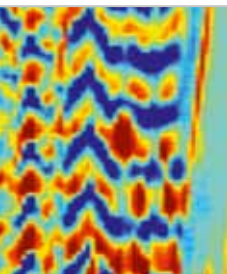
sche Verluste infolge des Ladungstransports im Elektrolyten (OH⁻-Ionen bei der Alkalischen Elektrolyse; H⁺-Ionen bei der Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse (PEM)). Für die nächste Generation an Elektrolyseuren werden Elektrolytmembranen mit höherer Ionenleitfähigkeit sowie hochaktive Elektrokatalysatoren (möglichst Nichtedelmetalle!) mit geringeren Überspannungsverlusten benötigt. Weiterhin ist es notwendig, die Langzeitstabilität der Membran-Elektroden-Sandwichstrukturen weiter zu erhöhen, indem man die Mikroprozesse an den Grenzflächen zwischen elektronenleitenden und ionenleitenden Materialien im Detail aufklärt und dieses Wissen für ein optimales Material- und Grenzflächendesign nutzt. Dies sind wichtige materialwissenschaftliche Fragestellungen, die ab 2014 durch das neu formierte MaxNet Energy von Gruppen aus sieben Max-Planck-Instituten, koordiniert durch Robert Schlögl am MPI für chemische Energiekonversion, bearbeitet werden.

Darüber hinaus stellt sich auf der Prozessebene die Frage, bei welchen Druckbedingungen die Elektrolyse optimal betrieben werden kann. Wie wir jüngst gezeigt haben, kann der Energiebedarf deutlich verringert werden, wenn man die PEM-Elektrolyse asymmetrisch betreibt, so dass der erzeugte Wasserstoff direkt in der Zelle auf ein gewünschtes Druckniveau verdichtet wird, während das Koppelprodukt Sauerstoff unter atmosphärischen Bedingungen anfällt. Um die Rückdiffusion des Wasserstoffs in das Sauerstoff-Kompartiment zu verhindern, benötigt man allerdings Polymerelektrolytmembranen mit sehr niedriger Wasserstoff-Permeabilität. Weiterhin zeigen unsere Simulationen, dass der Betriebsdruck nicht unbedingt an den Lieferdruck des Einsatzfalls gekoppelt werden sollte, sondern als freie Variable zur Minimierung des Energiebedarfs des Gesamtprozesses, bestehend aus asymmetrischer Elektrolyse und mehrstufiger Wasserstoffverdichtung, herangezogen werden sollte. Basierend auf aktuellen Strom-Spannungskennlinien kann man abschätzen, dass der Druck eines PEM-Elektrolyseurs auf 15 bis 20 bar begrenzt werden

BIS ZUM JAHR 2050 SOLLEN 80 BIS 100 % DER ENERGIEVERSORGUNG AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN GEDECKT WERDEN. IM JAHR 2013 WAREN ES CA. 15 % BEZOGEN AUF DEN STROMVERBRAUCH, 20 % IN DER WÄRMEVERSORGUNG UND 20 % IN DER KRAFTSTOFFVERSORGUNG.

sollte. Die Nachverdichtung erfolgt energetisch am günstigsten auf mechanischem Weg, also nicht elektrochemisch. Weitere optimierbare Freiheitsgrade des Gesamtsystems kommen hinzu, wenn man die Trocknung, die Speicherung und die energetische Nutzung des erzeugten Wasserstoffs und gegebenenfalls auch die stoffliche Verwertung des Koppelprodukts Sauerstoff in die Systemanalyse einbezieht.

Die einfachste Möglichkeit der Speicherung von Elektrolyse-Wasserstoff besteht in der direkten Einspeisung in das existierende Erdgasnetz. Nach den technischen Regelwerken, die in Deutschland gelten, dürfen nach heutigem Stand der Technik 2 bis 5% Wasserstoff in das Erdgasnetz eingespeist werden, ohne dass Umstellungen an Gasmotoren bzw. an Brennersystemen vorgenommen werden müssen. In der längerfristigen Perspektive wäre es sehr wünschenswert, neue Materialien und Beschichtungen zu entwickeln, um Erdgas-Rohrleitungssysteme für den Wasserstofftransport auszurüsten. Dabei müssen die Leckage und die Versprödung durch den Wasserstoff möglichst gering gehalten werden.



FÜR DIE STROMSPEICHERUNG ÜBER MEHRERE WOCHEN UND MONATE BENÖTIGT MAN HÖHERE ENERGIEDICHTEN, WIE SIE INSBESONDERE MIT ENERGETISCH HOCHWERTIGEN SUBSTANZEN ERREICHBAR SIND.

Für die großskalige Speicherung von Wasserstoff sollen in den nächsten Jahren neue Salzkavernen angelegt und erprobt werden, wie dies in dem BMBF-Vereinbarung HYPOS (2014–2019) unter Beteiligung des MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme und des Fritz-Haber-Instituts geplant ist. Pro Kaverne kann man ein Arbeitsgasvolumen in der Größenordnung von 50 Millionen m³ speichern. Mittels mehrstufiger Verdichter wird das Gas eingespeist, wobei nach heutigem Kenntnisstand ein maximaler Druck von 200 bar nicht überschritten werden sollte, weil man bei diesem Druck bereits heute Erdgas in großen Mengen sicher unterirdisch speichern kann. Bei der Entnahme des Wasserstoffs wird die Druckabsenkung auf ca. 60 bar begrenzt, unter anderem um die Wechselbelastung der Kaverne zu begrenzen. Das aktive Volumen der deutschen Erdgasspeicher liegt heute bei rund 7,8 Mrd. m³. Diese Speicher gewährleisten eine Versorgungssicherheit über mehrere Monate und unterstützen die Abdeckung von Lastspitzen für die Stromversorgung mittels

schnell anfahrbarer Gaskraftwerke. Die Rückverstromung des gespeicherten Wasserstoffs könnte mit Gasturbinen erfolgen. Für diese müssen aber noch geeignete Brennersystemen und Materialien entwickelt werden, die für den Betrieb mit reinem Wasserstoff geeignet sind.

WASSERSTOFF ZU STROM

Die überirdische Speicherung von Wasserstoff (H₂) ist insbesondere für Brennstoffzellenfahrzeuge (50–100 kW) interessant. Der Wasserstoff könnte dabei in kleineren Elektrolyseanlagen direkt an den Tankstellen erzeugt und an Bord der Fahrzeuge bei ca. 750 bar gespeichert werden. Damit hätte das Brennstoffzellenfahrzeug eine deutlich größere Reichweite als ein batteriebetriebenes Fahrzeug, das aus heutiger Sicht vornehmlich für den städtischen und stadtnahen Verkehr taugt. Für das Brennstoffzellenfahrzeug gibt es allerdings noch erheblichen Forschungsbedarf für langzeitstabile und kostengünstige H₂-Bord-Speichersysteme sowie für kostengünstige Katalysatoren und Membranmaterialien in der Brennstoffzelle.

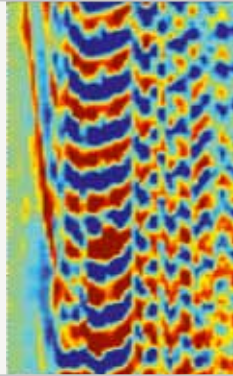
Auch die exakte Kontrolle des Wasserhaushalts von PEM-Brennstoffzellen ist nur unzureichend gelöst. In unseren Forschungsarbeiten am Magdeburger Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme konnten wir zeigen, dass im Selbstbefeuchtungsbetrieb ein Zünd-Lösch-Verhalten der Brennstoffzelle auftritt, weil das in der Zelle erzeugte Produktwasser die Ionenleitfähigkeit der Polymerelektrolytmembran steigert, was wiederum die elektrochemische Wasserbildung beschleunigt. Entsteht jedoch zu viel Wasser, dann verstopfen die Gasporen der Kathode der Brennstoffzelle, so dass der Transport des Ausgangsstoffes Sauerstoff blockiert wird. Um stationäre Betriebsbedingungen zu erreichen, muss der Gas-Flüssig-Transport im Porensystem der Sauerstoffelektrode also optimal auf die elektrochemische Oxidation des Wasserstoffs abgestimmt werden. Für die Grundlagenforschung ergibt sich an dieser Stelle die Aufgabe, mikroporöse Materialien mit maßgeschneiderten Benetzungs- und Transporteigenschaften – beispielsweise Polymer-Kohlenstoff-Komposite – herzustellen. In Bezug auf die in der PEM-Brennstoffzelle eingesetzten Platin-Katalysatoren gilt es, kostengünstige und elektrochemisch stabile Alternativen auf Basis von Nichtedelmetallkomponenten zu identifizieren. In diesem Bereich haben insbesondere die Gruppen von Markus Antonietti am MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Klaus Müllen am MPI für Polymerforschung, Ferdi Schüth am MPI für Kohlenforschung und Robert Schlögl am Fritz-Haber-Institut im Rahmen des ENERCHEM-Projekts der MPG innovative Beiträge geleistet.

WASSERSTOFF ZU METHAN

Mit Methan erreicht man mehr als das Dreifache der volumetrischen Energiedichte (1800 kWh/m^3 bei 200 bar), die mit Wasserstoff erzielt werden kann (530 kWh/m^3 bei 200 bar). Somit benötigt man ein deutlich geringeres Speichervolumen für die gleiche Energiemenge. Hinzu kommt, dass eine komplette Infrastruktur für die Verteilung, Speicherung und Nutzung von Erdgas zur Strom- und Wärmeerzeugung in Deutschland existiert. Auch sind, wenn auch bisher nur in geringem Umfang genutzt, mit Erdgas betriebene Fahrzeuge bereits verfügbar. Vor diesem Hintergrund liegt es nahe, über die Umwandlung des Elektrolyse-Wasserstoffs in Methan („Synthetisches Erdgas“) nachzudenken. Der in der chemischen Industrie gut bekannte Sabatier-Prozess leistet genau dies, indem er Wasserstoff mit Kohlendioxid bei Drücken von 6 bis 20 bar und Temperaturen von 270 bis 450°C an Nickel-Katalysatoren in Methan und Wasser konvertiert. Der energetische Wirkungsgrad liegt je nach gewählten Prozessbedingungen bei 75 bis 82%. Die Umwandlung von Wasserstoff in Methan ist insofern mit zusätzlichen, thermodynamisch unvermeidlichen Verlusten der gespeicherten Exergie (d.h. des technisch nutzbaren Energieanteils) verbunden. Aber wie unsere Computersimulationen gezeigt haben, können diese Verluste auf ein Minimum reduziert werden, indem man die Temperaturführung entlang des Methanisierungsreaktors so gestaltet, dass das Koppelprodukt Wasser an ganz bestimmten Punkten kondensiert und ausgeschleust wird. Auf diese Weise kann mit einer minimalen Katalysatormenge ein nahezu vollständiger Wasserstoffumsatz erreicht und gleichzeitig die unerwünschte Bildung des Nebenprodukts Kohlenmonoxid unterdrückt werden.

Als Quelle für das im Sabatier-Prozess benötigte Kohlendioxid kommt vor allem Biogas in Betracht, das etwa zur Hälfte Kohlendioxid enthält, das mit Absorptions- und/oder Membranverfahren abgetrennt werden kann. Anstatt Kohlendioxid aus Biogasanlagen abzutrennen und in den Sabatier-Prozess einzuspeisen, besteht auch die Möglichkeit, den durch Elektrolyse erzeugten Wasserstoff mehrstufig in einen Biogas-Fermenter zu dosieren. Die dort vorhandenen Bakterien, die in der Lage sind, Methan zu bilden, benutzen den zugeführten Wasserstoff und wandeln ihn in Methan um, wobei sie auch das im Reaktor gebildete Kohlendioxid verbrauchen. Im Grenzfall des vollständigen CO_2 -Umsatzes kann man auf diese Weise ein Biogas erzeugen, dass neben Spuren anderer Komponenten fast nur noch feuchtes Methan enthält. Dies haben eigene Simulationen mit dem international akzeptierten Modell ADM1 bestätigt. Zudem existieren eine ganze Reihe experimenteller Belege dafür, dass die biokatalytische Methanisierung nicht nur mikrobiologisch machbar, sondern auch

DIE GESTALTUNG EINES EFFIZIENTEN, KOSTENGÜNSTIGEN UND ALLGEMEIN AKZEPTIERTEN WANDLUNGSSYSTEMS FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN IST EINE KOMPLEXE OPTIMIERUNGSAUFGABE, BEI DEREN LÖSUNG METEOROLOGISCHE, THERMODYNAMISCHE, MATERIALTECHNISCHE, ÖKONOMISCHE, ÖKOLOGISCHE UND GESELLSCHAFTLICHE NEBENBEDINGUNGEN ZU BERÜCKSICHTIGEN SIND.

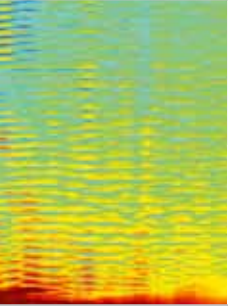


technisch anwendbar ist. Rolf Thauer vom MPI für terrestrische Mikrobiologie hat hierfür zentrale Forschungsbeiträge geleistet. Um aber zukünftig noch bessere Reaktorsysteme für die anaerobe Vergärung von Biomasse in Kopplung mit der Methanisierung von Elektrolyse-Wasserstoff entwickeln zu können, müssen prädiktive mathematische Prozessmodelle entwickelt werden, welche die Heterogenität und Dynamik von Bakterien-Mischpopulationen adäquat abbilden können. Wir betrachten dies als eine wichtige Aufgabenstellung für die Grundlagenforschung, die nur in enger Kooperation von Mikrobiologie und Prozesstechnik zu lösen sein wird.

METHAN ZU WASSERSTOFF

Das durch den Sabatier-Prozess oder die Methanogenese erzeugte Methan kann nach erfolgter Trocknung direkt in das Erdgasnetz eingespeist und für die Strom- und Wärmeversorgung verfügbar gemacht werden. Für die Stromversorgung im Hausbereich könnte man zukünftig auch daran denken, Erdgas lokal durch katalytische Prozesse (AR: Autothermes Reforming, WGS: Wassergas-Shift-Reaktion, PrOx: Präferentielle Oxidation) wieder in Wasserstoff umzuwandeln. Bei optimaler Prozessführung erhält man ein Gas, das nur geringe Spuren von Kohlenmonoxid enthält und direkt zum Betrieb einer PEM-Brennstoffzelle genutzt werden kann, mit der sich dezentral Strom erzeugen ließe. Der PrOx-Reaktor enthält allerdings eine recht große Katalysatormasse und seine Dynamik ist nur schwer zu kontrollieren. Daher arbeiten wir gerade an einem neuen elektrochemischen Membranreaktor zur präferentiellen Oxidation von Kohlenmonoxid (CO). Dieser sogenannte ECPPrOx-Membranreaktor arbeitet nicht, wie bei PrOx-Reaktoren üblich, unter stationären Betriebsbedingungen, sondern bei konstanter äußerer Stromdichte im autonom periodischen Regime. Dabei oszillieren in bestimmten Parameterbereichen sowohl die Zellspannung als auch die Bedeckung der Katalysatoroberfläche mit CO . Auf diese Weise kann im zeitlichen Mittel eine bessere Reaktorleistung als unter stationären Bedingungen erreicht werden. Jüngste Untersuchungen am Magdeburger MPI haben aufregende Ergebnisse über die Bildung raum-zeitlicher Muster im

ECPrOx-Reaktor hervorgebracht. Synchrone Oszillationen des Gesamtreaktors können bei starker lokaler Migrationskopplung in ein chaotisches Verhalten übergehen. Gegenwärtig untersuchen wir, ob man dieses chaotische Betriebsregime zur CO-Gasreinigung unter technisch relevanten Bedingungen gezielt nutzen kann.



MAN DARF DEN BLICK NICHT ZU FRÜH AUF WENIGE HANDLUNGSOPTIONEN VERENGEN, SONDERN MUSS ALLE OPTIONEN DER ENERGIEWANDLUNG, DIE CHEMIE, PHYSIK UND BIOLOGIE ZU BIETEN HABEN, SYSTEMATISCH ERFORSCHEN UND SORGFÄLTIG BEWERTEN.

SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Gestaltung eines effizienten, kostengünstigen und allgemein akzeptierten Wandlungssystems für erneuerbare Energien ist eine komplexe Optimierungsaufgabe, bei deren Lösung meteorologische, thermodynamische, materialtechnische, ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Nebenbedingungen zu berücksichtigen sind. Hinzu kommt, dass durch wissenschaftliche und technische Fortschritte während der Systementwicklung neue Wandlungsoptionen hinzukommen werden, welche man kontinuierlich in die Optimierung einbeziehen muss. Hierzu zählen z.B. die gegenwärtig diskutierten Konzepte „Power-to-Fuel“ und „Power-to-Chemistry“, mit denen eine Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung flüssiger Kraftstoffe bzw. chemischer Rohstoffe aus den Grundbausteinen Wasserstoff und Kohlendioxid ermöglicht würde. Auch würde die erfolgreiche großtechnische Realisierung der Kernfusion, welche durch das MPI für Plasmaphysik in Garching und Greifswald vorangetrieben wird, das optimale Design des Gesamtsystems massiv beeinflussen. Man darf also den Blick nicht zu früh auf wenige Handlungsoptionen verengen, sondern muss alle Optionen der Energiewandlung, die Chemie, Physik und Biologie zu bieten haben, systematisch erforschen und sorgfältig bewerten. Mindestens ebenso wichtig ist die begleitende Erforschung der gesellschaftlichen Akzeptanz konkurrierender Systemkonzepte und Technologien. Und schließlich hängt die Lösung dieses Optimierungsproblems stark von der wechselseitigen Kopplung mit den Energiesystemen anderer Länder, insbesondere der europäischen Nachbarn, ab. Denn klar ist: Der Aufbau eines verlässlichen Energieversorgungssystems mit geringen CO₂-Emissionen ist keine rein nationale Aufgabe.

Designing the energy system of the future: a complex optimisation problem

The term “energy transition” (the exit from nuclear and fossil-fuel energy) has become a household word, and not a day goes by that we don’t read or hear something in the press about advances or setbacks on the path towards developing a sustainable energy system. This is the manifestation of a complicated decision-making process, in the course of which a series of difficult questions need to be answered. For example: Which renewable energies should be selected as the main sources for the power supply system of the future? How can we adapt the harvested amounts of volatile wind power, solar power and bioenergy to the actual demand for electricity, heat and fuels? Which energy conversion measures will have a limiting effect? Which conversion chains will be the most efficient? Will the energy transition even find acceptance among the general population given the rising costs for end consumers? An additional question arises from the perspective of the Max Planck Society: What are the obstacles that need to be overcome in the medium and long term, which we can specifically address using basic research?

THE TASK AT HAND

The task that we as a society have set ourselves within the framework of economic policy is staggering: by the year 2050, 80 to 100 % of our energy supplies shall be obtained from alternative sources of energy. In 2013, the actual percentages amounted to approx. 15 % with respect to electricity, 20 % for heat supply and 20 % for fuel supply. Another goal is to cut the use of primary energy sources in half by 2050 by drastically improving their efficiency. While the 2009 German Lead Study clearly revealed that we could principally harvest enough renewable energy to match the 100 % scenario, the target values have in fact set the bar extremely high, which is why reservations as to the feasibility of these objectives, given the economic and socio-political constraints, are not entirely unjustified.

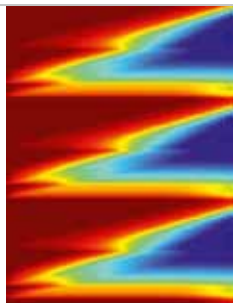
A large number of excellent energy converters already exist today, each of which can carry out specific conversion steps in certain areas of application, the best-known examples being wind turbines, photovoltaic systems, heat pumps, gas turbines, steam turbines, petrol engines, diesel engines and fuel cells. Initially, however, the question is not how to further improve the efficiency of individual converters. Instead, we should be analysing the current and future demand levels that need to be satisfied. At the moment, approx. 25 % of the primary energy we use goes towards generating electricity, 50 % is for generating heat/cold, and a further 25 % is for transportation purposes. Predictions state that this demand structure is likely to remain unchanged in the

future. Fully meeting this demand with alternative energy sources over the long term requires the establishment of an optimum overall system capable of using temporally fluctuating and geographically unevenly distributed sources of renewable energy in such a way as to ensure substantial supply security without any significant limitations in all three areas (electricity, heat, transport) while keeping the costs as low as possible.

NO ENERGY TRANSITION WITHOUT ENERGY STORAGE DEVICES

The total electrical capacity needed in Germany amounts to between 60 and 80 gigawatts (GW). However, the installed power-generating capacities are much greater: 167 GW in the year 2011, 42 % of which was produced by power plants using fossil fuels (bituminous coal, lignite, natural gas), 9 % by nuclear power plants, 32 % by wind power and photovoltaic plants, as well as 17 % using hydroelectric power, biomass and other special generation facilities. For the year 2020, wind power capacities far exceeding 100 GW are predicted. The objective of being able to fully satisfy our power demands using alternative energy is therefore no longer an utopia, it is already visible on the horizon.

BY THE YEAR 2050, 80 TO 100% OF OUR ENERGY SUPPLIES SHALL BE OBTAINED FROM ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY. IN 2013, THE ACTUAL PERCENTAGES AMOUNTED TO APPROX. 15% WITH RESPECT TO ELECTRICITY, 20% FOR HEAT SUPPLY AND 20% FOR FUEL SUPPLY.



Yet full supply security at all times and in all places can only be ensured if a) the power grid is expanded systematically, and b) energy storage devices are integrated into the system. The grid expansion, which is already underway, mainly serves to smooth out production and demand on a geographical level. However, ensuring availability at all times – e.g. overcoming a prolonged absence of wind or sunlight – additionally requires larger energy storage devices. The conventional storage devices currently in use are set to time constants of up to one day, while their volume or mass-related energy storage density is relatively low (pump storage stations: 3.3 kWh/m³; compressed air: 29 kWh/m³; secondary batteries: 30-269 kWh/t). Storing energy for a period of several weeks or months requires higher energy densities,

the likes of which can be achieved using high-energy substances such as hydrogen (530 kWh/m³ at 200 bar storage pressure), natural gas (1,800 kWh/m³ at 200 bar storage pressure) or liquid hydrocarbons (approx. 10,000 kWh/m³). From this perspective, one of the major objectives in the field of energy research is laying the scientific foundations for the development of new technologies for storing electrical energy in chemical substances, which could then potentially be reused as materials.

CONVERTING ELECTRICITY INTO HYDROGEN

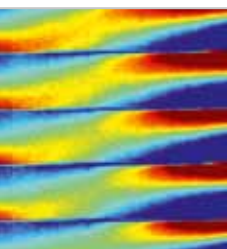
Out of all the chemical energy storage systems mentioned above, the particular advantage of hydrogen is that it can be created rather efficiently from electrical energy by means of electrolysis; the oxygen that is produced at the same time can either be released into the atmosphere without any problems, or it can be utilised for chemical oxidation processes. In addition, the reconversion process produces pure water, provided that mild oxidation conditions were in place. From an energetic point of view, completely reversible electrolysis – which would be the ideal scenario – could lead to 83 % of the supplied energy being stored in the hydrogen. In reality, however, irreversible processes occur within the electrolysis cell, lowering the efficiency to about 60-70 %. At the same time, these irreversible processes are linked to the heating up of the electrolysis cell, which must then be cooled by circulating the reagent water. The losses occurring within the cell, which still need to be significantly reduced, are due to surges resulting from electrochemical reactions at the electrodes, concentration overvoltage resulting from the product gases hydrogen and oxygen being transported from the electrodes to the exit of the cell, as well as ohmic loss resulting from the charge transport in the electrolyte (OH⁻ ions in alkaline electrolysis; H⁺ ions in polymer electrolyte membrane electrolysis (PEM)). The next generation of electrolyzers will require electrolyte membranes with a high ionic conductivity as well as highly active electrocatalysts (preferably base metals) with low voltage losses. Furthermore, it will be necessary to further increase the long-term stability of the membrane electrode sandwich structure by

fully analyzing the micro-processes taking place at the interfaces between materials conducting electrons and those conducting ions, and using this knowledge to develop an optimum material and interface design. These are central issues in the field of material science which will be investigated from 2014 onwards by the newly formed MaxNet Energy, which consists of groups from seven Max Planck Institutes and is coordinated by Robert Schlögl at the MPI for Chemical Energy Conversion.

Another question on the process level regards the ideal pressure conditions for electrolysis. As we have recently shown, the energy demand can be lowered significantly by carrying out PEM electrolysis in an asymmetrical manner, so that the hydrogen produced is compressed to a target pressure level directly inside the cell, while the by-product oxygen is generated at atmospheric conditions. However, preventing the hydrogen from diffusing back into the oxygen compartment requires polymer electrolyte membranes with very low hydrogen permeability. Our simulations also show that the operating pressure should not necessarily be coupled to the supply pressure, but should instead be used as a free variable for minimising the energy demand of the overall process (consisting of asymmetrical electrolysis and multi-stage hydrogen compression). The actual current/voltage characteristics lead to the conclusion that the pressure of the PEM electrolyser should be limited to 15-20 bar. With regard to the energetic recompression, a mechanical method is the most suitable option, i.e. not an electrochemical one. Further optimisable degrees of freedom in the overall system become available when making certain that the system analysis includes the drying, storing and energetic utilisation of the hydrogen that is produced, and possibly also the chemical use of the by-product oxygen.

The simplest way to store electrolytic hydrogen is by feeding it directly into the existing natural gas grid. Pursuant to the technical guidelines applicable in Germany, and in accordance with the state of the art, 2-5 % hydrogen can be fed into the natural gas grid without having to perform any alterations on the gas engines or burner systems. The ideal long-term perspective would be to develop new materials and coatings for the natural gas pipelines transporting the hydrogen. This would require keeping leakages and hydrogen-related embrittlement down to a minimum.

In the coming years, new salt caverns are due to be installed and tested for storing hydrogen on a large scale. This plan was developed by HYPOS (2014–2019), a joint project initiated by the German Federal Ministry of Education and Re-



STORING ENERGY FOR A PERIOD OF SEVERAL WEEKS OR MONTHS REQUIRES HIGHER ENERGY DENSITIES, THE LIKES OF WHICH CAN BE ACHIEVED USING HIGH-ENERGY SUBSTANCES ...

search (BMBF) with more than 50 partners, including the MPI for Dynamics of Complex Technical Systems and the Fritz Haber Institute. Each cavern can store a working gas volume of 50 million m³. The gas is fed into the caverns using multi-stage compressors, whereby current knowledge indicates that a maximum pressure of 200 bar should not be exceeded, because it is already possible to safely store large amounts of natural gas underground at this level of pressure. When extracting the hydrogen, the lowest pressure level is restricted to approx. 60 bar to limit the variations of stress occurring inside the cavern, among other reasons. The active volume of German natural gas storage systems currently amounts to approx. 7.8 billion m³. These storage systems ensure supply security for several months and help satisfy peaks in electricity demand by means of gas-fired power plants that take little time to start up. The stored hydrogen could be reconverted using gas turbines. First, however, burner systems and materials suitable for operation involving pure hydrogen still need to be developed for these gas turbines.

CONVERTING HYDROGEN INTO ELECTRICITY

Storing hydrogen (H₂) above ground is of particular interest for fuel cell vehicles (50-100 kW). The hydrogen could be generated in small electrolysis units located directly at the petrol stations and stored on board the vehicles at approx. 750 bar. This would afford fuel cell vehicles a significantly better mileage than battery-powered cars which, from a present-day perspective, are mainly suitable for urban and peri-urban settings. Yet a significant amount of research remains to be done for the fuel cell vehicle with regard to on-board H₂ storage systems that are affordable and remain stable in the long term, as well as regarding affordable catalysts and membrane materials inside the fuel cell itself.

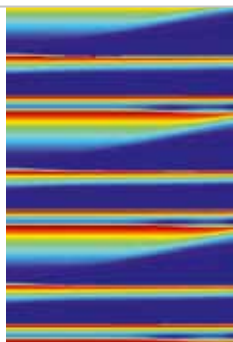
Another issue that has not yet been satisfactorily addressed is being able to precisely control the water content of PEM fuel cells. In the course of our research at the Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems based in Magdeburg, we were able to show that in the case of self-humidification, an ignition and extinction behaviour occurs in the fuel cell due to the fact that the water produced in the cell increases the ionic conductivity of the polymer electrolyte membrane, which in turn accelerates the electrochemical formation of water. If too much water is produced, however, the gas pores of the fuel cell's cathode become clogged, blocking the transport of oxygen, the reactant from which water is generated electrochemically. In order to achieve stationary operating conditions, the gas-liquid transport in the oxygen electrode's pore system must therefore

be perfectly adapted for the electrochemical oxidation of the hydrogen. The task for basic research at this point is to develop microporous materials with customised wetting and transport properties – such as polymer-carbon composites, for example. With regard to the platinum catalysts used in the PEM fuel cells, the objective is to identify affordable and electrochemically stable alternatives that use base metal components. In this area of research, the groups headed by Markus Antonietti at the MPI of Colloids and Interfaces, Klaus Müllen at the MPI for Polymer Research, Ferdi Schüth at the MPI für Kohlenforschung and Robert Schlögl at the Fritz Haber Institute, in particular, have made innovative contributions within the framework of the Max Planck Society's ENERCHEM project.

DESIGNING AN EFFICIENT, AFFORDABLE AND WIDELY ACCEPTED CONVERTER SYSTEM FOR RENEWABLE ENERGY IS A COMPLEX OPTIMISATION TASK THAT CAN ONLY BE SOLVED BY TAKING INTO ACCOUNT A RANGE OF AUXILIARY CONDITIONS FROM THE FIELDS OF METEOROLOGY, THERMODYNAMICS, MATERIAL TECHNOLOGY, ECONOMICS, ECOLOGY AND SOCIETY.

CONVERTING HYDROGEN INTO METHANE

Using methane allows for a volumetric density (1,800 kWh/m³ at 200 bar) that is about three times greater than when using hydrogen (530 kWh/m³ at 200 bar). This means a significantly smaller storage volume is needed for the same amount of energy. Furthermore, Germany boasts a complete infrastructure for distributing, storing and using natural gas to generate electricity and heat. And although they are not yet in widespread use, vehicles powered by natural gas are also already available. Against this backdrop, it makes sense to think about converting the electrolytic hydrogen into methane ("synthetic natural gas"). This is precisely what the Sabatier reaction does by converting hydrogen and carbon dioxide into methane and water around nickel catalysts at a pressure of 6-20 bar and a temperature of 270-450 °C. Depending on the process conditions in place, the energetic energy conversion efficiency reaches between 75 and 82 %. The conversion of hydrogen into methane therefore entails an additional, thermodynamically unavoidable loss of the stored exergy (i.e. the technically usable portion of the energy). Yet our computer simulations have shown that these losses can be reduced to a minimum by designing the temperature control along the methanation



reactor such that the by-product water is condensed and discharged at specified locations. This strategy would make it possible to achieve almost complete hydrogen conversion using a minimum amount of catalysts, as well as to prevent carbon monoxide from being created as an unwanted by-product.

A particularly suitable source of the carbon required for the Sabatier process is biogas, because about half of it consists of carbon dioxide, which can be separated using the absorption and/or membrane methods. Instead of separating carbon dioxide from biogas plants and feeding it into the Sabatier process, another possibility would be to dose the hydrogen created via electrolysis into a biogas fermenter in several stages. The bacteria present in the fermenter, which are capable of generating methane, use the hydrogen that is fed in and convert it into methane, while also using up the carbon dioxide formed in the reactor. In the extreme case of complete CO₂ conversion, this technique can be applied to create a type of biogas that – apart from traces of other components – almost only contains humid methane. This has been confirmed by our simulations carried out using the internationally accepted ADM1 model. Furthermore, a series of different experiments have proven that biocatalytic methanation is not only microbiologically feasible, but also suitable for technical applications. Rolf Thauer at the MPI for Terrestrial Microbiology has made some significant contributions in this field of research. Yet in order to design even better reactor systems for the anaerobic fermentation of biomass coupled with the methanation of electrolytic hydrogen, it is imperative to develop predictive mathematical process models capable of adequately describing the heterogeneity and dynamics of mixed bacteria populations. We consider this to be a central task of basic research that can only be addressed through the close cooperation of microbiology and process systems engineering.

CONVERTING METHANE INTO HYDROGEN

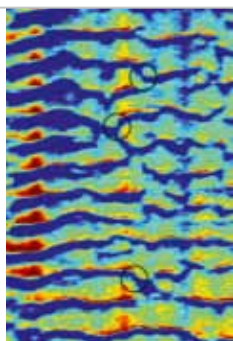
Once it is dried, the methane produced via the Sabatier reaction or via methanogenesis can be fed directly into the natural gas grid and thus be made available for power and heat supply. With regard to supplying electricity to households, it would make sense to also consider locally reconverting natural gas into hydrogen by means of catalytic processes (AR: autothermal reforming, WGS: water-gas shift reaction, PrOx: preferential oxidation). If optimum process conditions are in place, this method results in a gas that contains only trace amounts of carbon monoxide and can be used directly to operate a PEM fuel cell, with which distributed power could be generated. However, the PrOx reactor contains a relatively large catalyst

mass and it is difficult to control. That is why we are currently working on a new electrochemical membrane reactor for the preferential oxidation of carbon monoxide (CO). Unlike conventional PrOx reactors, this ECPrOx membrane reactor, as it is known, runs not under stationary operating conditions, but at a constant external current density in the autonomous periodic regime. In this case, both the cell voltage and the CO-coated surface of the catalyst oscillate within a certain parameter range. On a temporal average, this allows for a better reactor performance than when carried out under stationary conditions. Recent studies conducted at the MPI in Magdeburg have yielded exciting results with regard to the formation of space-time patterns in the ECPrOx reactor. If the local migration coupling is strong, the entire reactor can exhibit a chaotic behaviour. We are currently investigating whether such a chaotic operational regime can be utilised in a targeted manner for CO gas cleaning under technically relevant conditions.

CONCLUDING REMARKS

Designing an efficient, affordable and widely accepted converter system for renewable energy is a complex optimisation task that can only be solved by taking into account a range of auxiliary conditions from the fields of meteorology, thermodynamics, material technology, economics, ecology and society. Furthermore, scientific and technological advances made in the process of developing the system will result in new conversion options becoming available, which must be continually integrated into the optimisation process. These new options include the currently debated “power-to-fuel” and “power-to-chemistry” concepts, for example, which would make it possible to use renewable energy to produce liquid fuels or chemical raw materials from two basic components: hydrogen and carbon dioxide. The successful large-scale realisation of nuclear fusion, which is being advanced by the MPI for Plasma Physics in Garching and Greifswald, would also have a major influence on the optimum design of the overall system. It is therefore essential that we do not restrict ourselves to a small number of courses of action early on, but instead systematically study and carefully evaluate all the energy conversion options that the fields of chemistry, physics and biology have to offer. It is equally important to analyse the general public’s acceptance of competing system concepts and technologies. And finally, solving this optimisation problem strongly depends on the reciprocal coupling with the energy systems of other countries, especially those of neighbouring countries in Europe. Because one thing is certain: setting up a reliable energy supply system with low CO₂ emission levels is by no means a purely national matter.

IT IS THEREFORE ESSENTIAL THAT WE DO NOT RESTRICT OURSELVES TO A SMALL NUMBER OF COURSES OF ACTION EARLY ON, BUT INSTEAD SYSTEMATICALLY STUDY AND CAREFULLY EVALUATE ALL THE ENERGY CONVERSION OPTIONS THAT THE FIELDS OF CHEMISTRY, PHYSICS AND BIOLOGY HAVE TO OFFER.



03

Kapitel | Chapter





Kooperationsprogramme Cooperation Programs

Seite 46
Partnergruppen

Page 46
Partner Groups

Seite 50
Max Planck Center
und Partnerinstitute

Page 50
Max Planck Centers
and Partner Institutes

Seite 53
Max Planck Fellows

Page 53
Max Planck Fellows

Seite 54
Kooperationen mit der
Fraunhofer-Gesellschaft

Page 54
Cooperation with
Fraunhofer-Gesellschaft

Seite 56
Tandemprojekte

Page 56
Tandem Projects

Seite 57
Institutsübergreifende
Forschungsinitiativen und
Max-Planck-Netzwerke

Page 57
Cross-Institutional
Research Initiatives and
Max Planck Research Networks

INTERNATIONAL | INTERNATIONAL

Partnergruppen

Partner Groups



Partnergruppen sind ein Instrument zur gemeinsamen Förderung von Nachwuchswissenschaftlern mit 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/ihrer Herkunftslandes zurückkehrt und an einem Forschungsthema weiter forscht, welches auch im Interesse des vorher gastgebenden Max-Planck-Instituts steht. Stand: 31. Dezember 2013

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. As of 31st December 2013

INSTITUT | INSTITUTE

PARTNERGRUPPE | PARTNERGROUP

ARGENTINIEN | ARGENTINA

MPI für biophysikalische Chemie
Prof. Dr. Stefan Hell

Universidad de Buenos Aires
Dr. Fernando Stefani

MPI für biophysikalische Chemie
Prof. Dr. Stefan Hell

Universidad de Buenos Aires
Dr. Mariano Bossi

MPI für Polymerforschung
Prof. Dr. Kurt Kremer

**Instituto de Investigaciones Físicoquímicas
Teóricas y Aplicadas, La Plata**
Dr. Omar Azzaroni

BRASILIEN | BRAZIL

MPI für Gravitationsphysik
Prof. Dr. Bernard Schutz

Universidade Federal do ABC, Santo André
Prof. Dr. Cecilia Chirenti

MPI für molekulare Pflanzenphysiologie
Prof. Dr. Lothar Willmitzer

Federal University of Viçosa
Dr. Adriano Nunes-Nesi

MPI für molekulare Pflanzenphysiologie
Prof. Dr. Lothar Willmitzer

Federal University of Viçosa
Dr. Araújo L. Wagner



INSTITUT | **INSTITUTE**

PARTNERGRUPPE | **PARTNERGROUP**

CHINA | CHINA

MPI für evolutionäre Anthropologie Prof. Dr. Stoneking	CAS-MPG Partner Institute for Computational Biology (PICB), Shanghai Dr. Tang Kun
MPI für Astronomie Hans-Walter Rix	Purple Mountain Observatory, Nanjing Prof. Kang Xi
MPI für Astrophysik Prof. Dr. G. Kauffmann / Prof. Dr. White	Shanghai Astronomical Observatory, CAS, Shanghai Dr. Li Cheng, Shanghai
MPI für Astrophysik Prof. Dr. Simon White	National Astronomical Observatory, Beijing Prof. Gao Liang
MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme Prof. Dr. Kai Sundmacher	Key State Lab for Chemical Engineering, East China University of Sciences and Technology (ECUST) Prof. Qi Zhiwen
MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung Prof. Dr. Markus Antonietti	Zhejiang University, Hangzhou Prof. Wang Yong
MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung Prof. Dr. Reinhard Lipowsky	State Key Laboratory of Polymer Physics and Chemistry, Changchun Institute of Applied Chemistry Dr. LIU Yonggang
MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung Prof. Dr. Peter Seeberger	Jiangnan University Dr. YIN Jian
MPI für chemische Ökologie Prof. Ian Baldwin	Institute of Botany, CAS, Kunming Dr. WU Jianqiang
MPI für Chemische Physik fester Stoffe Prof. Dr. Frank Steglich	Zhejiang University, Hangzhou Prof. Yuan Huiqiu
MPI für Polymerforschung Prof. Dr. Hans-Jürgen Butt	Shanghai Institute for Applied Physics, CAS Prof. Zhang Yi
MPI für Polymerforschung Prof. Dr. Klaus Müllen	National Center for Nanoscience and Technology, NCNST, Beijing Prof. Zhi Linjie

INSTITUT | INSTITUTE

PARTNERGRUPPE | PARTNERGROUP

INDIEN | INDIA

MPI für evolutionäre Anthropologie

Prof. Dr. Svante Pääbo

Centre for DNA Fingerprinting & Diagnostics, Hyderabad

Dr. Madhusan Reddy N.

MPI für Biochemie

Prof. Dr. Stefan Jentsch

Indian Institute of Science, Education & Research, Dept. of Biological Sciences, Mohali

Dr. Shravan Kumar Mishra

MPI für Chemie

Prof. Jos Lelieveld

Indian Institute of Science, Education & Research, Chandigarh

Dr. Vinayak Sinha

MPI für Chemie

Prof. Dr. Ulrich Pöschl

Indian Institute of Technology Madras, Chennai

Dr. Sachin Gunthe

MPI für Gravitationsphysik

Prof. Dr. Hermann Nicolai

Indian Institute of Science, Education and Research, Pune

Dr. Sudarshan Ananth

MPI für Gravitationsphysik

Prof. Dr. Hermann Nicolai

Indian Institute of Science, Education & Research, Trivandrum

Dr. S. Shankaranarayanan

MPI für Gravitationsphysik

Prof. Dr. Bernard Schutz

Indian Institute of Science Education & Research, Trivandrum

Dr. Archana Pai

MPI für Informatik

Prof. Dr. Gerhard Weikum

Indraprastha Institute of Information Technology, New Delhi

Dr. Srikanta Bedathur

MPI für Kohlenforschung

Prof. Dr. Benjamin List

Indian Institute of Technology Guhawati, Dept. of Chemistry, North Guhawati, Assam

Prof. Subhas Chandra Pan

MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung

Prof. Dr. Peter Seeberger

Indian Institute of Science Education & Research, Pune

Dr. Kikkeri Raghavendra

MPI für Mikrostrukturphysik

Prof. Dr. Jürgen Kirschner

Indian Institute of Science, Dept. of Physics, Bangalore

Dr. Anil Kumar

MPI für chemische Ökologie

Prof. Ian Baldwin

Indian Institute of Science Education & Research, Kolkata

Dr. Shree Pandey

MPI für Physik komplexer Systeme

Prof. Dr. Frank Jülicher

Saha Institute of Nuclear Physics, Kolkata

Dr. Abhik Basu

MPI für Polymerforschung

Prof. Dr. Klaus Müllen

University of Hyderabad, School of Chemistry

Dr. Rajadurai Chandrasekar

MPI für Polymerforschung

Prof. Dr. Klaus Müllen

Indian Institute of Technology, Guwahati

Dr. K. Iyer Parameswar

Kunsthistorisches Institut in Florenz – Max-Planck-Institut

Prof. Dr. Gerhard Wolf

Jawaharlal Nehru University, New Delhi

Dr. Kavita Singh

MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik

Prof. Dr. Marino Zerial

Indian Institute of Science Education & Research, Bhopal

Dr. Sunando Datta

INSTITUT | INSTITUTE**PARTNERGRUPPE | PARTNERGROUP****KOREA | KOREA**

MPI für molekulare Biomedizin
Prof. Dr. Hans Schöler

Ulsan National Institute of Science and Technology, Ulsan
Prof. Dr. Jeong Beom Kim

KROATIEN | CROATIA

MPI für ausländisches und internationales Strafrecht
Prof. Dr. Hans-Jörg Albrecht

The Faculty of Law, University of Zagreb
Dr. jur. Anna-Maria Getoš

OSTEUROPA | EASTERN EUROPE

MPI für Chemische Physik fester Stoffe
Prof. Juri Grin / Prof. Dr. Liu Hao Tjeng

Faculty of Chemistry, Moscow State University, Russia
Dr. Anastasia Alekseeva

TÜRKEI | TURKEY

MPI für Kernphysik
Prof. Dr. Klaus Blaum

University of Istanbul
Dr. Rabia Burcu Cakirli

MPI für Polymerforschung
Prof. Dr. Klaus Müllen

TOBB University of Economics and Technology
Prof. Dr. Hatice Duran

VIETNAM | VIETNAM

MPI für die Physik des Lichts
Prof. Philip Russel

Le Quy Don Technical University, Hanoi
Dr. Truong Xuan Tran

Max Planck Center und Partnerinstitute

Max Planck Centers and Partner Institutes

Mit den Max Planck Centern hat die Max-Planck-Gesellschaft ihr Instrumentarium internationaler Zusammenarbeit entscheidend erweitert. Durch die Max Planck Center erhalten die Wissenschaftskooperationen mit erstklassigen ausländischen Partnern in zukunftsweisenden Forschungsgebieten eine neue Qualität. Im Rahmen wissenschaftlicher Kooperationsprogramme werden Plattformen geschaffen, auf denen die beteiligten Max-Planck-Institute und ihre internationalen Partner ihre jeweiligen Kenntnisse, Erfahrungen und Expertisen zusammenbringen und durch die Kombination von komplementären Methoden und Wissen einen wissenschaftlichen Mehrwert schaffen. Es wird erwartet, dass die Max Planck Center den Austausch von PostDocs stimulieren, gemeinsame Workshops sowie Aus- und Fortbildungsmaßnahmen, z.B. im Rahmen von IMPRS, durchführen, weitere Wissenschaftler aus anderen Einrichtungen als assoziierte Partner hinzuziehen, die gemeinsame Nutzung von Forschungsinfrastruktur fördern, gemeinsam Förderanträge bei Drittmittelgebern für die Projektzusammenarbeit stellen und gegenseitigen Zugang zu ihren Forschungseinrichtungen und Geräten gewähren. Auch erste Schritte hin zu einer stärkeren institutionalisierten Zusammenarbeit durch die Einrichtung von Nachwuchs- oder Partnergruppen sind möglich. Center werden aus der institutionellen Förderung jedes Partners oder aus Mitteln der jeweiligen nationalen Projektförderung finanziert und besitzen keine eigene Rechtsfähigkeit.

Die Kooperationen der Center gehen deutlich über bilaterale Partnerschaften hinaus: Größere internationale Forschungsprojekte erhöhen die Sichtbarkeit und Attraktivität. Aktuell (April 2014) existieren **14 Max Planck Center** weltweit:

- **Indo Max Planck Center for Computer Science** des MPI für Informatik und für Softwaresysteme mit dem Indian Institute of Technology (Neu Delhi, Indien)
- **Max Planck Center on Attosecond Science** des MPI für Quantenoptik mit der Pohang University of Science and Technology (POSTECH) (Pohang, Südkorea)
- **Max Planck UBC Centre for Quantum Materials** der MPI für Festkörperforschung und für chemische Physik fester Stoffe und der University of British Columbia (Vancouver, Kanada)
- **Max Planck RIKEN ASI Joint Center for Systems Chemical Biology** der MPI für molekulare Physiologie und für Kolloid- und Grenzflächenforschung mit dem RIKEN-ASI (Tokyo, Japan)
- **Max Planck/Princeton Center for Plasma Physics** der MPI für Plasmaphysik und für Sonnensystemforschung sowie der Princeton University (New Jersey, USA)
- **Max Planck–Weizmann Center for Integrative Anthropology and Archaeology** des MPI für evolutionäre Anthropologie mit dem Weizmann Institut, (Rehovot, Israel)
- **Max Planck–NCBS-Center on Lipid Research** der MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik, für Infektionsbiologie und für Kolloid- und Grenzflächenforschung mit dem National Centre of Biological Sciences (NCBS) (Bangalore, Indien)



- **Max Planck-Sciences Po Center on Instability in Market Societies** des MPI für Gesellschaftsforschung mit dem Institut d'Études Politiques de Paris (Paris, Frankreich)
- **Max Planck POSTECH Center for Complex Phase Materials** des MPI für Physik komplexer Systeme mit POSTECH, Pohang, Korea
- **Max Planck-EPFL Center for Molecular Nanoscience and Technology** der MPI für Festkörperforschung, für Intelligente Systeme, des FHI und des MPI für biophysikalische Chemie mit der École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne
- **Max Planck-Hebrew University Center for Sensory Processing of the Brain in Action** des MPI für Neurobiologie mit der Hebrew University Jerusalem, Israel
- **Max Planck Odense Center on the Biodemography of Aging** des MPI für demografische Forschung mit der University of Southern Denmark
- **Max Planck – The University of Tokyo Center of Integrative Inflammology**, MPI für Immunbiologie und Epigenetik gemeinsam mit der Universität Tokyo (Tokyo, Japan) (Beginn 1. Januar 2014)
- **Max Planck UCL Center for Computational Psychiatry**, MPI für Bildungsforschung gemeinsam mit dem University College London (London, Großbritannien), Eröffnung im April 2014

Weitere Center sind in Planung.

PARTNERINSTITUTE DER MPG

Vorläufer der Max Planck Center sind die beiden internationalen Partnerinstitute der MPG, das MPG-CAS Partner Institute for Computational Biology in Shanghai und das Biomedicine Research Institute of Buenos Aires – CONICET-Partner Institute of the Max Planck Society in Buenos Aires. Diese Institute wurden in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft auf zukunftssträchtigen Wissenschaftsgebieten eingerichtet und bieten eine Basis für erfolgreiche wissenschaftliche Kooperationsvorhaben. Darüber hinaus streben die ausländischen Partnerorganisationen, bei denen die vollständige institutionelle Verantwortung für die Partnerinstitute liegt, eine Annäherung an Strukturprinzipien von Max-Planck-Instituten an. Weitere Partnerinstitute sind nicht geplant.

The Max Planck Centers constitute a substantial reinforcement of the international cooperation efforts of the Max Planck Society. The Max Planck Centers will bring the quality of scientific cooperation projects with first-class international partners in pioneering areas of research to a completely new level. They form platforms within the scientific cooperation programmes, where the participating Max Planck Institutes and their international partners can bundle their knowledge, experience and expertise and combine complementary methods and know-how to create added scientific value. The Max Planck Centers are expected to stimulate the exchange of postdocs, organise common workshops and training activities, e.g. within the framework of an IMPRS, attract scientists from other disciplines as associated partners, promote the joint use of research infrastructure, apply for third-party funding for project cooperation and ensure mutual access to the respective research facilities and equipment. The establishment of junior research groups or partner groups as a first step towards intensifying institutionalised cooperation is another possibility. The Centers will be financed with institutional funds from each partner, or with national project funding. They will not have any legal capacity in their own right.

The cooperation of the Centers will go far beyond bilateral partnerships: larger international research projects enjoy more visibility and are more attractive. Currently (April 2014), there are 14 Max Planck Centers worldwide:

- **Indo-German Max Planck Center for Computer Science** of the MPI for Informatics and Software Systems, together with the Indian Institute of Technology (New Delhi, India)
- **Max Planck Center on Attosecond Science** of the MPI of Quantum Optics together with Pohang University of Science and Technology (POSTECH) (Pohang, South Korea)
- **Max Planck UBC Centre for Quantum Materials** of the MPI of Solid State Research and the MPI for the Chemical Physics of Solids and the University of British Columbia (Vancouver, Canada)
- **Max Planck RIKEN ASI Joint Center for Systems Chemical Biology** of the MPI of Molecular Physiology and of Colloids and Interfaces, together with Riken-ASI (Tokyo, Japan)
- **Max Planck/Princeton Center for Plasma Physics** of the MPI for Plasma Physics and for Solar Systems Research, and Princeton University (New Jersey, US)
- **Max Planck–Weizmann Center for Anthropology and Archaeology** of the MPI for Evolutionary Anthropology, together with the Weizmann Institute, (Rehovot, Israel)

- **Max Planck – NCBS Center on Lipid Research** of the MPIs for Molecular Cell Biology and Genetics, for Infection Biology and of Colloids and Interfaces, together with the National Centre of Biological Sciences (NCBS) (Bangalore, India)
- **Max Planck-Sciences Po Center on Instability in Market Societies** of the MPI for the Study of Societies, together with the Institut d'Études Politiques de Paris (Paris, France)
- **Max Planck POSTECH Center for Complex Phase Materials** of the MPI for the Physics of Complex Systems, together with POSTECH, Pohang, Korea
- **Max Planck-EPFL Center for Molecular Nanoscience and Technology** of the MPI for Solid State Research, the MPI for Intelligent Systems, the Fritz Haber Institute and the MPI for Biophysical Chemistry together with the École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne
- **Max Planck-Hebrew University Center for Sensory Processing of the Brain in Action** of the MPI of Neurobiology together with the Hebrew University Jerusalem, Israel
- **Max Planck Odense Center on the Biodemography of Aging** of the MPI for Demographic Research together with the University of Southern Denmark
- **Max Planck – The University of Tokyo Center of Integrative Inflammation**, MPI for Immunobiology and Epigenetics together with the University of Tokyo (since January 2014)
- **Max Planck UCL Center for Computational Psychiatry**, MPI for Human Development, together with the University College London (London, United Kingdom), since April 2014

More Centers are being planned.

PARTNER INSTITUTES OF THE MPG

The forerunners of the Max Planck Centers are the MPG's two international Partner Institutes, the MPG-CAS Partner Institute for Computational Biology in Shanghai and the Biomedicine Research Institute of Buenos Aires – CONICET Partner Institute of the Max Planck Society located in Buenos Aires. These Institutes were founded in collaboration with the Max Planck Society for the purpose of conducting scientific research in future-oriented fields, and serve as the foundation for successful joint science projects. Furthermore, the foreign partner organisations, which carry the full institutional responsibility for the Partner Institutes, aim to model their structural principles, more closely on those of Max Planck Institutes. Further Partner Institutes are currently not planned.

Max Planck Fellows

Max Planck Fellows

Das Max Planck Fellow-Programm fördert die Zusammenarbeit von herausragenden Hochschullehrerinnen und -lehrern mit Wissenschaftlern der Max-Planck-Gesellschaft. Die Bestellung von Hochschullehrerinnen und -lehrern zu Max Planck Fellows ist auf fünf Jahre befristet und zugleich mit der Leitung einer kleinen Arbeitsgruppe an einem Max-Planck-Institut verbunden. Seit 2009 besteht die Möglichkeit, die Förderdauer eines Max-Planck Fellows auf Antrag des Instituts einmalig zu verlängern. Herausragende Wissenschaftler (W 3) von Universitäten nahe der Ruhestandsgrenze können im Rahmen des Programms ebenfalls zu Max Planck Fellows bestellt werden („Senior Fellows“) und ihre Forschung nach der Emeritierung bzw. Pensionierung an einem Max-Planck-Institut für einen Zeitraum von drei Jahren fortsetzen. Auch hier besteht die Option auf eine einmalige Verlängerung. Insgesamt 40 Fellows sind an den Max-Planck-Instituten aktiv. Stand: Ende 2013

The Max Planck Fellow Programme promotes cooperation between outstanding university professors and Max Planck Society researchers. The appointment of university professors as Max Planck Fellows is limited to a five-year period and also entails the supervision of a small working group at a Max Planck institute. Institutes have been able to apply for an extension to the funding period for Max Planck Fellows on a one-off basis since 2009. Outstanding university professors (W 3) nearing retirement can also be appointed as Senior Fellows as part of the programme and can continue their research at a Max Planck institute for a period of three years after obtaining professor emeritus status or entering retirement. The option of a one-off extension also exists here. 40 Fellows in total are active at the Max Planck Institutes. As of December 2013

Im Jahr 2013 wurden als Fellows neu berufen:

The following Fellows were newly appointed in 2013:

MAX PLANCK FELLOW MAX PLANCK FELLOW	UNIVERSITÄT UNIVERSITY	MAX-PLANCK-INSTITUT / ASSOZIIERTE EINRICHTUNG MAX-PLANCK-INSTITUT / ASSOZIIERTE EINRICHTUNG
Michael Famulok	Universität Bonn University of Bonn	Forschungszentrum CAESAR Caesar research center
Michael Grätzel	EPFL Lausanne EPFL Lausanne	Festkörperforschung Solid State Research
Jonathan Howard	Universität zu Köln University of Cologne	Pflanzenzüchtungsforschung Plant Breeding Research
Wolfgang Lück	Universität Bonn University of Bonn	Mathematik Mathematics
Burkhard Schnepel	MLU Halle-Wittenberg MLU of Halle-Wittenberg	Ethnologische Forschung Social Anthropology
Elly M. Tanaka	TU Dresden TU Dresden	Molekulare Zellbiologie und Genetik Molecular Cell Biology and Genetics
Christian Wirth	Universität Leipzig University of Leipzig	Biogeochemie Biogeochemistry

Kooperationen mit der Fraunhofer-Gesellschaft

Cooperation with Fraunhofer-Gesellschaft



Die Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft ist auf Grund ihrer Ausrichtung auf angewandte Forschung von besonderem Interesse. Im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation haben die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft ihre Kooperationen gezielt in fachlichen und übergreifenden Bereichen fortgeführt und vertieft. Seit 2005 sind an der Schnittstelle zwischen angewandter Forschung und Grundlagenforschung zahlreiche Projekte identifiziert und in die Förderung aufgenommen worden. Sie stammen aus den Bereichen Informatik, Materialwissenschaften, Nanotechnologie und Biotechnologie sowie der Regenerativen Energien und der Photonik. 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. Im Jahr 2013 haben zwei neue Projekte, die 2012 bewilligt wurden, ihre Arbeit aufgenommen.

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 2005 in order to identify and support collaboration opportunities at the interface of application oriented research and basic research. This includes meanwhile the fields of computer science, materials science/nanotechnology and biotechnology, as well as the area of regenerative energies and photonics. 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. In 2013 two new projects, which were approved in 2012, started with the operation.

Weiterhin wurden im Jahr 2013 auf der Grundlage einer weiteren Auswahlrunde drei neue MPG-FhG-Kooperationen bewilligt, die ihre Arbeit 2014 aufnehmen werden.

Furthermore based on a new selection round in 2013, three new cooperations between MPS and FhG were approved, which will take up their activities in 2014.

PROJEKTTITEL ANTRAGSTELLER	PROJECT TITLE APPLICANT
Initiale Werkstoffschädigung an Hochpräzisionswerkzeugen: InitialWear Laufzeit: 2014 – 2016 Antragsteller: MPI für Eisenforschung, Düsseldorf FhG-Partner: FhI für Produktionstechnologie (IPT), Aachen	Early detection of material wear in high-precision machine tools – Initial Wear Duration: 2014 – 2016 Applicant: MPI for Iron Research, Düsseldorf Partner: Fraunhofer Institute for Production Technology (IPT), Aachen
Neue magnetische Materialien ohne Seltene Erden: HEUSLER Laufzeit: 2014 – 2016 Antragsteller: MPI für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden; MPI für Mikrostrukturphysik, Halle FhG-Partner: FhI für Werkstoffmechanik (IWM-H), Halle und Freiburg	New Magnetic Materials without Rare Earths: HEUSLER Duration: 2014 – 2016 Applicant: MPI for the Chemical Physics of Solids, Dresden MPI for Microstructure Physics, Halle/Saale Partner: Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials (IWM-H), Halle und Freiburg
Megahertz Attosekundenpulse zur ultraschnellen Photoelektronenmikroskopie und –spektroskopie: MEGAS Laufzeit: 2014 – 2016 Antragsteller: MPI für Quantenoptik, Garching FhG-Partner: FhI für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF), Jena; FhI für Lasertechnik (ILT), Aachen	Attosecond pulses at megahertz repetition rates for ultra-high-speed photoelectron microscopy and spectrometry – MEGAS Duration: 2014 – 2016 Applicant: MPI of Quantum Optics, Garching Partners: Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering (IOF), Jena, Fraunhofer Institute for Laser Technology (ILT), Aachen

Tandemprojekte

Tandem Projects

Durch sogenannte Tandemprojekte will die Max-Planck-Gesellschaft einen Beitrag zum besseren Transfer biomedizinischen Grundlagenwissens in die klinische Praxis leisten. Mit zusätzlichen Mitteln soll die Zusammenarbeit zwischen Grundlagenforschern aus Max-Planck-Instituten und wissenschaftlich ausgewiesenen externen Klinikern im Bereich der patientenorientierten Forschung gefördert werden. Im Jahr 2013 existierten folgende Tandemprojekte:

With the "tandem projects" the Max Planck Society is making a contribution to the better transfer of basic biomedical knowledge into clinical practice. Additional funding is provided to encourage cooperation on patient-oriented research between basic researchers from the Max Planck Institutes and scientifically qualified external clinics. There were three such tandem projects in the year 2013:

TANDEMPROJEKTE DES JAHRES 2013

**Molekulare Reaktionen bei der Leberregeneration:
ein Brückenschlag zwischen molekularer Dynamik und
dem kollektiven Verhalten von Zellen**

Laufzeit: 2011 – 2014

MPI für molekulare Physiologie (Dortmund) /
Medizinische Klinik der Heinrich-Heine-Universität (Düsseldorf)

ONGOING PROJECTS IN THE YEAR 2013

**Molecular Activities in Liver Regeneration:
bridging the scales between molecular dynamics and
collective cell behaviour**

Duration: 2011 – 2014

MPI for molecular Physiology (Dortmund) /
Medical Clinic of the Heinrich Heine University (Düsseldorf)

Rolle von Fibronectin für die Knochenfunktion

Laufzeit: bis 2014, im Jahr 2009 verlängert

MPI für Biochemie (Martinsried) /
Uniklinik Heidelberg

Role of Fibronectin in Bone Function

Duration: until 2014, extended in 2009

MPI of Biochemistry (Martinsried) /
University Clinic Heidelberg

Zell-Zell- und Zell-Matrix-Interaktionen in der Haut

Laufzeit: 2007 – 2013

MPI für Biochemie (Martinsried) /
Universität zu Köln, Abt. Dermatologie

**Rap1-mediated cross-regulation of cell-cell
and cell-matrix interactions in skin**

Duration: 2007 – 2013

MPI for Biochemistry / University of Cologne,
Department for Dermatology

Im Jahr 2013 wurde kein neues Tandemprojekt beantragt.

No new tandem projects were applied for in 2013.

Institutsübergreifende Forschungsinitiativen und Max-Planck-Netzwerke

Cross-Institutional Research Initiatives and Max Planck Research Networks

Die Institutsübergreifenden Forschungsinitiativen und die Max-Planck-Netzwerke unterstützen in der 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. 2012 wurde von der Leitung der Max-Planck-Gesellschaft beschlossen, das Programm der Institutsübergreifenden Forschungsinitiativen, das 1999 begonnen worden war, nicht mehr in der bisherigen Form fortzusetzen. Stattdessen wird künftig die Bearbeitung neuer und insbesondere kostspieliger Forschungsthemen durch mehrere Kooperationspartner durch **Max-Planck-Netzwerke** verstärkt. Laufende Institutsübergreifende Forschungsinitiativen bleiben davon unberührt. Im Jahr 2013 wurde eine Institutsübergreifende Forschungsinitiative verlängert, außerdem wurden zwei neue Max-Planck-Netzwerke bewilligt und ein laufendes Max-Planck-Netzwerk verlängert.

The Cross-Institutional Research Initiatives and the Max Planck Research Networks strengthen the interdisciplinary character of the fundamental research conducted at the Max Planck Society (MPG) – an approach that is already becoming increasingly prevalent at the institutes within the MPG. The aim is to make the necessary resources available to enable researchers from different Max Planck institutes to carry out top-level research in new, interdisciplinary fields. In 2012, the management of the Max Planck Society decided to discontinue the current structure of the Cross-Institutional Research Initiatives programme, which had been introduced back in 1999. This programme has been replaced by **Max Planck Research Networks**, which serve to foster the collaboration of multiple cooperation partners with regard to new and, in particular, costly research topics. Ongoing Cross-Institutional Research Initiatives remain unaffected by this change. In the year 2013, one Cross-Institutional Research Initiative was extended, two new Max Planck Research Networks were approved, and one ongoing Max Planck Research Network was extended.

INSTITUTSÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSINITIATIVEN	INSTITUTSÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSINITIATIVEN
Im Berichtsjahr 2013 wurde eine Institutsübergreifende Forschungsinitiative verlängert:	In the 2013 reporting year, one Cross-Institutional Research Initiative was extended:
Überbrückungsfinanzierung des MPG-Vorhabens FRM II – NREX-Reflektometer Laufzeit: 2013 – 2014 Antragsteller: MPI für Festkörperphysik (Stuttgart) MPG-Partner: MPI für Plasmaphysik (Garching) MPI für Mikrostrukturphysik (Halle) MPI für Polymerforschung (Mainz) MPI für Intelligente Systeme (Stuttgart) MPI für Biogeochemie (Jena)	Interim financing of the MPG project FRM II – NREX Reflectometer Duration: 2013 – 2014 Applicant: MPI for Solid State Research (Stuttgart) MPG partners: MPI for Plasma Physics (Garching) MPI of Microstructure Physics (Halle) MPI for Polymer Research (Mainz) MPI for Intelligent Systems (Stuttgart)

MAX-PLANCK-NETZWERKE

Im Jahr 2013 wurde ein schon bestehendes Max-Planck-Netzwerk verlängert, zwei Netzwerke wurden neu bewilligt. Ein weiteres, wissenschaftshistorisches Max-Planck-Netzwerk hat 2013 begonnen.

**Verlängerung von MaxNetAging /
MaxNetAging Research School MNARS**
Laufzeit: 2014 – 2017

Antragsteller:
MPI für demografische Forschung (Rostock)

Neu bewilligt:

**MaxNet Energy on Materials and
Processes for Novel Energy Systems**
Laufzeit: 2014 – 2018

Antragsteller:
MPI für chemische Energiekonversion (Mülheim, Ruhr)
MPG-Partner:
MPI für Eisenforschung (Düsseldorf)
MPI für Kohlenforschung (Mülheim)
MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung (Golm)
MPI für Polymerforschung (Mainz)
MPI für Chemische Physik fester Stoffe (Dresden)
Fritz-Haber-Institut (Berlin)
MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme
(Magdeburg)

MAX PLANCK RESEARCH NETWORKS

In the year 2013, one existing Max Planck Research Network was extended, and two new networks were approved. In addition, another Max Planck Research Network on the history of science was initiated in 2013.

**Extension of MaxNetAging /
MaxNetAging Research School MNARS**
Duration: 2014 – 2017

Applicant:
MPI for Demographic Research (Rostock)

Newly approved:

**MaxNet Energy on Materials and
Processes for Novel Energy Systems**
Duration: 2014 – 2018

Applicant:
MPI for Chemical Energy Conversion (Mülheim, Ruhr)
MPG partners:
MPI für Eisenforschung (Düsseldorf)
MPI für Kohlenforschung (Mülheim)
MPI of Colloids and Interfaces (Golm)
MPI for Polymer Research (Mainz)
MPI for Chemical Physics of Solids (Dresden)
Fritz Haber Institute (Berlin)
MPI for Dynamics of Complex Technical Systems (Magdeburg)



**Max Planck Research Network Synthetic Biology –
MaxSynBio**
Laufzeit: 2014 – 2019

Antragsteller und Koordination:
MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme
(Magdeburg)
MPI für Biochemie (Martinsried)
MPG-Partner:
MPI für Dynamik und Selbstorganisation (Göttingen)
MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung (Golm)
MPI für Polymerforschung (Mainz)
MPI für Intelligente Systeme (Stuttgart)
MPI für molekulare Physiologie (Dortmund)
MPI für Zellbiologie und Genetik (Dresden)
MPI für terrestrische Mikrobiologie (Marburg)
Universitärer Partner:
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

**Max Planck Research Network Synthetic Biology –
MaxSynBio**
Duration: 2014 – 2019

Applicant and coordination:
MPI for Dynamics of Complex Technical Systems
(Magdeburg)
MPI of Biochemistry (Martinsried)
MPG partners:
MPI for Dynamics and Self-Organization (Göttingen)
MPI of Colloids and Interfaces (Golm)
MPI for Polymer Research (Mainz)
MPI for Intelligent Systems (Stuttgart)
MPI of Molecular Physiology (Dortmund)
MPI of Molecular Cell Biology and Genetics (Dresden)
MPI for Terrestrial Microbiology (Marburg)
University partner:
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

**Max-Planck-Netzwerk: Toward a History of Knowledge:
Generation, Legitimation, Globalization**
Laufzeit: 2013 – 2018

Antragsteller:
MPI für Wissenschaftsgeschichte (Berlin)
Universitäre Partner:
FU Berlin
TU Berlin
Humboldt-Universität zu Berlin

**Max-Planck-Netzwerk: Toward a History of Knowledge:
Generation, Legitimation, Globalization**
Duration: 2013 – 2018

Applicant:
MPI for the History of Science (Berlin)
University partners:
FU Berlin
TU Berlin
Humboldt-University, Berlin



04

Kapitel | Chapter



Nachwuchsförderung Support of Junior Scientists

Seite **62**
Förderung im Rahmen des
Minerva-Programms

Seite **65**
Max-Planck-Forschungsgruppen

Seite **72**
International Max Planck
Research Schools und
Max Planck Graduate Center

Page **62**
Funding from the
Minerva Program

Page **65**
Max Planck Research Groups

Page **72**
International Max Planck
Research Schools and
Max Planck Graduate Center

Förderung im Rahmen des Minerva-Programms Funding from the Minerva Program



Das 1997 vom Senat der Max-Planck-Gesellschaft beschlossene C3-, später W2-Sonderprogramm wird seit dem Jahr 2007 mit verbesserter Ausstattung der Stellen als „Minerva-Programm“ fortgeführt. Es bietet besonders qualifizierten Wissenschaftlerinnen die Möglichkeit, sich im Rahmen eines auf fünf Jahre befristeten W2-Vertrages für eine leitende Tätigkeit in der Wissenschaft zu qualifizieren. Die Kandidatinnen werden von den Max-Planck-Instituten vorgeschlagen und in einem strengen Auswahlverfahren unter Einschaltung externer Gutachter ausgewählt. Insgesamt wurden bisher 83 Wissenschaftlerinnen aus dem Sonderprogramm gefördert, von denen 62 mittlerweile eine weiterführende Position erhalten haben. Stand: Januar 2014

Since 2007, the W2 Special Program (formerly called C3 Program) approved by the Senate of the Max Planck Society in 1997, has been continued as “Minerva Program” with improved levels of funding for the positions. It offers highly qualified female scientists the opportunity to gain qualifications for senior posts in Science 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. A total of 83 female scientists have been funded by the Special Program so far, 62 of whom have since taken on a further post. As of: January 2014

**WISSENSCHAFTLERIN
SCIENTIST**

**MAX-PLANCK-INSTITUT
MAX PLANCK INSTITUTE**

**FORSCHUNGSGBIET
AREA OF RESEARCH**

BIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION | BIOLOGY & MEDICINE SECTION

Fulvia Bono	Entwicklungsbiologie Developmental biology	Zytoplasmatische Regulation der Genexpression Cytoplasmic regulation of gene expression
Tatiana Domratheva	Medizinische Forschung Medical Research	Berechnung photobiologischer Prozesse Computation of Photobiological Processes
Yvonne Groemping	Entwicklungsbiologie Developmental Biology	Spezifität von Adapterproteinen in Signaltransduktionswegen und Endozytose Specificity of adapter proteins invaded in signal transduction pathways and endocytosis
Angela Hay	Pflanzenzüchtungsforschung Plant Breeding Research	Die genetische Basis der Evolution des Phänotyps Genetic basis of phenotypic evolution
Sylvia Krobitsch	Molekulare Genetik Molecular Genetics	Identifizierung von molekularen Mechanismen, die neurodegenerativen Erkrankungen zugrunde liegen Identification of molecular mechanisms responsible for neurodegenerative diseases
Janet Visagie (geb. Kelso)	Evolutionäre Anthropologie Evolutionary Anthropology	Bioinformatik Bioinformatics

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

Aránzazu del Campo Bécares	Polymerforschung Polymer Research	Aktive Oberflächen und Materialien Active Surfaces and Materials
Lilia Boeri	Festkörperforschung Solid State Research	Theoretische Festkörperphysik: Hochtemperatur-Supraleitung und Dichtefunktionaltheorie Theoretical Solid State Physics: High-temperature Superconductivity and Density Functional Theory
Sandra Kortner	Physik Physics	ATLAS-Experiment: Standardmodell und Physik des Higgs-Bosons; Upgrade des ATLAS-Myonspektrometers ATLAS-Experiment: The Standard Model and Physics of the Higgs-Boson; Upgrade of the ATLAS-Myon-Spectrometers
Susanne Pfalzner	Radioastronomie Radio Astronomy	Dynamik junger Sterne Dynamical Studies of Astrophysical Disk
Swetlana Schauerermann	Fritz-Haber-Institut Fritz Haber Institute	Molekularstrahlen Molecular Beam Group
Ivonne Trebs	Chemie Chemistry	Austausch von reaktivem Stickstoff zwischen Biosphäre und Atmosphäre Exchange of Reactive Nitrogen between Biosphere and Atmosphere
Ionela Vrejoiu	Festkörperforschung Solid State Research	Nanoskalige ferroelektrische und multiferroische Heterostrukturen Nanoscale Ferroelectric and Multiferroic Heterostructures
Elisabeth Wolfrum	Plasmaphysik Plasma Physics	Physik des Plasmarands Plasma edge physics

WISSENSCHAFTLERIN
SCIENTISTMAX-PLANCK-INSTITUT
MAX PLANCK INSTITUTEFORSCHUNGSGBIET
AREA OF RESEARCH

GEISTES-, SOZIAL- UND HUMANWISSENSCHAFTLICHE SEKTION | HUMAN SCIENCES SECTION

Dagmar Ellerbrock	Bildungsforschung Human Development	Geschichte der Gefühle History of emotions
Kirsten Endres	Ethnologische Forschung Social Anthropology	Soziale Transformation, religiöse und rituelle Dynamik, Anthropologie der Emotion, des Geschlechts, der Modernität, der Weltoffenheit in Südostasien, insbesondere Vietnam Social transformation, dynamics of religion and ritual, anthropology of emotions, gender, of modernity in southeast asia, especially in Vietnam
Esther Herrmann	Evolutionäre Anthropologie Evolutionary Anthropology	Vergleich kognitiver Fähigkeiten bei Menschen und anderen Primaten Comparison of cognition and temperament in children and nonhuman great apes
Susanne Kubersky-Piredda	Bibliotheca Hertziana – MPI für Kunstgeschichte Bibliotheca Hertziana – MPI for Art History	Nationalkirchen in Rom zwischen Mittelalter und Neuzeit National churches in Rome between the middle ages and modern history
Elaine Leong	Wissenschaftsgeschichte History of Science	Medizingeschichte in der Frühen Neuzeit History of medicine in the Early Modern period
Petra Ritter	Kognitions- und Neurowissenschaften Human Cognitive and Brain Sciences	Hirnzustände Brain modes
Yee Lee Shing	Bildungsforschung Human Development	Entwicklungspsychologie Developmental psychology

Max-Planck-Forschungsgruppen

Max Planck Research Groups



Seit 1969 fördert die Max-Planck-Gesellschaft besonders begabte junge Wissenschaftler im Rahmen von zeitlich befristeten Max-Planck-Forschungsgruppen. Die Positionen für Max-Planck-Forschungsgruppenleiter 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 Max-Planck-Forschungsgruppen 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. Um die Attraktivität der bestehenden Modelle und die internationale Sichtbarkeit zu erhöhen, wurde im Jahr 2009 die Möglichkeit des Tenure Tracks auf W2-Ebene geschaffen. Ein Leiter oder eine Leiterin einer Max-Planck-Forschungsgruppe kann mit oder ohne Tenure Track eingestellt werden. Bei hervorragender Qualifikation besteht die Möglichkeit, den mit Tenure Track berufenen Leiter über ein Tenure-Verfahren in eine permanente Position auf W2-Ebene an einem MPI einzuweisen. Aus dem Programm der Max-Planck-Forschungsgruppen wurden auf eine unbefristete Tenure Track-Stelle übernommen: Derek Dreyer, MPI für Softwaresysteme, Krishna P. Gummadi, MPI für Softwaresysteme, Hagen Klauk, MPI für Festkörperforschung, und Stefan Luther, MPI Dynamik und Selbstorganisation. Stand: 31.12.2013

Since 1969 the Max Planck Society has particularly talented young scientists by means of fixed-term Max Planck Research Groups. (These groups were established under the name “Independent Junior Research Groups” at the time and renamed “Max Planck Research Groups” at the end of 2009). There is a great deal of competition for the position of head 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 Max Planck Research Groups without specifying a specific 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 proposal 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. In order to increase the attraction of existing models as well as to enhance the Max Planck Society’s international profile, the Society created the option of Tenure Track on a W2 level in 2009. Max Planck Research Group Leaders can be employed on a tenure-track or non-tenure track basis. Scientists with outstanding qualifications who were employed on a tenure-track basis can subsequently be appointed to a permanent position on W2 level via a tenure procedure. The following were transferred from the Max Planck Research Groups programme in permanent tenure track positions: Derek Dreyer, MPI for Software Systems, Krishna P. Gummadi, MPI for Software Systems, Hagen Klauk, MPI for Solid State Research, and Stefan Luther, MPI for Dynamics and Self-Organisation. As of: 31/12/2013

INSTITUT
INSTITUTELEITERIN / LEITER
HEADFORSCHUNGSTHEMA
RESEARCH TOPIC

BIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION | BIOLOGY & MEDICINE SECTION

Biochemie Biochemistry	Christian Biertümpfel	Molekulare Mechanismen der DNA-Reparatur Molecular Mechanisms of DNA Repair
	Stefan Gruber	Organisation und Dynamik der Chromosomen Chromosome Organisation and Dynamics
	Andreas Pichlmair	Angeborene Immunität Innate Immunity
	Frank Schnorrer	Muskelbildung und Muskelfunktion in Drosophila Muscle dynamics and muscle function in drosophila
	Zuzana Storchova	Erhaltung der Genomstabilität Maintenance of genome stability
	Thomas Wollert	Molekulare Biologie der Membranen und Organellen Molecular Membrane and Organelle Biology
Biologie des Alterns Biology of aging	Martin Graef	Effektoren und Regulation der Autophagie während des Alterns Effectors and Regulation of Autophagy during Ageing
	Dario Riccardo Valenzano	Evolutionäre und Experimentelle Biologie des Alterns Evolutionary and Experimental Biology of Ageing
	Sara Wickström	Homöostase und Alterung der Haut Skin Homeostasis and Ageing
Molekulare Biomedizin Molecular biomedicine	Kerstin Bartscherer	Stammzellen und Regeneration Stem Cells and Regeneration
	Sebastian Leidel	RNA-Biologie RNA biology
	Erik Storkebaum	Molekulare Neurogenetik Molecular Neurogenetic
	Juan M. Vaquerizas	Regulatorische Genomik Regulatory genomics
Biophysikalische Chemie Biophysical Chemistry	Gopalakrishnan Balasubramanian	Ungepaarte Spins in Diamanten und ihre Nutzung für biomedizinische Sensorik Single spins in diamond for novel biomedical sensing and imaging applications
	Henrik Bringmann	Schlaf und Wachsein Sleep and waking
	Thomas P. Burg	Biologische Mikro- und Nanotechnologie Biological micro- and nanotechnology
	Wolfgang Fischle	Chromatin-Biochemie Chromatin biochemistry
	Claudia Höbartner	Nukleinsäure modifizierende DNA-Katalysatoren Nuclear acid chemistry
	Halyna R. Shcherbata	Genexpression und Signalwirkung Gene expression and signaling
Entwicklungsbiologie Developmental Biology	Gáspár Jékely	Neurobiologie des marinen Zooplankton Neurobiology of marine zooplankton
	Richard Neher	Biophysik und die Dynamik der Evolution Evolutionary Dynamics and Biophysics
	Remco Sprangers	NMR-Spektroskopie von großen Molekülkomplexen NMR spectroscopy of large complexes
	Silke Wiesner	Strukturbiologie der Protein-Ubiquitinierung und die Zellpolarität Structural biology of protein ubiquitination and cell polarity

INSTITUT INSTITUTE	LEITERIN / LEITER HEAD	FORSCHUNGSTHEMA RESEARCH TOPIC
Evolutionsbiologie Evolutional Biology	Duncan Greig	Experimentelle Evolution Experimental Evolution
Friedrich-Miescher- Laboratorium Friedrich Miescher Laboratory	Wolfram Antonin	Dynamik der Kernhülle Dynamics of the nuclear envelope
	Yingguang Frank Chan	Adaptive Genomik Adaptive genomics
	Michael Hothorn	Strukturelle Biologie der Pflanzen Structural plant biology
	Felicity C. Jones	Mechanismen der Divergenz und Artenbildung Adaptive divergence and speciation
Molekulare Genetik Molecular Genetics	Ho-Ryun Chung	Rechnergestützte Epigenomik Computational Epigenomics
	Ulrich Stelzl	Interaktionsnetzwerke auf molekularer Ebene Molecular interaction networks
Herz- und Lungenforschung Heart and Lung Research	Michael Potente	Angiogenese und Metabolismus Angiogenesis and metabolism
Hirnforschung Brain Research	Johannes J. Letzkus	Aktivierung der Zelldifferenzierung Activation to Cell Fate Specification
	Tatjana Tchumatchenko	Theorie der neuronalen Netzwerke Theory of neural dynamics
Infektionsbiologie Infection Biology	Hedda Wardemann	Molekulare Immunbiologie Molecular immunobiology
Max Planck Florida Institute for Neuroscience Max Planck Florida Institute for Neuroscience	Jason M. Christie	Physiologie der Synapsen Synapse Physiology
	James Schummers	Molekulare Neurobiologie Molecular Neurobiology
	Samuel M. Young, Jr.	Zelluläre Organisation der kortikalen Netzwerke Cellular Organization of Cortical Circuit Function
Experimentelle Medizin Experimental Medicine	Robert Gütig	Theoretische Neurowissenschaften Theoretical Neurosciences
	Judith Stegmüller	Zelluläre und Molekulare Neurobiologie Cellular and molecular neurobiology
Medizinische Forschung Medical Research	Soojin Ryu	Entwicklung und Funktion von neuronalen Schaltkreisen im Hypothalamus Development and function of hypothalamic neuronal circuits
Marine Mikrobiologie Marine Microbiology	Katharina Pahnke	Marine Isotopengeochemie Marine Isotope Geochemistry
	Marc Strous	Mikrobielle Fitness Microbial fitness
Terrestrische Mikrobiologie Terrestrial Microbiology	Sonja-Verena Albers	Molekulare Biologie von Archaeen Molecular biology of archaea
	Eva-Maria Holtgrewe-Stukenbrock	Biodiversität bei Pilzen Fungal biodiversity
	Lennart Randau	Biologie kleiner, prokaryotischer RNA Prokaryotic Small RNA Biology
	Martin R. Thanbichler	Zellbiologie von Bakterien Cell biology of bacteria
Neurobiologie Neurobiology	Ilona Kadow	Sensorische Neurogenetik Neurogenetics of sensoric perception
	Hiromu Tanimoto	Lernen und Gedächtnis in Drosophila Learning and memory in drosophila

**INSTITUT
INSTITUTE****LEITERIN / LEITER
HEAD****FORSCHUNGSTHEMA
RESEARCH TOPIC**Chemische Ökologie
[Chemical Ecology](#)

Martin Kaltenpoth

Evolution und chemische Ökologie von
Insekten-Bakterien-Symbiosen
[Evolution and Chemical Ecology in Insect-Bacteria-Symbiosis](#)Molekulare Pflanzenphysiologie
[Molecular Plant Physiology](#)

Franziska Krajinski

Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Mikroben
[Plant-Microbe interactions](#)

Roosa Laitinen

Molekulare Mechanismen der Anpassung bei Pflanzen
[Molecular mechanisms of adaptation in plants](#)

Staffan Persson

Zellwände von Pflanzen
[Plant cell walls](#)Pflanzenzüchtungsforschung
[Plant Breeding Research](#)

Erik Kemen

Biodiversität von Pilzen
[Biodiversity of fungi](#)Psychiatrie
[Psychiatry](#)

Damián Refojo

Molekulare Neurobiologie
[Molecular neurobiology](#)Molekulare Zellbiologie
und Genetik
[Molecular Cell Biology
and Genetics](#)

Jan Huisken

Quantitative Mikroskopie der Organogenese beim Zebrafisch
[Quantitative microscopy of zebrafish organogenesis](#)

Jochen Rink

Größe und Größenverhältnisse bei der Regeneration
von Plattwürmern
[Scale and proportion during planarian regeneration](#)

Nadine Vastenhouw

Genregulation über die Entwicklungsspanne
[Gene regulation during developmental transitions](#)**CHEMISCH-PHYSIKALISCH-TECHNISCHE SEKTION | CHEMISTRY, PHYSICS & TECHNOLOGY SECTION**Astronomie
[Astronomy](#)

Joseph F. Hennawi

Entstehung von Galaxien
[Galaxy formation](#)

Andrea Valerio Macció

Galaxienbildung im Dunklen Universum
[Galaxy formation in an Dark Universe](#)

Thomas Robitaille

Sternentstehung in der Milchstrasse
[Star Formation throughout the Milky-Way Galaxy](#)Biogeochemie
[Biogeochemistry](#)

Christian Hallmann

Organische Paläobiogeochemie
[Organic Paleobiogeochemistry](#)Dynamik und
Selbstorganisation
[Dynamics and
self organization](#)

Jean-Christophe Baret

Tröpfchen, Membranen und Grenzflächen
[Droplets, membranes and interfaces](#)

Oskar Hallatschek

Biologische Physik und evolutionäre Dynamik
[Biological physics and the dynamics of evolution](#)

Eleni Katifori

Die Physik der biologischen Organisation
[Physics of Biological Organization](#)

Tobias Schneider

Entstehung von Komplexität in physikalischen Systemen
[Emergent Complexity in Physical Systems](#)

Marc Timme

Netzwerk-Dynamik
[Network dynamics](#)Festkörperforschung
[Solid State Research](#)

Gabriel Bester

Atomistische Theorie von Nanostrukturen
[Atomistic theory of nanostructures](#)

Sebastian Loth

Dynamik nanoelektronischer Systeme
[Dynamics of nanoelectrical systems](#)

Peter Wahl

Spektroskopische Untersuchung von Festkörpern
mit korrelierten Elektronen
[Spectroscopic mapping of correlated electron materials](#)

INSTITUT INSTITUTE	LEITERIN / LEITER HEAD	FORSCHUNGSTHEMA RESEARCH TOPIC
Fritz-Haber-Institut Fritz Haber Institute	Ralph Ernstorfer	Strukturelle und elektronische Oberflächendynamik Structural and Electronic Surface Dynamics
Gravitationsphysik Gravitational Physics	Ulrich Menne	Geometrische Maßtheorie Geometric Measure Theory
Intelligente Systeme Intelligent Systems	Ana García Sáez	Biophysik von Membranen Membrane biophysics
Kernphysik Nuclear Physics	Thomas Pfeifer	Spektroskopie und Quantenkontrolle mit starken Laserfeldern im Attosekundenbereich Spectroscopy and Quantum Control with Attosecond-Laserfields
Struktur und Dynamik der Materie Structure and Dynamics of Matter	Melanie Schnell	Manipulation polarer Moleküle durch Mikrowellen Manipulating polar molecules using microwave radiation
Mathematik in den Naturwissenschaften Mathematics in the Natural Sciences	Artem Sapozhnikov	Wahrscheinlichkeitstheorie Probability theory
	Emanuele Spadaro	Geometrische Maßtheorie und ihre Anwendungen Geometric Measure Theory and Applications
Meteorologie Meteorology	Juan Pedro Mellado	Turbulente Mischungsprozesse im Erdsystem Turbulent Mixing Processes in the Earth System
	Dirk Notz	Meereis im Erdsystem Sea ice in the earth system
Physik Physics	Thomas Grimm	Vereinheitlichung der Partikelphysik und der Geometrie in der String-Theorie Unifying Particle Physics and Geometry in String Theory
Physik komplexer Systeme Physics of Complex Systems	Nina Rohringer	Quantenoptik mit Röntgenlicht X-ray Quantum Optics
Physik des Lichts Science of Light	Fabio Biancalana	Nichtlineare photonische Nanostrukturen Nonlinear Photonic Nanostructures
	Frank Vollmer	Biofunktionale Photonik: Lichtfelder zum Studium biologischer Systeme Biofunctional Photonics: inventing, constructing and using light fields to study biological systems
Extraterrestrische Physik Extraterrestrial Physics	Sadegh Khochfar	Theorie der Strukturentstehung im Kosmos Theoretical structure formation group
Polymerforschung Polymer Research	Davide Donadio	Nanostrukturen und Transportprozesse Nanostructure and transport
	Frédéric Laquai	Dynamik angeregter Zustände in konjugierten organischen Materialien Dynamics of excited states in conjugated organic materials
Softwaresysteme Software Systems	Björn Brandenburg	Realzeit-Systeme Real-Time Systems
	Allen Clement	Robuste Systeme Robust systems
	Deepak Garg	Grundlagen der Computersicherheit Foundations of Computer Security
	Victor Vafeiadis	Softwareanalyse und -verifikation Software Analysis and Verification
Sonnensystemforschung Solar System Research	Pedro Lacerda	Kometenwissenschaft Cometary Science

INSTITUT
INSTITUTELEITERIN / LEITER
HEADFORSCHUNGSTHEMA
RESEARCH TOPIC

GEISTES-, SOZIAL- UND HUMANWISSENSCHAFTLICHE SEKTION | HUMAN SCIENCES SECTION

Evolutionäre Anthropologie Evolutionary Anthropology	Amanda Henry	Nahrungspflanzen und Ökologie der Ernährung der Homininen Plant Foods and Hominin Dietary Ecology
	Kornelius Kupczik	Evolution des Kauapparates und Rolle der Ernährung (Max-Planck-Weizmann-Zentrum für integrative Archäologie und Anthropologie) Evolution of the Human Chewing Apparatus and Role of the Diet (Max Planck-Weizmann Center for Anthropology and Archaeology)
Bildungsforschung Human Development	Sven Oliver Müller	Gefühlte Gemeinschaften? Emotionen im Musikleben Europas Felt Communities? – Emotions in European Music Performance
	Michaela Riediger	Emotion im Lebensverlauf: Dynamik und Kompetenzen Affect across the life span
	Sascha Schroeder	Schriftsprachenerwerb und Leseentwicklung Reading education and development
Demografische Forschung Demographic Research	Annette Baudisch	Modelle für die Evolution des Alterns Modelling Evolution of Aging
Kognitions- und Neurowissenschaften Human Cognitive and Brain Sciences	Tobias Grossmann	Frühe soziale Entwicklung Early social development
	Katharina von Kriegstein	Neuronale Mechanismen zwischenmenschlicher Kommunikation Neuronal Mechanisms of Human Communication
	Daniel S. Margulies	Neuroanatomie und Konnektivität Neuroanatomy & Connectivity
	Jonas Obleser	Auditives Erkennen Auditory Cognitions
	Simone Schütz-Bosbach	Körperrepräsentation und Selbstkonzept Body and self
Kunsthistorisches Institut Florenz Kunsthistorisches Institut, Florence	Eva-Maria Troelenberg	Objekte in der Kontaktzone – das Leben der Dinge zwischen Kulturzonen Objects in the contact zone – The Cross-Cultural Life of Things
Ausländisches und internationales Privatrecht Private Law	Martin Illmer	Deutsches und Europäisches Dienst(leistungs)- und Werkvertragsrecht German and European service contract law
	Nadjma Yassari	Das Recht Gottes im Wandel: Rechtsvergleichung im Familien- und Erbrecht islamischer Länder Changes in god's law: an inner islamic comparison of family and succession laws
Psycholinguistik Psycholinguistics	Michael Dunn	Evolutionäre Prozesse in Sprache und Kultur Evolutionary Processes in Language and Culture
Europäische Rechtsgeschichte European Legal History	Benedetta Albani	Die Regierung der Universalkirche nach dem Konzil von Trient: päpstliche Verwaltungskonzeptionen und -praktiken am Beispiel der Konzilskongregation The governance of the universal church after the Council of Trent: papal administrative principles and practices using the example of the Congregation of the Council

**INSTITUT
INSTITUTE**
**LEITERIN / LEITER
HEAD**
**FORSCHUNGSTHEMA
RESEARCH TOPIC**

Wissenschaftsgeschichte
[History of Science](#)

Sabine Arnaud

Das Beschreiben von Taubstummheit und die Konstruktion von Normen
[The Writing of Deaf. Muteness and the Construction of Norm](#)

Sven Dupré

Künstlerwissen im frühneuzeitlichen Europa
[Art and Knowledge in Pre-Modern Europe](#)

Veronika Lipphardt

Wissen über die humanbiologische Diversität im 20. Jahrhundert
[Knowledge about Human Biological Diversity in the 20th Century](#)

Vincenzo de Risi

Die komplexe Beziehung zwischen der Geschichte der Philosophie und der Wissenschaftsgeschichte
[The complex relations between the history of philosophy and the history of science](#)

MAX-PLANCK-FORSCHUNGSGRUPPEN CHINA | [MAX PLANCK RESEARCH GROUPS CHINA](#)

CAS-MPG Partner Institute for Computational Biology, Shanghai
[CAS-MPG Partner Institute for Computational Biology, Shanghai](#)

WANG Sijia

Dermatogenomik (mit Max-Planck-CAS Paul-Gerson-Unna-Forschungsgruppe)
[Dermatogenomics \(with Max Planck-CAS Paul Gerson Unna Research Group\)](#)

XU Shuhua

Populationsgenomik
[Population Genomics](#)

YAN Jun

Funktionelle Genomforschung
[Functional Genomics](#)

ZHU Xinguang

Systembiologie der Pflanzen
[Plant Systems Biology](#)

MAX-PLANCK-FORSCHUNGSGRUPPE SÜDKOREA | [MAX PLANCK RESEARCH GROUPS SOUTH KOREA](#)

Max Planck POSTECH Center for Attosecond Science, Pohang
[Max Planck-POSTECH Center for Attosecond Science, Pohang](#)

Norio Takemoto

Theorie der Attosekundenspektroskopie (mit der Universität Pohang)
[Attosecond Theory \(with Pohang University of Science and Technology\)](#)

MAX-PLANCK-FORSCHUNGSGRUPPEN SÜDAFRIKA | [MAX PLANCK RESEARCH GROUPS SOUTH AFRICA](#)

Kwazulu Natal Forschungsinstitut für Tuberkulose und HIV (K-RITH), Durban
[Kwazulu-Natal Research Institute for Tuberculosis and HIV \(K-RITH\), Durban](#)

Alex Sigal

Reservoir der Infektion bei HIV und Tuberkulose
[Reservoirs of infection in HIV and Tuberculosis](#)

Thumbi Ndung'u

Antivirale Immunmechanismen und virale Adaptation bei der HIV-Infektion
[Antiviral immune mechanisms and viral adaptation in HIV infection](#)

International Max Planck Research Schools und Max Planck Graduate Center

International Max Planck Research Schools and Max Planck Graduate Center

Seit dem Jahr 2000 gehören die International Max Planck Research Schools (IMPRS) zum festen Bestandteil der Doktorandenförderung der Max-Planck-Gesellschaft. Besonders begabten deutschen und ausländischen Nachwuchswissenschaftlern bieten sie die Möglichkeit, unter exzellenten Forschungsbedingungen zu promovieren. Die International Max Planck Research Schools, ein Kooperationsverbund bestehend aus einem oder mehreren Max-Planck-Instituten und mindestens einer deutschen oder ausländischen Universität, sind die Orte für eine hervorragend strukturierte Doktorandenausbildung in der Max-Planck-Gesellschaft.

Ein weiteres Kennzeichen der IMPRS ist die thematische und konzeptionelle Verzahnung der Promotionsprojekte – dadurch entstehende Synergieeffekte kommen unmittelbar der Forschung der einzelnen Doktoranden zugute. Um national und international den Beitrag der Max-Planck-Gesellschaft an der Ausbildung von Doktorandinnen und Doktoranden zu verdeutlichen, wurde mit der Hochschulrektorenkonferenz abgestimmt, die Minerva, das Logo der Max-Planck-Gesellschaft, in die Promotionsurkunde aufzunehmen. Viele Hochschulen haben diese Regelung bereits eingeführt. Auch Forschungsgruppenleiter der Max-Planck-Institute sollen verstärkt in den Lehrkörper der Research Schools eingebunden werden.

Im Berichtsjahr bereiteten sich mit ca. 3015 Doktorandinnen und Doktoranden knapp über die Hälfte der von der MPG geförderten Promotionsanwärter und -anwärterinnen in einer IMPRS auf ihre Dissertation vor. Mittlerweile sind 60 der insgesamt 83 Max-Planck-Institute und -Einrichtungen federführend und 20 partnerschaftlich an einer oder mehreren IMPRS beteiligt. 19 IMPRS wurden bereits über die Laufzeit von 12 Jahren hinaus bewilligt – ein Zeichen für die Qualität des Programms. Derzeit (Stand: Februar 2014) bestehen 63 International Max Planck Research Schools.

Since 2000, the International Max Planck Research Schools (IMPRS) have been an integral part of the support that the Max Planck Society provides for doctoral students. The Schools offer the opportunity for particularly talented young scientists from Germany and abroad to obtain their doctorates under excellent research conditions. International Max Planck Research Schools, each of which is a cooperation consisting of one or several Max Planck institutes and at least one German or international university, are the place to go for exceptionally well-structured doctoral programmes in the Max Planck Society.

A further characteristic of the International Max Planck Research Schools is the interlinking of the topics and concepts of the doctoral projects – this creates synergy effects that directly benefit the research of the individual doctoral students. In order to more strongly emphasize the contribution the Max Planck Society makes to the education and training of doctoral students on a national and international level, it was agreed at the German Rectors' Conference that the Max Planck Society's Minerva logo could be incorporated into the doctorate diploma. Several institutes of higher education have already implemented this regulation. Research Group Leaders at the Max Planck institutes will also be more strongly integrated into the teaching staff of the Research Schools.

In the reporting year, approx. 3,015 doctoral students prepared their dissertations at an IMPRS – just over half of all the doctoral candidates supported by the MPG. Of the 83 Max Planck institutes and facilities, 60 now play a leading role in one or more IMPRS and 20 are involved as partners. In an indication of the quality of the programme, 19 IMPRS have already been authorised to operate over a period in excess of 12 years. There are currently 63 International Max Planck Research Schools (as of February 2014).



**IN JAHR 2013 NAHMEN VIER NEUE IMPRS
IHRE ARBEIT AUF:**

IMPRS on Aging, Max-Planck-Institut für Biologie des Alterns,
Köln

IMPRS for the Anthropology, Archaeology and History of
Eurasia am Max-Planck-Institut für ethnologische Forschung,
Halle (Saale)

IMPRS for Moral Economies of Modern Societies am
Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

IMPRS on Multiscale Biosystems: From Molecular Recognition
to Mesoscopic Transport am Max-Planck-Institut für Kolloid-
und Grenzflächenforschung, Potsdam (Golm)

**IN THE YEAR 2013, FOUR IMPRS TOOK UP
THEIR ACTIVITIES:**

IMPRS on Aging, Max Planck Institute for Biology of Ageing,
Cologne

IMPRS for the Anthropology, Archaeology and History of
Eurasia at the Max Planck Institute for Social Anthropology,
Halle (Saale)

IMPRS for Moral Economies of Modern Societies at the
Max Planck Institute for Human Development, Berlin

IMPRS on Multiscale Biosystems: From Molecular Recognition
to Mesoscopic Transport at the Max Planck Institute of Colloids
and Interfaces, Potsdam (Golm)

MAX PLANCK GRADUATE CENTER

Das Graduate Center wurde seit der Gründung im Jahr 2009 kontinuierlich ausgebaut, jährlich werden ca. 15 Doktorandinnen und Doktoranden neu ins MPGC aufgenommen. Bis einschließlich 2013 wurden im MPGC 30 Promotionen abgeschlossen, 15 davon mit „Summa cum laude“. Derzeit promovieren dort 47 Doktorandinnen und Doktoranden, was einer Vollauslastung des Graduate Centers entspricht. (Weiteres zum Graduate Center siehe unter „Tochtergesellschaften“)

MAX PLANCK GRADUATE CENTER

The Graduate Center has undergone a constant expansion since the launch in 2009. Around 15 doctoral students are newly admitted to the MPGC each year. Thirty doctorates had been completed at the MPGC by up to and including 2013, including 15 with highest honours. 47 students are currently undertaking doctorates there, fully utilizing the Graduate Center's capacity. (Further information on the Graduate Center see "Subsidiaries")





Technologietransfer

für die Max-Planck-Gesellschaft

Technology Transfer

for the Max Planck Society

Seite **76**

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

Page **76**

Max Planck Innovation – the
Technology Transfer Organization
of the Max Planck Society

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

Max Planck Innovation – the Technology Transfer Organisation of the Max Planck Society

Die Max-Planck-Innovation GmbH ist verantwortlich für den Technologietransfer der Institute der Max-Planck-Gesellschaft (MPG). Unter dem Motto „Connecting Science and Business“ versteht sich Max-Planck-Innovation (MI) als Partner für Wissenschaftler ebenso wie für Unternehmen. Die Firma bietet zukunftsorientierten Unternehmen einen zentralen Zugang zu Know-how und schutzrechtlich gesicherten Erfindungen der Forschungseinrichtungen der MPG.

Max-Planck-Innovation vermarktet dabei in erster Linie zahlreiche Erfindungen aus der Biomedizin, Chemie, Physik und Technik. Als Partner für die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Max-Planck-Institute berät und unterstützt Max-Planck-Innovation diese sowohl bei der Evaluierung von geistigem Eigentum und der Anmeldung von Patenten als auch bei der Gründung von Unternehmen, die auf einer an einem Max-Planck-Institut entwickelten Technologie basieren.

Die Tochterfirma MI erfüllt damit eine wichtige Aufgabe: Sie fördert die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in wirtschaftlich nutzbare Produkte und schafft neue Arbeitsplätze in Deutschland. Sie sind direkter Ausdruck des Nutzens grundlagenorientierter Forschung, wie sie in den Max-Planck-Instituten betrieben wird.

Pro Jahr evaluiert Max-Planck-Innovation durchschnittlich 140 Erfindungen, von denen etwa die Hälfte zu einer Patentanmeldung führt. Seit 1979 wurden ca. 3.600 Erfindungen begleitet und rund 2.200 Verwertungsverträge abgeschlossen. Seit Anfang der 1990er-Jahre sind über 110 Firmenausgründungen aus der MPG hervorgegangen, von denen die allermeisten von Max-Planck-Innovation aktiv betreut wurden. In diesen Ausgründungen wurden seitdem mehr als 2.500 Arbeitsplätze geschaffen.

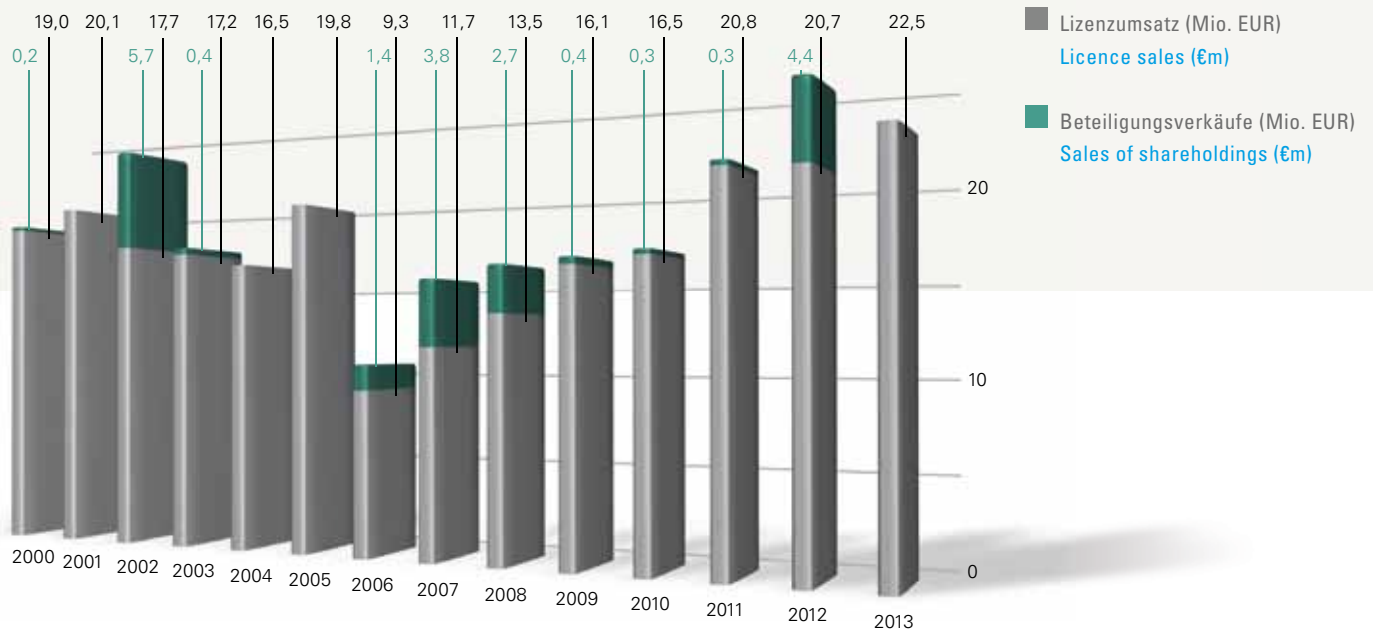
Max Planck Innovation GmbH is responsible for the transfer of technology from the institutes of the Max Planck Society (MPG). Under the motto “Connecting Science and Business”, Max Planck Innovation (MI) sees itself as a partner for scientists as well as for businesses. The company offers future-oriented businesses a central access point to the expertise and patented innovations of the various research institutions of the MPG.

Max Planck Innovation mainly markets a large number of inventions from biomedicine as well as from chemistry, physics and technological areas. As a partner for scientific staff at the Max Planck institutes, Max Planck Innovation provides advice and support, both in evaluating intellectual property and filing patents, as well as in setting up businesses based on technology developed at a Max Planck institute.

MI, a subsidiary of the Max Planck Society, thereby performs an important task – it promotes the transformation of scientific knowledge into commercially viable products and creates new jobs in Germany. These are the direct expression of the benefits of basic research as conducted at the Max Planck institutes.

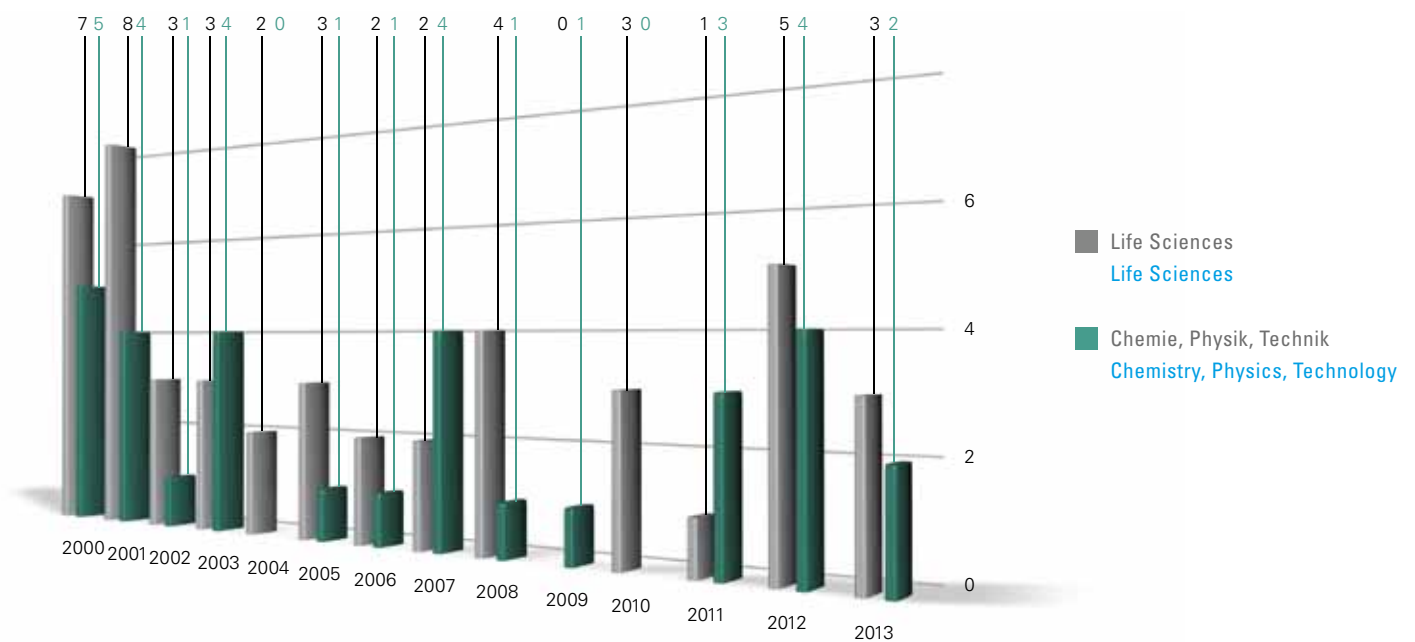
Every year, Max Planck Innovation evaluates 140 inventions on average, with approximately half of them leading to a patent application. Since 1979, some 3,600 inventions have been managed and around 2,200 licensing agreements concluded. Since the early 1990s, more than 110 spin-offs have emerged from the MPG, most of them actively coached by Max Planck Innovation. These spin-offs have since been responsible for the creation of more than 2,500 jobs.

VERWERTUNGSERLÖSE | EXPLOITATION REVENUES



Endgültige Umsatzzahlen für 2013 sind erst ab Mitte 2014 verfügbar.
Final sales figures for 2013 will be available from the middle of 2014.

ZAHL DER AUSGRÜNDUNGEN | NUMBER OF SPIN-OFFS



Im Jahr 2013 wurden Max-Planck-Innovation 127 Erfindungen gemeldet (2012: 128), es wurden 93 Verwertungsverträge (inkl. Vereinbarungen zu Gemeinschaftserfindungen/TT-Vereinbarungen) abgeschlossen (2012: 93). Die Verwertungserlöse betragen voraussichtlich 22,5 Mio. Euro (2012: 25,1). Zu diesem Erlös trugen 2013 keine Verkäufe insbesondere der börsennotierten Beteiligungen bei (2012: 4,4 Mio. Euro). Die endgültigen Zahlen für das Geschäftsjahr 2013 liegen aufgrund der nachgelagerten Abrechnung verschiedener Lizenznehmer erst ab Mitte 2014 vor. Die Verwertungserlöse kommen den jeweiligen Max-Planck-Instituten und den Erfindern sowie der Max-Planck-Gesellschaft zu Gute.

2013 gingen fünf Ausgründungen aus unterschiedlichen Max-Planck-Instituten hervor. Eine dieser Ausgründungen konnte bereits erfolgreich Finanzmittel über eine Serie A-Finanzierung einwerben, eine Weitere war in der Lage, sich aus einem Großauftrag zu finanzieren. Besonders erwähnenswert ist, dass in den vergangenen Jahren zunehmend Fördermittel beispielsweise aus Programmen wie EXIST-Forschungstransfer, GO-Bio oder M4 für die Vorgründungsphase im Gesamtvolumen von rd. 13,5 Mio. Euro eingeworben wurden.

INKUBATION VON ERFINDUNGEN – ERFOLGREICHE MODELLE WERDEN AUSGEWEITET

An den Instituten der Max-Planck-Gesellschaft werden im Rahmen der Grundlagenforschung jedes Jahr viele Erfindungen gemacht, die sich für eine wirtschaftliche Verwertung eignen. Oftmals ist jedoch eine Innovationslücke zwischen den wissenschaftlichen Ergebnissen und der technologischen Anwendung vorhanden, die zunächst weitere Entwicklungsschritte notwendig macht. Max-Planck-Innovation hat daher vor einigen Jahren mit der Lead Discovery Center GmbH (LDC) und der Life Science Inkubator GmbH (LSI) zwei Inkubatoren ins Leben gerufen, um ausgewählte Erfindungen aus dem Bereich der Lebenswissenschaften weiter zu entwickeln und so näher an den Markt heranzubringen. Das Konzept der Inkubation hat sich als voller Erfolg erwiesen und wurde daher 2013 von Max-Planck-Innovation sowohl regional als auch thematisch ausgeweitet.

Die **IT Inkubator GmbH** ist 2013 in Saarbrücken an den Start gegangen. Die Firma wurde von der Universität des Saarlandes und Max-Planck-Innovation ins Leben gerufen und soll Erfolg versprechende Technologien aufnehmen, die an den Forschungseinrichtungen der saarländischen Universitäten und den Max-Planck-Instituten entwickelt wurden. Der neue

In 2013, Max Planck Innovation received applications for 127 inventions (2012: 128) and 93 licensing agreements (incl. agreements for joint inventions and technology transfers) - (2012: 93). The licensing proceeds are expected to reach 22.5 million euros (2012: 25.1 million). In 2013, these included no sales of shareholdings, in particular of listed companies (2012: 4.4 million euros). The final figures for the 2013 financial year will not be available until the middle of 2014 due to downstream settlement of accounts by various licensees. The royalties will benefit the Max Planck institutes, the inventors and the Max Planck Society.

Five new spin-offs emerged from various Max Planck institutes in 2013. One of these spin-offs successfully attracted funding through Series A financing. Another was able to finance itself thanks to a large order. It is particularly noteworthy that funding, for example from programmes such as EXIST Research Transfer, GO-BIO and M4, has increasingly been attracted over recent years with a total volume of around 13.5 million euros for their pre-charter phase.

INCUBATION OF INVENTIONS – SUCCESSFUL MODELS ARE BEING EXPANDED

Many inventions are made each year as part of the basic research conducted at the institutes of the Max Planck Society which are suitable for commercial exploitation. However, an innovation gap often exists between the scientific results and technological application which initially makes additional development measures necessary. Max Planck Innovation therefore set up two incubators several years ago – the Lead Discovery Center GmbH (LDC) and the Life Science Inkubator GmbH (LSI) – to further develop selected discoveries in the life sciences and thus bring them closer to a marketable form. The incubation concept has proven resoundingly successful and was therefore expanded by Max Planck Innovation in 2013 both regionally and thematically.

The **IT Inkubator GmbH** was launched in Saarbrücken in 2013. The company was established by the University of Saarland and Max Planck Innovation and will accept promising technologies developed at the research institutions of the University of Saarland and the Max Planck institutes. The new IT incubator aims to provide a link between scientific research and industry by acting as an innovation bridge and consequently drive forward the development of new products. Rooms, infrastructure, contacts, technology and professional project management will be provided to the scientists working on accepted projects at the incubator to enable them to be further developed in a targeted



IT Inkubator soll als Innovationsbrücke die wissenschaftliche Forschung mit der Industrie verknüpfen und so die Entwicklung neuer Produkte vorantreiben. Den Wissenschaftlern aufgenommener Projekte werden im Inkubator Räumlichkeiten, Infrastruktur, Kontakte, Technik und professionelles Projektmanagement zur Verfügung gestellt, so dass die Projekte ziel- und marktgerichtet weiterentwickelt werden können. Erwartet wird, dass auf diesem Wege neue Unternehmen zur Vermarktung der Produkte gegründet werden und dass etablierte Industrieunternehmen die neuen Technologien und Produkte lizenzieren werden.

In Göttingen wurde die **Photonik Inkubator GmbH** gegründet. Hier werden neue Erkenntnisse aus der Photonik-Forschung künftig leichter in die Anwendung finden. Peter Gruss, Präsident der MPG, David McAllister, damaliger Ministerpräsident des Landes Niedersachsen, und Johanna Wanka, damalige niedersächsische Ministerin für Wissenschaft und Kultur, haben in Hannover den Photonik Inkubator vorgestellt. Die von Max-Planck-Innovation und dem Laser-Laboratorium Göttingen mit initiierte Tochterfirma des Life Science Inkubators in Bonn wird universitäre und außeruniversitäre Gründungsprojekte etwa aus der Lasertechnologie und der Mikroskopie technologisch so weit entwickeln und organisatorisch begleiten, dass sie bestmöglich für eine anschließende Ausgründung und Finanzierung vorbereitet sind. Der Photonik Inkubator soll mit Förderung durch das niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) demnächst operativ starten. Er wird eng mit der Life Science Inkubator GmbH in Bonn und dem Laser-Laboratorium Göttingen kooperieren und wird auch von Max-Planck-Innovation unterstützt.

and market-oriented way. This approach will result in the foundation of new companies for the commercialisation of products and in established industrial companies licensing the new technologies and products.

The **Photonik Inkubator GmbH** was founded in Göttingen. New discoveries in photonics research will find an easier path to application here in future. Peter Gruss, President of the MPG, David McAllister, the former prime minister of the federal state of Lower Saxony, and Johanna Wanka, Lower Saxony's former Minister for Science and Culture, presented the Photonik Inkubator in Hannover.

The new company, which was initiated (among others) by Max Planck Innovation and the Laser Laboratory Göttingen, is a subsidiary of the Life Science Incubator in Bonn. The company will technologically develop and provide organisational support for university and non-university projects in the fields of laser technology and microscopy, taking them to the stage where they can be commercialised by spin-off companies and financed by third parties.

The Photonik Inkubator should begin its activities shortly, with funding by the Lower Saxony Ministry of Science and Culture, and the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). It will co-operate with the Life Science Incubator GmbH in Bonn and the Laser Laboratory in Göttingen and will also be supported by Max Planck Innovation.

Die **Life Science Inkubator GmbH (LSI)**, die seit 2009 in Bonn operativ mehrere Ausgründungsvorhaben im Bereich der Lebenswissenschaften vorantreibt, hat nun in Dresden einen weiteren Ableger. Im LSI Dresden werden innovative Forschungsprojekte bis zu drei Jahre lang begleitet und bis zur Finanzierungsreife weiterentwickelt. Eine Public-Private-Partnership aus Bund, Land, Wissenschaftsorganisationen und privaten Investoren trägt das Konzept. „Ich wünsche mir, dass wir damit noch mehr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ermutigen, mit ihren Ideen eigene Technologie-Unternehmen zu gründen“, so die sächsische Wissenschaftsministerin Sabine von Schorlemer. Mit NanoscopiX und Cell's Kitchen haben bereits zwei Gruppen mit der Arbeit an ihren Projekten begonnen. Darüber hinaus hat sich am LSI Bonn der positive Trend fortgesetzt: LSI ist mit aktuell fünf parallelen Projekten am Standort Bonn voll ausgelastet. Durch eine Kooperation mit dem High-Tech-Gründerfonds (HTGF) konnte LSI bereits eine gemeinsame Ausgründung realisieren, eine weitere ist noch in Abstimmung.

Die von Max-Planck-Innovation im Jahr 2008 in Dortmund eingerichtete **Lead Discovery Center GmbH (LDC)** beschäftigt sich mit der pharmazeutischen Wirkstoffforschung und treibt Projekte, die aus der Forschung der Max-Planck-Gesellschaft und aus anderen Forschungseinrichtungen stammen, bis zur sogenannten Leitstruktur („Lead“) voran.

2013 teilte das LDC mit, dass ein innovatives Kinase-Inhibitor-Programm, das 2011 an die Bayer Pharma AG lizenziert wurde, den Eintritt in klinische Studien erreicht hat. Im Rahmen dieser Phase-I Studie wird u.a. die Sicherheit und Verträglichkeit des Wirkstoffes bei Patienten mit fortgeschrittenem Krebs untersucht. Vereinbarungsgemäß erhält das LDC mit Erreichen dieses Meilensteins eine weitere Zahlung von Bayer. Insgesamt könnten sich entwicklungsabhängige Meilensteinzahlungen auf bis zu 82,5 Millionen Euro und umsatzabhängige Meilensteinzahlungen auf bis zu 55 Millionen Euro belaufen. Außerdem hat das LDC Anspruch auf Lizenzgebühren an Produktverkäufen, wenn das Produkt vermarktet wird. Darüber hinaus ist das LDC 2013 unter anderem eine auf fünf Jahre angelegte strategische Partnerschaft mit Merck Serono eingegangen und hat mit AstraZeneca eine Allianz zur Wirkstoffforschung gebildet.

The **Life Science Inkubator GmbH (LSI)**, which has been operationally driving forward several spin-off projects in the life sciences since 2009 in Bonn, now has a further branch in Dresden. At **LSI Dresden**, innovative research projects are provided with support for up to three years and developed to financing stage. The concept is supported by a public-private partnership consisting of federal government, the federal state, science organisations and private investors. “I hope we inspire even more scientists to set up their own technology companies based on their ideas,” said Sabine von Schorlemer, Saxony's Science Minister. With NanoscopiX and Cell's Kitchen, two groups have already begun work on their projects. The positive trend has also continued at the LSI Bonn. The LSI is currently working at full capacity with five projects running in parallel at the Bonn site. Thanks to cooperation with the High-Tech-Gründerfonds (HTGF), LSI has already established a joint spin-off while another is still in the pipeline.

The **Lead Discovery Center GmbH (LDC)**, set up by Max Planck Innovation in Dortmund in 2008, focuses on research into active pharmaceutical substances and fosters the development of projects, which originate from research conducted by the Max Planck Society and other research institutions, to lead stage.

In 2013, the LDC announced that an innovative kinase inhibitor programme, which was licensed to Bayer Pharma AG in 2011, had reached clinical study stage. The safety and tolerance of the substance are amongst the aspects being tested on patients with advanced cancer as part of this phase-I study. Under the agreement, the LDC receives an additional payment from Bayer for achieving this milestone. In total, development-related milestone payments may total up to €82.5 million and revenues-related milestone payments up to €55 million. The LDC is also entitled to licence fees on product sales if the product is marketed. Furthermore, the LDC entered into a five-year strategic partnership with Merck Serono in 2013 and has formed an alliance with AstraZeneca concerning active substance research.

LIZENZVERTRÄGE

Die US-Firma **Sundance Diagnostics** hat genetische Marker lizenziert, die das Suizidrisiko bei Patienten ermitteln, die mit Antidepressiva behandelt werden. Die wissenschaftlichen Grundlagen für den Test hatten Forscher am **Max-Planck-Institut für Psychiatrie** gelegt. Wie die Forscher herausfanden, treten bei 8,1 Prozent der Patienten vermehrt Suizidgedanken unter der Behandlung mit Antidepressiva auf. Bei 59 Prozent dieser Patienten steigt die Suizidgefahr innerhalb der ersten zwei Wochen nach Behandlungsbeginn an oder bei Erhöhung der Antidepressiva-Dosis. „Der neue Test soll Ärzten dabei helfen, das Suizidrisiko bei Patienten zu senken, die mit Antidepressiva behandelt werden. Darüber hinaus sollen Patienten und Angehörige wertvolle Informationen erhalten, die sie gemeinsam mit dem behandelnden Arzt zur Abwägung der Risiken und Vorteile einer Medikamenten-Therapie nutzen können“, erklärt Kim Bechthold, Geschäftsführerin von Sundance Diagnostics. Die Forscher am Münchner Max-Planck-Institut hatten 79 genetische Biomarker entdeckt, die mit einer Zuverlässigkeit von mehr als 90 Prozent vorhersagen, welche Patienten suizidgefährdet sind, wenn ihnen ein Antidepressivum verschrieben wird. In den Vereinigten Staaten werden jedes Jahr über neun Millionen neue Rezepte für Antidepressiva verschrieben (IMS 2006 National Prescription Drug Audit).

LICENCE AGREEMENTS

The US company **Sundance Diagnostics** has licensed genetic markers which determine the suicide risk amongst patients being treated with antidepressants. Researchers at the **Max Planck Institute of Psychiatry** established the scientific foundations for the test. The researchers discovered that more suicidal thoughts occur in 8.1% of patients being treated with antidepressants. The suicide risk increases in 59% of these patients within the first two weeks of the start of treatment or if the dose of antidepressants is increased. “The new test should help doctors to reduce the suicide risk amongst patients being treated with antidepressants. It should also provide patients and family members with valuable information which they can use together with the doctor administering treatment to weigh up the risks and benefits of treatment with drugs,” explained Kim Bechthold, CEO of Sundance Diagnostics. The researchers at the Max Planck institute in Munich discovered 79 genetic biomarkers which predict with over 90% reliability which patients are at risk of suicide if they are prescribed antidepressants. Over nine million new prescriptions are made out for antidepressants in the US each year (IMS 2006 National Prescription Drug Audit).

MPG-AUSGRÜNDUNGEN SEIT 1990 | MPS SPIN-OFFS SINCE 1990

111 Ausgründungen, davon:

79 Projekte aktiv von Max-Planck-Innovation begleitet

52 „Venture Capital“-finanziert (davon 11 mit Corporate Beteiligung)

7 börsennotierte Firmen

22 M&A-Deals

2.540 Arbeitsplätze

7 Beteiligungen von Max-Planck-Innovation

31 MPG-Beteiligungen, davon 12 aktive Beteiligungen, 12 Exits und 7 Abschreibungen

111 spin-offs, including:

79 projects actively managed by Max Planck Innovation

52 financed by venture capital (11 with corporate shareholding)

7 exchange-listed companies

22 M&A deals

2,540 jobs

7 shareholdings by Max Planck Innovation

31 MPS shareholdings, including 12 active shareholdings, 12 exits and 7 write-offs

Dolby Laboratories erwarb Nutzungsrechte an einem Patentportfolio über ein innovatives Bildverarbeitungsverfahren des **Max-Planck-Instituts für Informatik**. Die neue HDRI-Technologie (High-Dynamic-Range-Imaging) erzeugt Bilder mit realistischerer Lichtintensität und Farbgebung und reduziert gleichzeitig die Datenmenge. Die Technologie basiert auf einem neuartigen Verfahren, mit dem man eine höhere Bildqualität auf HDR-fähigen Bildschirmen erreicht und das zugleich kompatibel für herkömmliche LDR-Bildschirme (Low-Dynamic-Range) ist. Jetzt will Dolby eine Anwendung dieser Technologie für Bildschirme der nächsten Generation entwickeln. „Dolby Laboratories ist der perfekte Lizenznehmer für diese Erfindung. Dolby ist in der Lage diese Erfindung in eine großartige Bildverarbeitungstechnologie für hervorragende Unterhaltungserlebnisse umzusetzen“, so Dr. Bernd Ctorteka, Patent- und Lizenzmanager bei Max-Planck-Innovation.

Eine vom **Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie** und dem **Deutschen Krebsforschungszentrum** entwickelte Technologie namens EASYDONut wurde von der **Abberior GmbH** lizenziert. Die neue Technologie vereinfacht es, hochauflösende Bilder weit unterhalb der Beugungsgrenze des sichtbaren Lichts aus der STED-Mikroskopie für die medizinische Forschung bereitzustellen, in dem sie die Laserstrahlen des STED-Mikroskops über ein einziges optisches Element gezielt auf die zu untersuchende Probe lenkt. „Die Innovation erleichtert die Anwendung der STED-Mikroskopie erheblich. Die Beobachtung von biologischen Prozessen im Mikrokosmos der Zelle wird vereinfacht sowie verbessert und eröffnet so neue Wege in der biologischen Forschung und medizinischen Diagnostik“, erläutert Dr. Bernd Ctorteka.

Dolby Laboratories acquired the usage rights to a patent portfolio for an innovative image processing technique developed by the **Max Planck Institute for Informatics**. The new HDRI (high dynamic range imaging) technology produces images with more realistic light intensity and colouration while at the same time reducing the data volume. The technology is based on an innovative method that delivers better image quality on HDR-enabled screens but is also compatible with conventional LDR (low dynamic range) screens. Dolby now intends to develop an application based on this technology for next-generation screens. “Dolby Laboratories is the perfect licensee for this invention. Dolby is in a position to transform this discovery into a fantastic image processing technology that will offer outstanding entertainment experiences,” remarked Dr. Bernd Ctorteka, Patent and Licence Manager at Max Planck Innovation.

A technology called EASYDONut developed by the **Max Planck Institute for Biophysical Chemistry** and the **German Cancer Research Center** has been licensed by **Abberior GmbH**. The new technology facilitates the provision of high-resolution images well below the diffraction barrier of visible light from STED microscopy for medical research by precisely directing the laser beams of the STED microscope onto the specimen under examination via a single optical element. “This innovation significantly facilitates the use of STED microscopy. It simplifies and improves the observation of biological processes in the microcosm of the cells and opens up new approaches in biological research and medical diagnostics,” explained Dr. Bernd Ctorteka.



AUSGRÜNDUNGEN

The **Captury GmbH** entwickelt eine neue Motion-Capture-Technologie, die am **Max-Planck-Institut für Informatik** erarbeitet wurde. Wenn computeranimierte Figuren wie Gollum im „Herr der Ringe“-Film durch wilde Landschaften streunen, schlüpfen dafür Schauspieler in hautenge Anzüge, die mit Markern beklebt sind. Diese reflektieren Infrarotlicht, das von einem speziellen Kamera-System ausgestrahlt und empfangen wird. „Die Anzüge sind jedoch für die Schauspieler unangenehm und auch die Marker behindern sie in ihren Bewegungen“, erklärt Nils Hasler vom MPI für Informatik. Die Forscher haben daher ein Verfahren entwickelt, das ohne diese Marker auskommt. Dafür werden Schauspieler in ihrer normalen Kleidung von gewöhnlichen Kameras gefilmt. Im Computer werden die Bewegungen von einer speziellen Software analysiert und als Bewegungsskelett auf eine virtuelle Figur übertragen. Die Technik kommt dabei auch mit Szenen zurecht, bei denen mehrere Personen gleichzeitig die Szene bevölkern und sich Körperteile in den Aufnahmen überlagern. Die neue Technologie ist auch für viele Anwendungen jenseits der Film- und Spieleindustrie interessant. Athleten könnten sie nutzen, um einzelne Bewegungen genau zu analysieren. Für Ärzte wird es damit viel einfacher, den Heilungserfolg nach Operationen an Gelenken bildlich darzustellen und genau zu verfolgen. Die Forscher am Max-Planck-Institut haben die Firma gegründet, um aus der bisherigen Software ein kommerzielles Produkt zu machen. „Es haben schon etliche Unternehmen aus der Filmindustrie und Sportvermarktung angeklopft“, so Hasler.

SPIN-OFFS

The **Captury GmbH** is developing a new motion-capture technology that was produced at the **Max Planck Institute for Informatics**. When computer-animated characters, such as Gollum in “Lord of the Rings”, roam through wild landscapes, actors slip into skin-tight suits covered with markers which reflect infrared light beamed and received by a special camera system. “But the suits are uncomfortable for the actors and the markers obstruct their movements,” explained Nils Hasler from the MPI for Informatics. The researchers have developed a method that works without these markers. Actors are filmed by conventional cameras wearing their normal clothing. The movements are analysed by special software on the computer and transferred to a virtual figure as a moving skeleton. The technology also performs well in scenes where several people appear simultaneously and body parts overlap during filming. The new technology also represents an attractive solution for many applications outside of the film and gaming industry. Athletes can use it for high-precision analysis of individual movements. It will make it much easier for doctors to visually display and closely monitor healing success after operations on joints. The researchers at the Max Planck institute have now founded the company to create a commercial product from the existing software. “We have already received numerous enquiries from companies in the film industry and sport marketing,” revealed Hasler.

Die **Drug Response Dx GmbH (DRDx GmbH)** hat erfolgreich ihre erste Finanzierungsrunde abgeschlossen. Die Gesellschaft verfügt über eine einzigartige Patentplattform, die von der ebenfalls beteiligten Max-Planck-Gesellschaft (MPG) exklusiv einlizenziert wurde. Das Investment dient der Entwicklung eines Biomarker-Testkits zur Steuerung von Behandlungen der rheumatoiden Arthritis (RA) mit sogenannten TNF-Alpha-Inhibitoren. Diese häufig zur Therapie verwendeten Inhibitoren zeigen frühestens nach einigen Monaten und nur bei ca. 65 % der Patienten erste Erfolge. Bei den Therapie-Versagern vergeht oft bis zu einem Jahr und somit kostbare Zeit, bis andere, wirksame Medikamente zum Einsatz kommen. Mit Hilfe des neuen DRDx-Testkits auf Basis von Protein-Biomarkern kann eine individuelle Wirksamkeitsvorhersage der TNF-Alpha-Inhibitoren für jeden Patienten bereits vor der Medikamentengabe getroffen werden. Für das neue Nachweisverfahren liegt bereits ein Machbarkeitsnachweis vor. Auch die erforderlichen Biomarker können bereits in technisch hoher Qualität und in größerem Umfang produziert werden. „Es freut uns, dass wir mit dem Diagnostikunternehmen QIAGEN und dem High-Tech-Gründerfonds (HTGF) zwei namhafte Investoren gefunden haben. Ihre Beteiligung bestätigt die hohen Erwartungen, die wir mit der innovativen Technologie im Bereich Companion Diagnostics verknüpfen“, sagt Astrid Giegold, Mitarbeiterin bei MI.

The **Drug Response Dx GmbH (DRDx GmbH)** has successfully completed its first financing round. The company has a unique patent platform which has been exclusively in-licensed by the Max Planck Society (MPG), which is also participating. The investment will be used to develop a biomarker test kit to monitor the treatment of rheumatoid arthritis (RA) with TNF-alpha inhibitors. These inhibitors, which are frequently used for treatment, only produce initial success after several months and in around just 65 % of patients. In patients who are not responsive to the treatment, it often takes up to a year before alternative, effective drugs are used, therefore wasting precious time. The new DRDx test kit based on protein biomarkers enables the effectiveness of the TNF-alpha inhibitors to be predicted individually for each patient before drugs are administered. Evidence of feasibility already exists for the new verification procedure. The biomarkers required can also already be produced to a high technical standard and on a large scale. “We are delighted to have found two well-known investors in the diagnostics company QIAGEN and the High-Tech-Gründerfonds (HTGF). Their participation confirms our high expectations of the innovative technology in the field of companion diagnostics,” said Astrid Giegold, an employee at MI.

VERANSTALTUNGEN

Auch in der organisationsinternen Wissensvermittlung hat MI seine Arbeiten ausgeweitet: Mit den Seminarreihen „Start-up Days“ und „Biotech Networkshop“ zum Thema Ausgründungen wurden gründungsinteressierte Wissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft für die Themen Technologietransfer und Firmenausgründungen sensibilisiert. Ein besonderes Augenmerk lag darauf, praxisrelevante Informationen und Erfahrungen rund um die Gründung und Finanzierung von Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

Mit der „European Drug Discovery Conference“ hat Max-Planck-Innovation 2009 eine Konferenzreihe für Wirkstoffforschung ins Leben gerufen, die alle zwei Jahre stattfindet. Wissenschaftler aus Forschungsinstituten und Industrie nutzten die Konferenz 2013 bereits zum dritten Mal, um neue und gemeinsame Ansätze in der Arzneimittelentwicklung zu finden.

Darüber hinaus stellte Max-Planck-Innovation der Industrie ausgewählte Forschungsergebnisse der Institute auf Technologiemesen vor. Die patentierten Erfindungen wurden hier den Industrievertretern zur Lizenzierung angeboten, so z.B. auf den Innovation Days in Berlin und der BioVaria in München, die beide von Max-Planck-Innovation mitorganisiert werden.

AKTUELLE TECHNOLOGIEANGEBOTE

finden Sie unter:

<http://www.max-planck-innovation.de/de/industrie/technologieangebote/index.php>

AKTUELLE PRESSEMELDUNGEN

stellen wir Ihnen bereit unter:

www.max-planck-innovation.de/de/aktuelles/pressemitteilungen/

HINTERGRUNDINFORMATIONEN ÜBER LIZENZVERTRÄGE UND AUSGRÜNDUNGEN

erhalten Sie in unserem Newsletter „Connecting Science & Business“:

www.max-planck-innovation.de/de/aktuelles/newsletter/

EVENTS

MI has also expanded its activities in internal knowledge transfer within the organisation. The series of seminars entitled “Start-up Days” and “Biotech Networkshop” on the subject of spin-offs gave Max Planck Society scientists interested in founding companies an insight into technology transfer and spin-offs. Special emphasis was placed on providing practice-oriented information and experiences relating to the foundation and financing of companies.

In 2009, Max Planck Innovation established the “European Drug Discovery Conference,” a conference series concerning research into active substances that takes place every two years. Scientists from research institutes and industry attended the third of the conferences in 2013 in a bid to find new and joint approaches to the development of medicines.

Max Planck Innovation also presented selected research results produced at the institutes to industry at technology trade fairs. The patented inventions were offered to industry representatives for licensing, including at the Innovation Days in Berlin and BioVaria in Munich, which are both co-organised by Max Planck Innovation.

CURRENT TECHNOLOGY OFFERS

can be found at:

http://www.max-planck-innovation.de/en/industry/technology_offers/index.php

CURRENT PRESS RELEASES

are available at:

www.max-planck-innovation.de/en/news/press_releases/

BACKGROUND INFORMATION ON LICENSING AGREEMENTS AND SPIN-OFFS

can be found in our newsletter “Connecting Science & Business”:

www.max-planck-innovation.de/en/news/newsletter/





Zentrale Angelegenheiten Central Matters

Seite **88**
Finanzen

Page **88**
Finances

Seite **93**
Personal

Page **93**
Staff

Seite **104**
Tochtergesellschaften

Page **104**
Subsidiaries

Seite **112**
Organigramm

Page **112**
Organigramme

Seite **114**
Personelle Zusammensetzung
der Organe

Page **114**
Staff of the Governing Bodies

Seite **122**
Forschungsstandorte

Page **122**
Overview of Research Facilities

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 berechneten 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 als assoziiertes Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft vom Bund und von den Sitzländern Bayern und Mecklenburg-Vorpommern nach den Regelungen für Großforschungseinrichtungen im Verhältnis 90:10 finanziert (**Haushalt B**). Ein Assoziationsvertrag mit EURATOM sichert und koordiniert die Zusammenarbeit mit der Europäischen Gemeinschaft auf dem Gebiet der Plasmaphysik.

Neben den Zuschüssen von Bund und Ländern zur institutionellen Förderung erhalten die Max-Planck-Gesellschaft und ihre Institute Projektförderungsmittel von Bundes- und Länderministerien und von der europäischen Union, 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 – as an associated member of the Helmholtz Association – 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.

EINNAHMEN HAUSHALT A | REVENUE BUDGET A

Haushalte der Institute einschließlich der rechtlich selbständigen Max-Planck-Institute für Eisenforschung und für Kohlenforschung („Antragsgemeinschaft“)	eigene Einnahmen Own income
Budgets of all MPIs, including the legally independent MPIs for Iron Research and Coal Research	Anteilsfinanzierung durch Bund und Länder Joint funding from the federal and state governments
	Sonderfinanzierung durch Bund, Länder Special funding from the federal and state governments
	Projektförderung durch Bund, Länder, sonstige öffentliche Zuschüsse, nichtöffentliche 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

EINNAHMEN HAUSHALT B | REVENUE 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
--	---

AUSGABENSTRUKTUR DER JEWEILIGEN HAUSHALTE STRUCTURE OF EXPENDITURES OF THE DIFFERENT BUDGETS

Betriebsausgaben | Total operating costs

Personalausgaben Personnel costs
sächliche Ausgaben Other operating costs
Zuschüsse Allocations

Investitionen | Investments

Bauinvestitionen Construction investments
Apparatemittel und sonstige Investitionen Other investments

Haushaltsplan 2014 – Gesamthaushalt

2014 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).

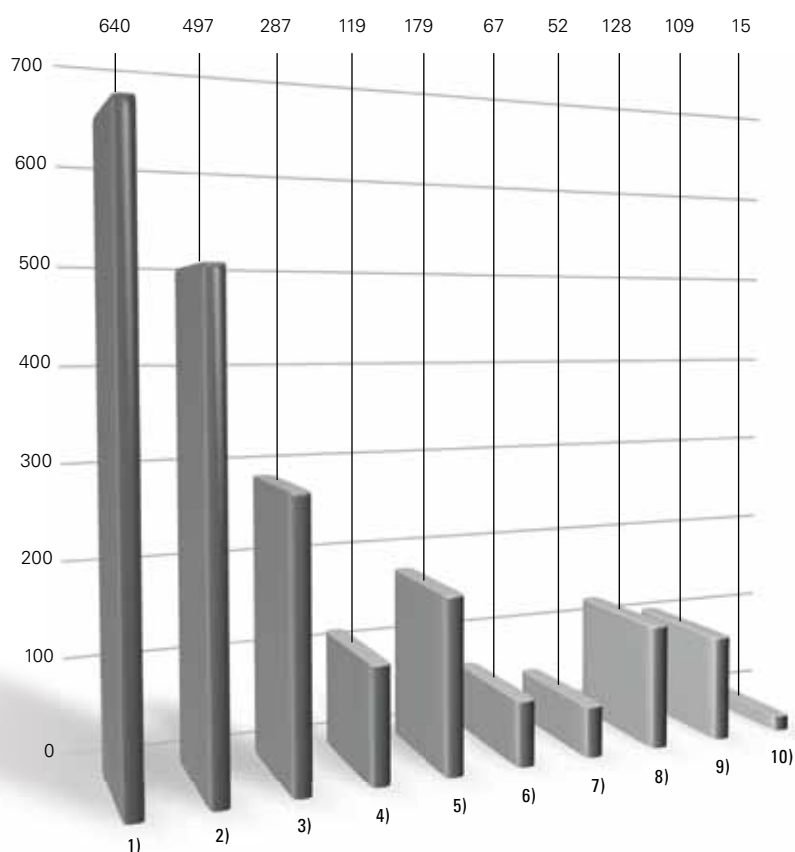
The total budget of the Max Planck Society covers Budget A – the budgets of the Institutes including the legally independent MPIs for Iron Research GmbH and for Coal Research (independent foundation) – and Budget B, the budget of the Max Planck Institute for Plasma Physics.

HAUSHALTSPLAN 2014 (in 1 000 Euro) | 2014 BUDGET (in 1 000 Euro)

		Haushalt der MPG (Haushalt A) MPS Budget (Budget A)	MPI für Plasma- physik (Haushalt B) ¹⁾ MPI for Plasma Physics (Budget B)	Gesamthaushalt MPG Total Budget MPS
EINNAHMEN	INCOME			
Eigene Einnahmen	Own Income	140.304	52.320	192.624
Projektförderung	Project funding	292.157	0	292.157
Sonderfinanzierung	Other funding	8.000	0	8.000
Einnahmen gesamt	Revenue	440.461	52.320	492.781
AUSGABEN	EXPENDITURE			
Personalausgaben	Personnel costs	608.884	64.548	673.432
Sächliche Ausgaben	Other operating costs	503.431	43.477	546.908
Zuweisungen / Zuschüsse	Allocations	168.848	3.121	171.969
Zwischensumme	Total	1.281.163	111.146	1.392.309
Baumaßnahmen	Construction expenditure	176.851	0	176.851
Apparatemittel, sonstige Invest.	Other financing expenditure	175.534	47.412	222.946
Zwischensumme	Total	352.385	47.412	399.797
Projektförderung	Project funding	292.157	0	292.157
Sonderfinanzierung	Special funding	8.000	0	8.000
Ausgaben insgesamt	Total expenditure	1.933.705	158.558	2.092.263
Zuschussbedarf	Subsidy requirement	1.493.244	106.238	1.599.482

1) Die Darstellung des Haushaltsplans 2014 des IPP beinhaltet dessen Zahlen nach Kenntnisaufnahme durch das Kuratorium am 05.11.2013. Eine Beschlussfassung ist vorgesehen, nachdem der Bundeshaushalt 2014 festgestellt ist. Die Zahlen sind in der Zuschusssystematik der MPG dargestellt und weichen vom Wirtschaftsplan des IPP ab. Der Haushalt A ist gemäß den Auflagen der Zuwendungsgeber brutto veranschlagt, der Haushalt B teilbrutto.

AUSGABEN 2014 NACH FORSCHUNGSBEREICHEN (in Mio. Euro)
2014 EXPENDITURE ACCORDING TO FIELDS OF RESEARCH (in million Euro)



1) Biologisch orientierte Forschung | [Life Science](#) 2) Physik | [Physics](#) 3) Chemie | [Chemistry](#) 4) Astronomie und Astrophysik | [Astronomy and Astrophysics](#) 5) Geschichts-, Sozial-, und Erziehungswissenschaften, Psychologie, Linguistik | [History and Social Sciences, Pedagogy, Psychology, Linguistics](#) 6) Medizinisch orientierte Forschung | [Medically oriented Research](#) 7) Rechtswissenschaften | [Jurisprudence](#) 8) Atmosphärische Wissenschaften und Geowissenschaften | [Atmospheric Sciences and Geosciences](#) 9) Mathematik, Informatik, Technische- / Ingenieurwissenschaften | [Mathematics, Comp. Science, Technical Sciences and Engineering](#) 10) Wirtschaftswissenschaften | [Economics](#)

HAUSHALT A

Der Senat der Max-Planck-Gesellschaft hat in seiner Sitzung am 22. November 2013 den Haushaltsplan 2014 auf der Grundlage des Beschlusses der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) vom 28. Juni 2013 festgestellt. Danach wurde der Max-Planck-Gesellschaft von Bund und Ländern eine Anhebung des Zuschusses um 5 % zugestanden.

Die institutionelle Förderung (Anteilsfinanzierung) des Bundes und der Länder beträgt 1.493,2 Mio. €. Der Zuschussbedarf der Max-Planck-Gesellschaft erhöht sich gegenüber 2013 um 71,1 Mio. €.

BUDGET A

In its session of 22 November 2013, the Senate of the Max Planck Society approved the 2014 budget on the basis of the resolution passed by the Joint Science Conference (GWK) on 28 June 2013, whereby the Max Planck Society was granted a 5 % increase in funding by the federal and state governments.

Institutional funding (proportionate financing) by the federal and state governments amounts to Euro 1,493.2m. The Max Planck Society's subsidy requirements were increased by Euro 71.7m compared to 2013.

HAUSHALT A (in 1 000 Euro) | BUDGET A (in 1 000 Euro)

		Haushaltsplan 2014 Budget 2014	Haushaltsplan 2013 Budget 2013	Veränderungen Changes	
Anteilsfinanzierung	Proportionate funding	1.493.244	1.422.137	5,00 %	5.00 %
Zuschuss für Betriebsausgaben	Subsidies for operating expenditure	1.180.453	1.132.229	4,26 %	4.26 %
Zuschuss für Investitionen	Subsidies for investment	312.791	289.908	7,89 %	7.89 %
Sonderfinanzierung	Special funding	8.000	6.572	21,73 %	21.73 %
Projektförderung	Project funding	292.157	283.800	2,94 %	2.94 %

Die Projektförderung wurde aufgrund der erwarteten Bewilligungen mit 292,2 Mio. € berücksichtigt.

In view of expected subsidies, project funding amounts to Euro 292.2m.

**HAUSHALT B – MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR PLASMAPHYSIK**

Der Wirtschaftsplan des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik besteht seit 1997 aus den Plänen der Teilinstitute in Garching und Greifswald.

Im Entwurf des Wirtschaftsplans 2014 sind vorläufig Ausgaben in Höhe von etwa 158,6 Mio. € veranschlagt.

**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 2014 budget envisages expenditure of around Euro 158.6m.

Personal Staff



FAMILIENFREUNDLICHE BESCHÄFTIGUNGSPOLITIK UND CHANCENGLEICHHEIT

Aktiv nach Frauen suchen – dieses Ziel hat sich auch die Max-Planck-Gesellschaft auf die Fahnen geschrieben und betrachtet es als eine zentrale Aufgabe, die Chancengleichheit von Frauen und Männern auf allen Karrierestufen nachhaltig zu fördern sowie die Potenziale von Frauen in der Wissenschaft noch besser zu nutzen. Obwohl schon seit einigen Jahren im Visier, erweist es sich nach wie vor als eine Herausforderung, mehr Wissenschaftlerinnen in Führungspositionen zu bringen. Die Steigerung von Frauenanteilen an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen bieten allgemein ein dynamisches Bild, dennoch hat die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) im Herbst 2011 flexible Zielquoten im Sinne eines Kaskadenmodells für die Forschungsorganisationen festgelegt. Im Zuge dessen hat sich die Max-Planck-Gesellschaft nach einem Beschluss ihres Senats gegenüber der GWK verpflichtet, für den Zeitraum 2012 bis 2017 ihre Frauenanteile in den höheren Einkommensgruppen (W2- und W3-Positionen sowie Vergütungsgruppen E13 bis E15 des Tarifvertrags für den öffentlichen Dienst), das heißt in Führungspositionen, erneut um jeweils fünf Prozentpunkte zu steigern.

Bereits im Zeitraum 2005 bis 2010 war es der Max-Planck-Gesellschaft im Rahmen einer Selbstverpflichtung gelungen, den Anteil von Frauen in Leitungspositionen um fünf Prozentpunkte zu erhöhen. So lag es nahe, dieses erfolgreiche Modell bis 2017 als organisationsspezifische Ausführung des Kaskadenmodells erneut anzuwenden.

FAMILY-FRIENDLY EMPLOYMENT POLICY AND EQUAL OPPORTUNITIES

Actively recruiting female employees is a goal to which the Max Planck Society is committed as well, viewing it as one of its central tasks to actively and sustainably promote equal opportunities between women and men in all career stages, and to foster the professional potential of women in science. Despite having pursued this objective for several years, appointing an increased number of female scientists to management positions remains a challenging task. The growing proportion of women at universities and non-university research institutions generally conveys a dynamic impression; nevertheless, the Joint Science Conference [*Gemeinsame Wissenschaftskonferenz, GWK*] set flexible target rates in line with a cascade principle for research organisations in autumn 2011. As a result, and following a resolution passed by its Senate, the Max Planck Society made a commitment to the Joint Science Conference to once again increase the proportion of women in the higher salary bands (W2 and W3 positions and in the remuneration categories E13 to E15 under the Collective Wage Agreement for Public Sector Workers [TVöD]) – i.e. in management positions – by five percentage points during the period from 2012 to 2017.

The Max Planck Society had already succeeded in raising the share of women in management positions by five percentage points in the period from 2005 to 2010 by means of a self-imposed commitment. It therefore seemed logical to reapply this successful model until 2017 as an organisation-specific version of the cascade model.

Das anvisierte Ziel ist hoch gesteckt: Wissenschaftler/-innen in der Qualifizierungsphase bleiben im Schnitt fünf bis sieben Jahre; nur Direktorinnen und Direktoren sind in der Regel unbefristet beschäftigt. Dort wo Stellen frei werden, müssen also überproportional viele Frauen berücksichtigt und gewonnen werden. Gleichzeitig will die Max-Planck-Gesellschaft die Bestenauslese nach dem Harnack-Prinzip, das sich lange bewährt hat, keinesfalls zur Disposition stellen – Geschlecht darf nicht vor Qualität gehen.

Die ambitionierten Ziele der Selbstverpflichtung 2012 – 2017 sehen Folgendes vor:

Im W3-Bereich wird die Max-Planck-Gesellschaft den Anteil der Frauen von 8,7% (1.1.2012) auf 13,7% (1.1.2017) erhöhen. Dieses Ziel ist ehrgeizig, denn bei bis zu ca. 70 in diesem Zeitraum anstehenden Berufungen (einschließlich der Nachbesetzung von sechs emeritierenden Direktorinnen) muss nahezu jede dritte Abteilung bis 2017 mit einer Direktorin besetzt werden können.

Im W2-Bereich müssen fast 50% aller zu besetzenden Stellen mit Frauen besetzt werden, um – bei gleichbleibender Stellenzahl und Geschlechterrelation – eine Erhöhung von 27,4% (1.1.2012) auf 32,4% (1.1.2017) erreichen zu können.

Im TVöD-Bereich (E 13 bis E 15 TVöD) soll der Anteil von Frauen von 28,3% am 1.1.2012 auf 33,3% am 1.1.2017 gesteigert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sind ebenfalls erhebliche Anstrengungen erforderlich: Ausgehend vom derzeitigen Geschlechterverhältnis und bei gleichbleibender Anzahl an Stellen insgesamt sind pro Jahr zusätzlich fast 50 Frauen neu zu gewinnen.

Die Bilanz zum Jahresende 2013 zeigte einerseits, dass die Max-Planck-Gesellschaft in ihrem Bemühen, mehr Frauen für Führungspositionen zu gewinnen, nicht nachlassen darf. Insbesondere die Doktoranden- und Postdoc-Phase spielt eine Schlüsselrolle für die Erhöhung des Anteils an Wissenschaftlerinnen in leitenden Positionen, da in der Regel in dieser Zeit die Entscheidung für oder gegen eine Karriere in der Wissenschaft getroffen wird, was vielfach mit dem Zeitpunkt der Familiengründung zusammenfällt. Bei der Rekrutierung von Nachwuchswissenschaftlerinnen kann die Max-Planck-Gesellschaft durchaus Erfolge vorweisen: Bei den Doktoranden lag der Frauenanteil am 1. Januar 2014 bei 40,9%, bei den Postdoktoranden bei 32,4%. Selbst in den MINT-Fächern, in denen der Anteil an Wissenschaftlerinnen im Regelfall besonders gering ist, schneidet die Max-Planck-Gesellschaft gut ab:

The Max Planck Society has set itself a very ambitious target: scientists in positions where they can qualify for management roles usually remain for five to seven years on average; in general, only directors are permanently appointed. When positions become available, a disproportionately high number of women must therefore be taken into consideration and appointed. At the same time, the Max Planck Society certainly does not wish to discard its proven recruitment model known as the Harnack principle involving selection based on merit – gender cannot take precedence over quality.

The ambitious goals of the self-imposed commitment for 2012 – 2017 are as follows:

With regard to W3 positions, the Max Planck Society will increase the share of women from 8.7% (Jan. 1, 2012) to 13.7% (Jan. 1, 2017). This is an ambitious goal, because the number of appointments to be realised in this period, up to approx. 70 (including appointing successors for six female directors who will receive emeritus status), mean that almost one in three departments must include a female director by 2017.

With regard to W2 positions, nearly 50% of all available positions must be filled by women in order to achieve an increase from 27.4% (Jan. 1, 2012) to 32.4% (Jan. 1, 2017) – assuming no change in the gender ratio and number of positions.

The share of women employed under the Collective Wage Agreement for Public Sector Workers (E13 to E15) is due to climb from 28.3% on Jan. 1, 2012 to 33.3% on Jan. 1, 2017. Reaching this goal will also require a significant effort: based on the current gender ratio and assuming that the number of positions remains the same, the Max Planck Society will need to newly recruit nearly 50 women per year.

Taking stock at the end of 2013 reveals that the Max Planck Society must not relax its efforts to recruit more women for management positions. The doctoral and post-doc phases play a particularly important role with regard to increasing the number of female scientists in management positions, because it is usually at this stage that women decide either for or against a career in science, which often also coincides with the desire to start a family. The Max Planck Society has been successful in recruiting female junior scientists: by January 1, 2014, 40.9% of all doctoral candidates and 32.4% of all post-docs were women. Even in the MINT subjects, where the share of female scientists is traditionally very small, the Max Planck Society has achieved promising results: in the Chemistry, Physics and Technology Section, 28.7% of all doctoral

In der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion liegt der Frauenanteil bei den Doktoranden bei 28,7%, bei den Postdoktoranden bei 21,6%.

Weiterhin kommen die **sektionsübergreifenden Empfehlungen** des „Arbeitsausschusses zur Förderung der Wissenschaftlerinnen“ des Wissenschaftlichen Rats der Max-Planck-Gesellschaft zur Erhöhung des Anteils in Führungspositionen vor allem bei der Gewinnung von Direktor(inn)en zur Anwendung.

Eine Voraussetzung, um mehr Frauen für Leitungspositionen zu gewinnen, ist die **Vereinbarkeit von Beruf und Familie**. Seit fast zehn Jahren widmet sich die Max-Planck-Gesellschaft diesem Thema mit Nachdruck: 2006 erhielt sie als erste Wissenschaftsorganisation in Gänze das **Audit-Zertifikat** der gemeinnützigen GmbH *berufundfamilie*, nachdem sie sich einem aufwändigen Auditverfahren unterzogen hatte. Dabei wurden der Bestand familienorientierter Maßnahmen begutachtet sowie weiterführende Initiativen zur Verwirklichung einer familienbewussten Unternehmenspolitik definiert. Dadurch möchte die Max-Planck-Gesellschaft ihre Attraktivität im internationalen Umfeld steigern, leichter hochqualifizierte neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gewinnen und die Identifikation der Beschäftigten mit den familienfreundlichen Bedingungen in der MPG steigern.

2009 und 2012 folgte erneut eine Re-Auditierung und die Verlängerung des Zertifikats bis 2015, nachdem zusätzliche Work-Life-Balance-Maßnahmen festgeschrieben wurden. Die Max-Planck-Gesellschaft baut nach den drei Auditierungen auf eine verstärkte Sensibilisierung ihrer Institute und Einrichtungen für alle Aspekte zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie. Die Institute sind weiterhin berechtigt, das europaweit geschützte Zertifikatslogo auf Veröffentlichungen, Druckschriften, Korrespondenzen und Stellenanzeigen zu verwenden.

Die Max-Planck-Gesellschaft unterstützt die traditionelle Willkommenskultur der Institute schon seit langem durch ganz konkrete Maßnahmen. Um Ehe- und Lebenspartnern von Wissenschaftlern/-innen eine angemessene Tätigkeit an einem neuen Standort zu vermitteln, arbeitet sie eng mit Partnern in regionalen Netzwerken zusammen. Mit zusätzlichen immateriellen Serviceleistungen unter dem Oberbegriff **Dual Career** will die MPG ihre Attraktivität im Wettbewerb um die besten Wissenschaftler/-innen steigern und damit einen Beitrag zur Chancengleichheit von Frauen und Männern und zur besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf leisten.

candidates and 21.6% of all post-docs are women. Furthermore, these efforts were bolstered by applying the **intersectional recommendations** drawn up by the “Working Committee on the Promotion of Female Scientists” of the Max Planck Society’s Scientific Council aimed at increasing the proportion of women in management positions, especially in the recruitment of women for Director posts.

One of the prerequisites for attracting more women to senior positions is the ability to **reconcile career and family**. The Max Planck Society has focused heavily on addressing this issue for almost ten years and became the first full scientific organisation to be certified by the non-profit organisation *berufundfamilie* in 2006 after undergoing a comprehensive **audit**. The implementation of family-oriented measures was audited, and further initiatives to provide a family-conscious corporate policy were defined. The Max Planck Society thereby aims to raise its international profile as an attractive employer, to make it easier to attract highly qualified staff, and to improve employee identification with the MPG through a satisfactory work-life balance.

Re-audits were carried out in 2009 and 2012, and the certification was renewed until 2015 after additional work-life-balance measures had been defined. Following the three audits, the Max Planck Society is building on a greater level of awareness at its institutes and facilities regarding all aspects of the reconciliation of career and family. The institutes remain entitled to use the certificate logo (which is protected at European level) in publications, printed documents, correspondence and job advertisements.

The Max Planck Society has long been supporting the institutes’ traditional welcoming culture by implementing very specific measures. In order to help the spouses and life partners of scientists find an appropriate position at their new location, the Max Planck Society cooperates very closely with partners from regional networks. Together with additional, intangible services that form part of the **dual career** measures, the MPG is keen to present itself as an attractive employer when competing for the best scientists, thus contributing to the equality between woman and men as well as to an improved work-life balance.

BESCHÄFTIGTE, STIPENDIATEN UND GASTWISSENSCHAFTLER IN DER MPG ZUM 1. JANUAR 2014
EMPLOYEES, GRANTEES AND VISITING SCIENTISTS IN THE MPS ON JANUARY 1, 2014

		Gesamt Total	Frauen- anteil Percentage of women	Inst. Förde- rung + MPG Vorhaben Inst. Fund. + MPS Projects	Drittmittel Third-party funds	Personal aus Haushalten Dritter Staff not on payroll register
Direktoren und Wissenschaftliche Mitglieder	Directors and Scientific Members	286	11,2 %	286	0	
MP Forschungsgruppenleiter	MP Research Group leaders	114	28,9 %	106	8	
Forschungsgruppenleiter W2	Senior Research Scientists W2	223	26,5 %	210	13	
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Academic staff	4.893	29,6 %	3.208	1.685	
Wissenschaftler	Scientists	5.516	28,5 %	3.810	1.706	
Doktoranden mit Fördervertrag	PhD students with grant agreement	1.324	39,3 %	847	477	
Technik	Technical and IT staff	3.803	41,8 %	3.529	274	
Administration	Administration	4.283	67,8 %	4.204	79	
Nichtwissenschaftliches Personal	Total non-scientific staff	8.086	55,6 %	7.733	353	
Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte	Student and scientific assistants	1.465	51,1%	1.224	241	
Auszubildende	Trainees	508	38,4 %	508	0	
Praktikanten	Interns	99	49,5 %	91	8	
Auszubildende und Praktikanten	Trainees and Interns	607	40,2 %	599	8	
Beschäftigte	Total number of employees	16.998	44,6 %	14.213	2.785	
Bachelor IMPRS	Bachelor IMPRS	50	34,0 %	38	12	
Doktoranden mit Stipendium	PhD Students	2.169	41,9 %	2.000	169	
Postdoktoranden	Postdocs	1.231	32,7 %	1.132	99	
Forschungsstipendiaten	Research Fellows	214	25,2 %	204	10	
Stipendiaten	Grantees	3.664	37,7 %	3.374	290	
Gastwissenschaftler	Visiting scientists	978	39,3 %	0	0	978
Stipendiaten und Gäste	Total number of Grantees and Visiting scientists	4.642	38,1 %	3.374	290	978
MPG gesamt	MPS total	21.640	43,2 %	17.587	3.075	978

Zusätzlich besteht ein Kooperationsprojekt zur Gästebetreuung der Max-Planck-Gesellschaft mit der Technischen Universität München (TUM): **Munich Welcome!** Im Rahmen dieser strategischen Kooperation bündeln TUM und Max-Planck-Gesellschaft ihre Kräfte in der Gewinnung und Weiterentwicklung exzellenter, internationaler Wissenschaftstalente. Gemeinsam und aus einer Hand werden passgenaue Services für Hochqualifizierte angeboten. Damit entsteht für internationale Wissenschaftler eine exklusive Erstanlaufstelle, die für die reibungslose Integration und Relocation in die Metropole München sorgt und sich umfassend deren besonderen Herausforderungen stellt. Um zusätzlich regionale Potenziale zu erschließen, bildet Munich Welcome! ein Netzwerk der führenden Organisationen in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, innerhalb dessen weitere Kräfte in der Metropolregion München gebündelt werden und Best Practice-Beispiele in der Gewinnung und Bindung von Spitzenkräften ausgetauscht werden.

Im Bereich Kinderbetreuung hat die Max-Planck-Gesellschaft während der Laufzeit des Pakts für Forschung und Innovation ihre Betreuungsmöglichkeiten deutlich ausgebaut. Während 2005 erst in 20 Instituten Kinderbetreuungsmöglichkeiten zur Verfügung standen, bestehen derzeit bereits bei 58 Instituten Kooperationsvereinbarungen mit externen Trägern; in zwei weiteren Max-Planck-Instituten befinden sich Kooperationen in der Planung. Für die Mitarbeiter der Institute im Raum München besteht zusätzlich die Möglichkeit, die „Citykrippe“ des pme Familienservice zu nutzen. Darüber hinaus können im gesamten Bundesgebiet die Kinderbetreuungs- und Pflegeserviceleistungen des Anbieters „Besser Betreut GmbH“ in Anspruch genommen werden.

In addition, the Max Planck Society and the Technische Universität München (TUM) set up a joint project for welcoming and looking after guests: **Munich Welcome!** In the framework of this strategic cooperation, the TUM and the Max Planck Society have joined forces in recruiting and fostering highly talented, international scientists. Together they offer a range of tailored services from a single source for highly qualified candidates. This project thus serves as an exclusive first port of call for international scientists by ensuring a smooth transition when they relocate, helping them become integrated in their new environment and comprehensively dealing with the special challenges they face. In order to also attract suitable candidates from the local area, Munich Welcome! forms part of a network comprising leading scientific, economic and political organisations which serves to pool further efforts in the greater Munich area and exchange examples of best practice with respect to recruiting and retaining top scientists.

During the term of the Pact for Research and Innovation, the Max Planck Society significantly increased the number of **childcare facilities** available to its employees and their families. While back in 2005 only 20 institutes offered daycare services, a total of 58 institutes have meanwhile concluded cooperation agreements with external service providers; another two institutes are currently planning similar agreements. Employees working at institutes in the Munich area also have access to the “Citykrippe” daycare centre run by *pme Familienservice*. Furthermore, all Max Planck institutes and their employees nationwide can also use the services provided by *Besser Betreut GmbH* to arrange childcare.

Bereits 2009/2010 und dann als Neuauflage 2012/2013 hat die Max-Planck-Gesellschaft (in Kooperation mit der EAF – Europäische Akademie für Frauen in Politik und Wirtschaft, Berlin) besonders herausragenden Postdoktorandinnen ein **Careerbuilding-Programm** angeboten. Ziel war es, in drei Seminarmodulen die Wissenschaftlerinnen bei der Karriereplanung und Karrieregestaltung zu unterstützen und auf eine Führungsaufgabe in der Wissenschaft vorzubereiten. Themen dabei waren etwa:

- Drittmittelakquise: System der Forschungsförderung, Mittelgeber, Förderkriterien und Erfolgsfaktoren
- Führung im Wissenschaftsbetrieb: Führungsanforderungen, Führungsgrundsätze, Selbstführung, Verhandlungsführung, Kommunikationsmodelle
- Berufung: Ablauf des Berufungsverfahrens, Bewerbungsstrategien, Selbstmarketing, Erfolgsfaktoren.

Eine dritte Auflage des Programms für 2014/2015 wird derzeit vorbereitet.

Um junge Wissenschaftlerinnen auf ihrem Weg in Leitungspositionen in der Wissenschaft zu unterstützen, werden sie durch Fort- und Weiterbildungsangebote, durch Veranstaltungen, die eine Netzwerkbildung unterstützen, und durch Mentorinnen und Mentoren, die auf allen Karrierestufen als Ratgeber zur Verfügung stehen, bestmöglich auf Leitungspositionen in der Wissenschaft vorbereitet. Dabei ist das seit 2001 bestehende **Mentoring-Programm der Max-Planck-Gesellschaft Minerva FemmeNet** für Nachwuchswissenschaftlerinnen sehr hilfreich. Es wurde kontinuierlich ausgebaut und von der Max-Planck-Gesellschaft im Jahr 2009 institutionalisiert. Es steht (Nachwuchs-)Wissenschaftlerinnen – von der Diplomandin bis zur Juniorprofessorin – aller Sektionen und Institute der Max-Planck-Gesellschaft sowie den Alumnae offen. Mit Stand vom 31.12.2013 beteiligten sich mehr als 300 Mentorinnen und über 390 Mentees am Netzwerk. Besonders auf Seiten der Mentees ist die Nachfrage nach den Angeboten des Programms weiterhin groß. Das Programm basiert auf drei Säulen: Auf einer 1:1-Mentoringkooperation zwischen jeweils einer Mentee und einer Mentorin, auf einem Trainingsangebot mit deutsch- und englischsprachigen Workshops und Seminaren, und auf der Vernetzung von Wissenschaftlerinnen untereinander.

Back in 2009/2010 and again in 2012/2013, the Max Planck Society (in cooperation with the Berlin-based European Academy for Women in Politics and Business, EFA) offered a **Career-Building Programme** for especially outstanding female post-docs. The aim of the programme was to present three seminar modules to help female scientists plan and shape their careers, and to prepare them for a management role in science. The topics addressed included the following:

- Acquisition of third-party funds: research grant system, donors, funding criteria and success factors
- Leadership in an academic setting: leadership requirements, leadership principles, self-management, negotiating skills, communication models
- Appointment: the recruitment process, job application strategies, self-marketing, success factors

A third edition of this programme is currently being planned for 2014/2015.

The Max Planck Society supports young female scientists on their path to management positions in science by providing further education and advanced training courses, networking events and the aid of mentors who can provide advice in all career stages. The **Max Planck Society's Minerva FemmeNet Mentoring Programme**, which was established in 2001 and is targeted at female junior scientists, is very helpful in this respect. This programme has been continually expanded and became institutionalised by the Max Planck Society in 2009. The services it provides are available to all female (junior) scientists and alumnae from all sections and institutes of the Max Planck Society – from diploma candidates to junior professors. As at December 31, 2013, this network comprised more than 300 mentors and over 390 mentees. Especially the number of mentees interested in participating in this network continues to rise. The programme is based on three pillars: a 1:1 mentoring cooperation between one mentor and one mentee, training workshops and seminars held in German and English, and a network linking up female scientists.



Die Mentees und Mentorinnen bei Minerva-FemmeNet sind Wissenschaftlerinnen oder Ehemalige von inzwischen 68 Instituten. Aktive und ehemalige Mentorinnen und Mentees, mehrere Max-Planck-Direktorinnen, aber auch Max-Planck-Direktoren und viele Alumnae der Max-Planck-Gesellschaft stehen zur Verfügung.

Daneben bestehen zusätzliche regionale Netzwerke: Zwei universitätsübergreifende in Hessen (MentorinnenNetzwerk und SciMento-hessenweit) sowie ein universitätsübergreifendes Netzwerk in Baden-Württemberg (MuT – Mentoring und Training).

Mit der Beteiligung der Max-Planck-Gesellschaft an dem von der Robert-Bosch Stiftung ins Leben gerufenen Netzwerk **AcademiaNet** bzw. der entsprechenden Datenbank zur Erfassung von herausragenden Wissenschaftlerinnen soll hochtalentierten Frauen zu einer besseren Sichtbarkeit in der akademischen Welt verholfen werden.

The female mentees and mentors who form part of the Minerva FemmeNet are scientists or alumnae from meanwhile 68 different institutes. Currently active and former mentors and mentees, several female Max Planck Directors, but also male Max Planck Directors and numerous alumnae of the Max Planck Society are available to provide professional career advice.

This programme is complemented by additional regional networks: two inter-university networks in the federal state of Hesse (*MentorinnenNetzwerk* and *SciMento-hessenweit*) as well as an inter-university network in the state of Baden-Württemberg (*MuT – Mentoring und Training*).

By participating in **AcademiaNet**, a network that was founded by the Robert Bosch Foundation and features a database of outstanding female scientists, the Max Planck Society has successfully adopted yet another measure that should help highly talented women to become more visible in the world of academia.

GESAMTENTWICKLUNG

In der Max-Planck-Gesellschaft waren am 01. Januar 2014 insgesamt 16.998 Mitarbeiter (Vorjahr 16.918) beschäftigt, davon 5.516 Wissenschaftler (Vorjahr: 5.470), das entspricht einem Anteil von 32,5 % an den Gesamtbeschäftigten und einem Plus von 0,5 %. Zusätzlich forschten am 01.01.2014 in den 83¹ Forschungseinrichtungen 4.642 Stipendiaten und Gastwissenschaftler (Vorjahr: 4.487). Insgesamt waren 21.640 Mitarbeiter (16.998 Beschäftigte und 3.664 Stipendiaten und 978 Gastwissenschaftler) in der Max-Planck-Gesellschaft tätig (Vorjahr: 21.405 Mitarbeiter), das entspricht im Vergleich zum Vorjahr einer Zunahme von 1,1 %.

Im Verlauf des Jahres 2013 waren in der Max-Planck-Gesellschaft 13.178 studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte, Bachelor, Stipendiaten der International Max Planck Research Schools, Doktoranden, Postdoktoranden, Forschungsstipendiaten und Gastwissenschaftler tätig, das sind geringfügig mehr als im Vorjahr (13.149).

1) Das „Max-Planck Florida Institute for Neuroscience“ ist zahlenmäßig nur durch zwei Wissenschaftliche Mitglieder, sowie das „Max Planck Institute Luxembourg for International, European and Regulatory Procedural Law“ nur durch ein Wissenschaftliches Mitglied repräsentiert.

OVERALL DEVELOPMENT

On 1 January 2014, the Max Planck Society employed a total of 16,998 staff (previous year 16,918), of whom 5,516 were scientists (previous year: 5,470). This represents 32.5 % of the total number of employees and an increase of 0.5 %. Additionally, as of 1.1.2014 there were 4,642 junior and visiting scientists (previous year: 4,487) working in the 83¹) institutes of the Max Planck Society. A total of 21,640 people (16,998 staff and 3,664 junior and 978 visiting scientists) worked at the MPS (previous year: 21,405), representing an increase of 1,1 % as compared with the previous year.

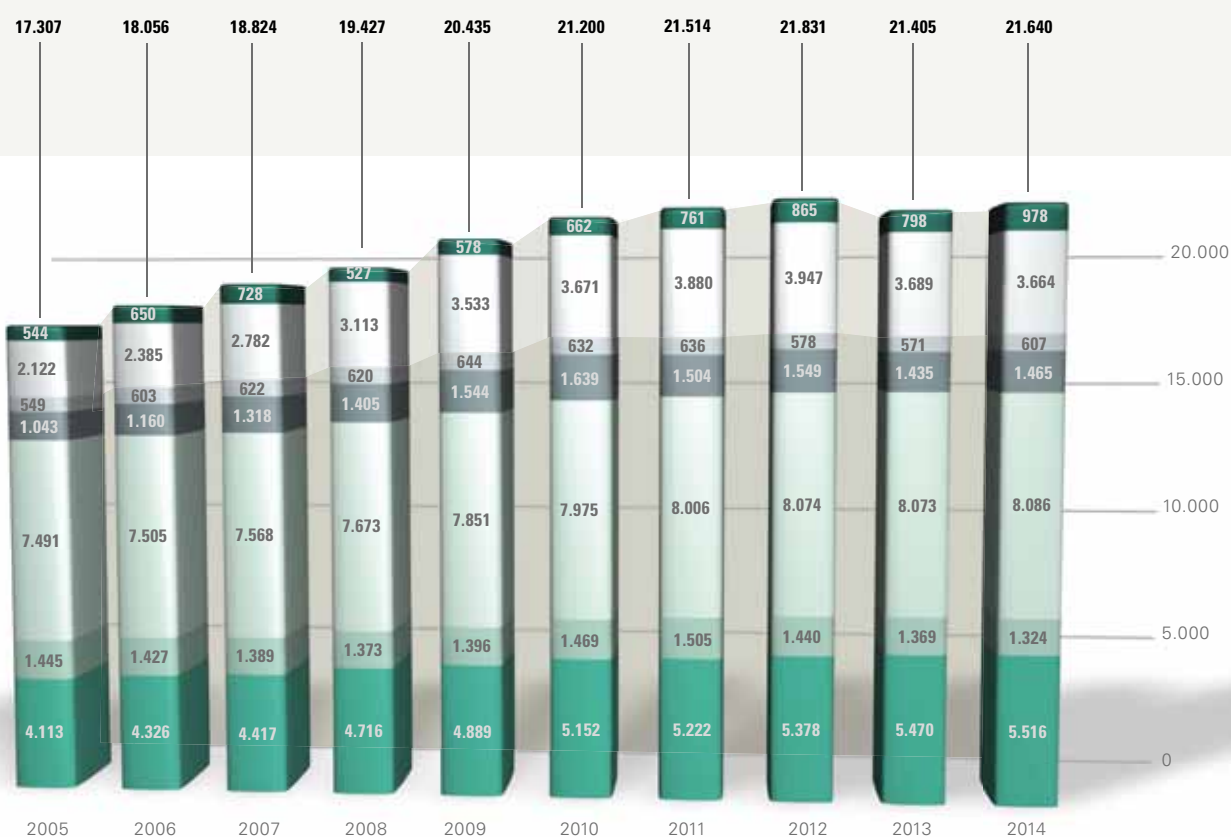
A total of 13,178 student and scientific assistants, fellows of the International Max Planck Research Schools, doctoral students, postdoctoral students, research fellows and visiting scientists worked at the MPS in the course of 2013, which is a small increase compared with the previous year (13,149).

1) The figures of the Max Planck Florida Institute for Neuroscience are represented by two scientific members, the Max Planck Institute Luxembourg for International, European and Regulatory Procedural Law is represented by one scientific member.

NACHWUCHS- UND GASTWISSENSCHAFTLER IM JAHR 2013 | JUNIOR AND VISITING SCIENTISTS IN 2013

		Männer Men	Frauen Women	Gesamt Total
Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte	Student and scientific assistants	1.448	1.476	2.924
Bachelors	Bachelors	66	54	120
Doktoranden	PhD-Students	2.938	2.062	5.000
Postdoktoranden	Postdocs	1.481	741	2.222
Forschungsstipendiaten	Research Fellows	563	121	684
Wiss. Nachwuchs	Junior scientists	6.496	4.454	10.950
Gastwissenschaftler (EU)	Visiting scientists (EU)	83	49	132
Gastwissenschaftler (Personal finanziert aus Haushalten Dritter)	Visiting scientists (Staff funded from third party budgets)	1.344	752	2.096
Gastwissenschaftler	Visiting scientists	1.427	801	2.228
Gesamt	Total	7.923	5.255	13.178

**ENTWICKLUNG PERSONAL GESAMT (BESCHÄFTIGTE, STIPENDIATEN UND GASTWISSENSCHAFTLER)
DER MPG 2005–2014, STICHTAG JEWEILS 1.1. | GENERAL STAFF DEVELOPMENT (EMPLOYEES, GRANTEES
AND VISITING SCIENTISTS) OF THE MPS 2005–2014, AS OF JANUARY 1 IN EACH CASE**



- Wissenschaftler | Scientists
- Doktoranden mit Fördervertrag | PhD students with grant agreement
- Nichtwissenschaftl. Personal | Non-scientific staff
- Beschäftigte | Employees
- Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte | Student and scientific assistants
- Auszubildende und Praktikanten | Trainees and interns
- Stipendiaten | Grantees
- Gastwissenschaftler | Visiting scientists
- MPG gesamt (Kopfzahlen) | MPS total (headcounts)

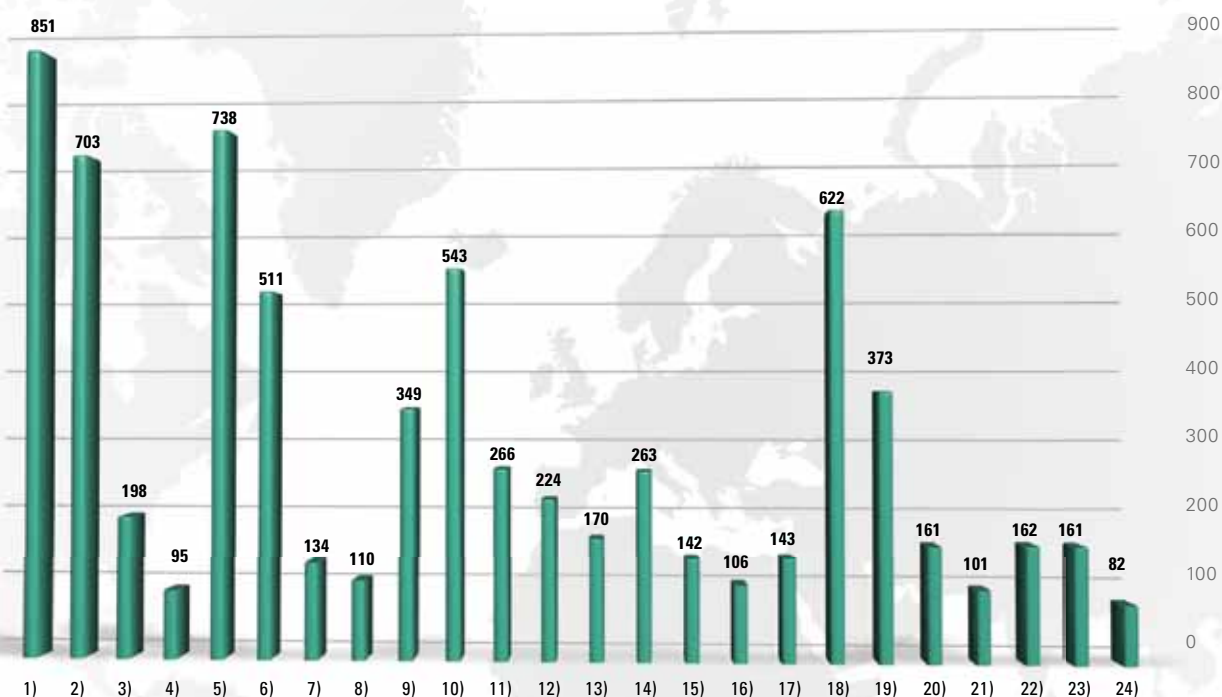
Von den 16.998 Gesamtbeschäftigten wurden 14.213 Mitarbeiter (davon 3.810 Wissenschaftler) aus institutioneller Förderung und 2.785 Mitarbeiter (davon 1.706 Wissenschaftler) aus Drittmitteln finanziert.

Der Anteil der Frauen ist minimal gestiegen, er lag bei den Beschäftigten insgesamt bei 44,6 % (Vorjahr: 44,4 %): unter den Wissenschaftlern insgesamt betrug er 28,5 % (Vorjahr: 28,1 %), 19,9 % unter den W3- und W2-Wissenschaftlern (Vorjahr: 19,5 %), 29,4 % unter den wissenschaftlichen TVöD-Beschäftigten (Vorjahr: 29,2 %), und unter den nichtwissenschaftlichen Beschäftigten lag er bei 55,6 % (Vorjahr: 55,2 %). 39,9 % der Nachwuchs- und Gastwissenschaftler im Jahr 2013 waren Frauen (Vorjahr: 40,6 %).

Of the total staff of 16,998, 14,213 (including 3,810 scientists) were paid from institutional funds and 2,785 staff members (including 1,706 scientists) were paid from project funding.

The percentage of women employed by the MPS has increased slightly: the percentage of the total staff members represented by women was 44.6 % (previous year: 44.4 %); among scientific staff it was 28.5 % (previous year: 28.1 %), 19.9 % for scientists on W3 and W2 level (previous year: 19.5 %), 29.4 % for scientific staff with TVöD (public remuneration scheme) (previous year: 29.2 %), and among non-scientific staff it was 55.6 % (previous year: 55.2 %). 39.9 % of junior and visiting scientists in 2013 were women (previous year: 40.6 %).

NATIONALITÄTEN DER AUSLÄNDISCHEN NACHWUCHS- UND GASTWISSENSCHAFTLER IM JAHR 2013 NATIONALITIES OF JUNIOR AND VISITING SCIENTISTS FROM ABROAD IN 2013



1) China | China 2) Indien | India 3) Japan | Japan 4) Israel | Israel 5) übriges Asien | Rest of Asia 6) USA | USA 7) Kanada | Canada
8) Brasilien | Brazil 9) übriges Süd-/Mittelamerika | Rest of South & Central America 10) Italien | Italy 11) Frankreich | France
12) Polen | Poland 13) Großbritannien | Great Britain 14) Spanien | Spain 15) Niederlande | The Netherlands 16) Österreich | Austria
17) Griechenland | Greece 18) Übrige EU-Länder | other EU countries 19) Russ. Föderation | Russian Federation 20) Türkei | Turkey
21) Ukraine | Ukraine 22) übriges Europa | Rest of Europe 23) Afrika | Africa 24) Australien | Australia

Zum Stichtag 01.01.2014 betrug das Durchschnittsalter der Beschäftigten gesamt 39,5 Jahre, das der Wissenschaftler lag bei 40,0 Jahren.

28,3 % der Beschäftigten arbeiteten in Teilzeit (Vorjahr: 28,9 %). 63,3 % der Teilzeitbeschäftigten waren Frauen (Vorjahr: 62,1 %).

19,7 % der Gesamtbeschäftigten kamen aus dem Ausland (Vorjahr: 18,6 %). Unter den Wissenschaftlern betrug der Anteil der Ausländer 38,3 % (Vorjahr: 36,9 %), 95 der 286 Direktorenposten (33,2 %) an den Instituten waren international besetzt (Vorjahr 31,5 %). 54,7 % der Nachwuchs- und Gastwissenschaftler im Jahr 2013 hatten eine ausländische Staatsangehörigkeit (Vorjahr: 52,9 %).

AUSBILDUNGSPLÄTZE

In der Max-Planck-Gesellschaft bieten derzeit 69 Einrichtungen Ausbildungsplätze in 37 verschiedenen Ausbildungsberufen an. Zu Beginn des Ausbildungsjahres 2013/14 befanden sich insgesamt 531 (Vorjahr: 570) Jugendliche in einer Berufsausbildung. Der Anteil der weiblichen Auszubildenden liegt bei 38,8 % (Vorjahr: 40,7 %). In 2013 wurden 177 neue Ausbildungsverhältnisse abgeschlossen, 168 Ausbildungsstellen waren prognostiziert. Von 164 Ausbildungsabsolventen konnten 144 weiterbeschäftigt werden. Für das Jahr 2014/2015 wurden bisher 161 neue Ausbildungsverhältnisse angekündigt.

BESCHÄFTIGUNG VON SCHWERBEHINDERTEN

In der Max-Planck-Gesellschaft waren im Berichtsjahr durchschnittlich 560 (Vorjahr: 544) Schwerbehinderte beschäftigt; dies entspricht einer Beschäftigungsquote in Höhe von 4,06 % (Vorjahr 3,95 %).

The average age of the employees of the Max Planck Society on January 1 2014 was 39.5 years; among scientists it was 40.0.

28.3 % of staff members worked part-time (previous year: 28.9 %). 63.3 % of the part-time employees were women (previous year: 62.1 %).

Of the entire workforce, 19.7 % were from abroad (previous year: 18.6 %). Among scientists, the percentage of foreign workers was 38.3 % (previous year: 36.9 %), 95 of the 286 Directors (33.2 %) at the institutes were held by people from abroad (previous year 31.5 %). 54.7 % of the junior and visiting scientists in 2013 came from abroad (previous year: 52.9 %).

TRAINEE POSITIONS

Within the Max Planck Society, 69 institutions currently offer trainee positions in 37 different special fields. At the beginning of the 2013/2014 training year, 531 young people were in the process of completing a professional course of training (previous year: 570). Women account for 38.8 % of all trainees (previous year: 40.7 %). In 2013 177 new training contracts were concluded, 168 training sites were predicted. Of 164 graduates, we could offer 144 follow-up contracts. A total of 161 new trainee positions are planned so far for 2014/2015.

EMPLOYMENT OF SEVERELY DISABLED PERSONS

The Max Planck Society currently employs a total of 560 severely disabled persons (previous year: 544), amounting to 4.06 % of total personnel (previous year: 3.95 %).

Tochtergesellschaften, Beteiligungen und weitere Einrichtungen

Subsidiaries, Equity Interests and other Institutions



TOCHTERGESELLSCHAFTEN

MAX-PLANCK-INNOVATION GMBH, MÜNCHEN

Die Gesellschaft verwaltet und verwertet das Erfindungsgut 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

MINERVA STIFTUNG – GESELLSCHAFT FÜR DIE FORSCHUNG MBH, MÜNCHEN

Zweck der Gesellschaft ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung zum einen durch die finanzielle Unterstützung von Forschungsvorhaben im In- und Ausland und zum anderen durch das Betreiben von Förderprogrammen, insbesondere in Israel.

Geschäftsführer: Prof. Dr. Martin Stratmann (Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft) und Angelika Lange-Gao.

SUBSIDIARIES

MAX-PLANCK-INNOVATION GMBH, MÜNCHEN

The company manages and commercially exploits the inventions of the Max Planck Society. It concludes license and option agreements on MPI innovations 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

The company aims to support science and research, partly by financially supporting research projects in Germany and elsewhere and partly by running funding programmes, particularly in Israel.

CEOs: Prof. Dr. Martin Stratmann (Vice President of the Max Planck Society) and Angelika Lange-Gao.

**MAX-PLANCK-STIFTUNG FÜR INTERNATIONALEN
FRIEDEN UND RECHTSSTAATLICHKEIT
GEMEINNÜTZIGE GMBH, HEIDELBERG**

Zweck der Gesellschaft ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung, der internationalen Gesinnung der Toleranz und des Völkerverständigungsgedankens, der Entwicklungszusammenarbeit, der Volks- und Berufsbildung sowie des demokratischen Staatswesens. Die Gesellschaft verwirklicht diese Gesellschaftszwecke, indem sie Forschung auf dem Gebiet des Völker- und Europarechts sowie des ausländischen öffentlichen Rechts betreibt und Frieden, Rechtsstaatlichkeit und Menschenrechte sowie das Verständnis von Rechtskulturen über die Grenzen hinweg fördert. Dies erfolgt insbesondere durch globalen Wissenstransfer, etwa in Form von Beratungs-, Bildungs- und Austauschprojekten, Förderung des Austausches unter Wissenschaftlern und Praktikern verschiedener Fachrichtungen, wissenschaftliche und technische Hilfe in Friedensprozessen, wissenschaftliche und technische Unterstützung bei der Reform der Rechtsordnungen von Entwicklungs- und Transformationsländern, wissenschaftliche Beiträge zur Theoriebildung im Bereich der Friedens- und Rechtsstaatsförderung, sowie durch Beratung von Politik und Gesellschaft im Rahmen des Gesellschaftszwecks.

Geschäftsführung: Prof. Dr. Rüdiger Wolfrum, Dr. Tilmann Röder, Dr. Daniel Gruss

**MAX PLANCK FOUNDATION FOR INTERNATIONAL
PEACE AND THE RULE OF LAW, HEIDELBERG**

The purpose of the company is the advancement of science and research and the promotion of an attitude of international tolerance and understanding, development assistance, adult education and vocational training, and democratic political systems. The company will pursue this objective by conducting research in the fields of international and European law and comparative public law, and by promoting peace, the rule of law and human rights coupled with an understanding of legal cultures beyond borders. This will be done particularly through the global transfer of knowledge, which may take the form of consultation, education and exchange projects, or promoting the inter-institutional exchange of scientists and practitioners from various disciplines, providing scientific and technical assistance in peace processes, scientific and technical support for the reform of legal systems in developing nations and transition countries, academic contributions to theory construction in the field of peace-building and promoting the rule of law, or advising policymakers and society at large on topics that fall under the company's objectives.

Directors: Prof. Rüdiger Wolfrum, Dr. Tilmann Röder, Dr. Daniel Gruss

BETEILIGUNGEN

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.

**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 und voraussichtlich bis zum Jahresende 2018 gemeinsam betrieben werden. Gegenstand des Unternehmens ist der Betrieb des Calar Alto Observatoriums. Partner in der Max-Planck-Gesellschaft ist das Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg.

Direktor: José María Quintana

EQUITY INTERESTS

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.

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

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. It is expected that the Centro will be jointly operated by the two institutions until the end of 2018. The company operates the Calar Alto Observatory. Its partner within the Max Planck Society is the Max Planck Institute for Astronomy in Heidelberg.

Director: José María Quintana



DEUTSCHES KLIMARECHENZENTRUM GMBH, HAMBURG

Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Freie und Hansestadt Hamburg (vertreten durch die Universität Hamburg), das Helmholtz-Zentrum Geesthacht - Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH und das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. Gegenstand und Zweck der Gesellschaft ist die Förderung der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung in der Klimatologie und den mit der Klimatologie unmittelbar verwandten Disziplinen. Der Zweck wird insbesondere verwirklicht durch den Ausbau und Betrieb eines Klimarechenzentrums. Als überregionale Serviceeinrichtung stellt das DKRZ Rechenzeit und technische Unterstützung für die Durchführung von Simulationsrechnungen mit aufwendigen 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. Das derzeitige Höchstleistungsrechnersystem (HLRE2, seit 2009) wird durch ein neues System (HLRE3 – Beschaffung ab 2014) ersetzt werden.

Geschäftsführer: Prof. Dr. Thomas Ludwig

DEUTSCHES KLIMARECHENZENTRUM GMBH, HAMBURG

The partners are the Max Planck Society, the Free and Hanseatic City of Hamburg (represented by the University of Hamburg), Helmholtz-Zentrum Geesthacht Centre for Materials and Coastal Research, the Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research in Bremerhaven. The objective and purpose of the company is the advancement of basic research and applied research in climatology and disciplines directly connected with climatology. The company will pursue this objective in particular by expanding and operating a climate computation centre. 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. The current supercomputer (HLRE2 in operation since 2009) will be replaced by a new system (HLRE3 – procurement to begin in 2014).

CEO: Prof. Dr. Thomas Ludwig



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. Sie erfüllt die Funktion eines Rechen- und Kompetenzzentrums für die MPG und des Hochschulrechenzentrums für die Universität Göttingen. Zudem ist ihr Zweck, 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. Geschäftsführer: Prof. Dr. Ramin Yahyapour.

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

Das Institut für Radioastronomie im mm-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 MPG ist das MPI für Radioastronomie in Bonn. Direktor: Dr. Karl Schuster

GESELLSCHAFT FÜR WISSENSCHAFTLICHE DATENVERARBEITUNG MBH GÖTTINGEN

The Max Planck Society and the Georg-August-Universität Göttingen each provide half of the funding for this company. It is used as a data-processing and competence centre for the MPG and as a university computer centre for the University of Göttingen. Its purpose is also 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. CEO: Prof. Dr. Ramin Yahyapour

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

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. Director: Dr. Karl Schuster

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

Die LBTC betreibt das weltgrößte optische Teleskop am Mount Graham. Es wird in der Endausbaustufe die Beobachtung entstehender Planetensysteme und entferntester Quasare und Galaxien ermöglichen. Neben amerikanischen Universitäten und der nationalen italienischen Astronomieeinrichtung (INAF) sind die deutschen Partner – das Astrophysikalische Institut Potsdam, die Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg und die Max-Planck-Gesellschaft für die Max-Planck-Institute für Astronomie, für extraterrestrische Physik und für Radioastronomie – 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.

Direktor: Christian Veilleit

**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 und das Bundesland Baden-Württemberg.

Geschäftsführerin: Sabine Brünger-Weilandt

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

The LBTC operates the largest optical telescope in the world on Mount Graham. In its final phase, it will allow researchers to observe both the birth of planetary systems as well as the most distant quasars and galaxies. Alongside US universities and the Italian National Astronomy Institute (INAF), 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 Extraterrestrial 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.

Director: Christian Veilleit

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

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, and the State of Baden-Württemberg.

Managing Director: Sabine Brünger-Weilandt

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 Deutsche Forschungsgemeinschaft, die Fraunhofer-Gesellschaft, der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, die Helmholtz-Gemeinschaft, die Hochschulrektorenkonferenz, die Leibniz-Gemeinschaft, die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, der Deutsche Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, die Akademie der Technikwissenschaften und die Klaus Tschira Stiftung gGmbH.

Geschäftsführer: Markus Weißkopf

SCHLOSS DAGSTUHL – LEIBNIZ-ZENTRUM FÜR INFORMATIK GMBH, WADERN

Die Gesellschaft hat als internationale Begegnungs- und Forschungsstätte für Informatik die Aufgabe, wissenschaftliche Informatik-Fachkonferenzen durchzuführen. Schwerpunkte der internationalen Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen auf den Gebieten der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Forschung liegen insbesondere auf dem Wissenstransfer zwischen Forschung und Anwendung sowie im Bereich interdisziplinärer Forschungsdiskussion und der Erschließung neuer Anwendungsfelder der Informatik. Gesellschafter sind die Universität des Saarlandes, die TU Kaiserslautern, die Gesellschaft für Informatik, die TU Darmstadt, die TH Karlsruhe, die Universität Stuttgart, die Universität Trier, die Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main, das französische Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, das niederländische Centrum voor Wiskunde en Informatica sowie die Max-Planck-Gesellschaft. Geschäftsführer: Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhard Wilhelm und Dr. Christian Lindig.

WISSENSCHAFT IM DIALOG gGMBH, BERLIN (WID)

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 German Research Foundation (DFG), the Fraunhofer Society, the Donors' Association for the Promotion of the Sciences and the Humanities, the Helmholtz Association, the German Rectors' Conference (HRK), the Leibniz Association, the German Federation of Industrial Research Associations, the Federation of German Industrial Cooperative Research Associations, the German Association of Technical and Scientific Associations, the Society of German Natural Scientists and Doctors, the Academy of Science and Engineering (acatech) and the Klaus Tschira Foundation.

Director: Markus Weißkopf

SCHLOSS DAGSTUHL – LEIBNIZ-ZENTRUM FÜR INFORMATIK GMBH, WADERN

As an international venue for computer science, the company's function is to organize specialist scientific conferences in the field of computer science. The focus of the international educational and further-training events in terms of both basic research and application-oriented research lies, in particular, on the transfer of knowledge between research and practice and in the areas of interdisciplinary research debate and the accessing of new fields of application for computer science. The partners are the Universität des Saarlandes, the Technische Universität Kaiserslautern, the Gesellschaft für Informatik, the Technische Universität Darmstadt, the Universität Karlsruhe (TH), the Universität Stuttgart, the Universität Trier, the Johann Wolfgang Goethe University Frankfurt am Main, the French Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, the Dutch Centrum voor Wiskunde en Informatica, and the MPS.

Directors: Prof. Reinhard Wilhelm and Dr. Christian Lindig.



LIFE SCIENCE INKUBATOR PRE-SEED FONDS GMBH, BONN (LSI PSF GMBH)

Gesellschafter sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Max-Planck-Förderstiftung, die NRW-Bank, die Fraunhofer-Gesellschaft, die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, die Sparkasse Köln-Bonn, Herr Roland Oetker und die Stiftung Caesar. Die LSI PSF GmbH betreibt zusammen mit der Life Science Inkubator GmbH & Co. KG (die geschäftsführende Life Science Inkubator GmbH ist eine 100%ige Tochter der Max-Planck Innovation GmbH) einen Inkubator für gründungsinteressierte Forscher aus deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen. Ziel des Inkubators ist die Aufnahme von Forschungsprojekten aus dem Bereich der Life Sciences. Diese Projekte sollen in einem Zeitfenster von durchschnittlich zwei Jahren bis zur Ausgründungsreife weiterentwickelt und unmittelbar nach erfolgter Ausgründung über eine ebenfalls bereitgestellte Finanzierung gemeinsam mit weiteren Finanzinvestoren gefördert werden. Der Inkubator wird dabei in der Rechtsform einer Kommanditgesellschaft betrieben (LSI PSF GmbH als Kommanditistin der LSI KG, LSI GmbH als Komplementärin).

Geschäftsführer: Dr. Jörg Fregien

ULTRAFAST INNOVATIONS GMBH, GARCHING

Das Max-Planck-Institut für Quantenoptik und die Ludwig-Maximilians-Universität München haben im Rahmen des Exzellenzclusters "Munich Center for Advanced Photonics (MAP)" mehrere kapitalintensive Beschichtungsanlagen für optische Spiegel beschafft. Restkapazitäten dieser Geräte werden in der gemeinsam mit der LMU 2009 gegründeten UltraFast Innovations GmbH genutzt.

Geschäftsführer: Dr. Hans Koop

LIFE SCIENCE INKUBATOR PRE-SEED FONDS GMBH, BONN (LSI PSF GMBH)

Partners are the Max Planck Society, the Max Planck Foundation, the NRW-Bank, the Fraunhofer-Gesellschaft, the Helmholtz Association, the Sparkasse Köln-Bonn, Mr Roland Oetker, and the caesar Foundation. The LSI PSF GmbH operates jointly with the company Life Science Inkubator GmbH & Co. KG (the executive Life Science Inkubator GmbH is a wholly owned subsidiary of Max Planck Innovation) an incubator for researchers from German universities and research institutes interested in start-ups. The objective of the incubator is to adopt research projects from the field of life sciences. The projects should be developed to spin-off level over an average period of two years and receive joint funding from other investors which is provided immediately after their establishment. The incubator is operated in the legal form of a limited partnership (Kommanditgesellschaft) (with LSI PSF GmbH as limited partner of LSI KG and LSI GmbH as unlimited partner). CEO: Dr. Jörg Fregien

ULTRAFAST INNOVATIONS GMBH, GARCHING

As part of the cluster of excellence "Munich Center for Advanced Photonics (MAP)", the Max Planck Institute of Quantum Optics and the Ludwig Maximilian University in Munich have procured several capital-intensive coating systems for optical mirrors. Residual capacities of this equipment is used in the company Ultrafast Innovations, which was jointly established with LMU in 2009.

CEO: Dr. Hans Koop

EURESIST NETWORK GEIE, ROM

Die EuResist Network GEIE ist eine Europäische Wirtschaftliche Interessenvereinigung nach italienischem Recht mit Sitz in Rom, welche im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms für das Projekt "CHAIN – Collaborative HIV and Anti-HIV Drug Resistance Network" gemeinsam mit der Universität Köln, dem Karolinska Institut Stockholm, der Universität Siena/Italien und der Invorma S.r.l. Rom, in 2008 gegründet wurde.

CEO: Dr Francesca Incardona

MAX PLANCK GRADUATE CENTER MIT DER JOHANNES GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ gGMBH

Die gemeinnützige GmbH wurde im Jahr 2009 gegründet, mit dem Ziel, eine interdisziplinäre Doktorandenausbildung und Promotionen zu ermöglichen. Die gGmbH koordiniert das Graduate Center. Gesellschafter der gGmbH sind je zur Hälfte die Max-Planck-Gesellschaft und die Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Partner sind die beiden Mainzer Max-Planck-Institute für Polymerforschung und für Chemie und vier Fachbereiche der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Im Jahr 2009 hatten die ersten 22 Doktoranden ihre Arbeit aufgenommen.

Das Graduate Center wurde seitdem kontinuierlich ausgebaut, jährlich werden ca. 15 Doktorandinnen und Doktoranden neu ins MPGC aufgenommen. Bis einschließlich 2013 wurden im MPGC 30 Promotionen abgeschlossen, 15 davon mit „Summa cum laude“. Derzeit promovieren dort 47 Doktorandinnen und Doktoranden, was einer Vollauslastung des Graduate Centers entspricht.

Geschäftsführer: Udo Schreiner und Dr. Ralf Eßmann.

EURESIST NETWORK GEIE, ROME

The EuResist Network GEIE is a European Economic Interest Grouping according to Italian law and based in Rome, which was founded as part of the Seventh Framework Programme for the project "CHAIN – Collaborative HIV and Anti-HIV Drug Resistance Network" together with Cologne University, Karolinska Institutet Stockholm, University of Siena (Italy), and Invorma s.r.l. (Rome, Italy) in 2008.

CEO: Dr Francesca Incardona

THE MAX PLANCK GRADUATE CENTER MIT DER JOHANNES GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ gGMBH

This non-profit limited liability company was founded in 2009 with the aim of enabling the interdisciplinary training of doctoral students and writing of doctoral theses. The company coordinates the Graduate Center. The Max Planck Society and the Johannes Gutenberg University of Mainz are each 50% shareholders in the non-profit company. The two Mainz-based Max Planck Institutes for Chemistry and Polymer Research and four faculties from the Johannes Gutenberg University of Mainz are partners. The first 22 doctoral students took up their work in 2009.

The Graduate Center has since undergone constant expansion and around 15 doctoral students are newly admitted to the MPGC each year. Thirty doctorates had been completed at the MPGC by up to and including 2013, including 15 with highest honours. 47 students are currently undertaking doctorates there, fully utilizing the Graduate Center's capacity.

Managing directors: Udo Schreiner and Dr. Ralf Eßmann.

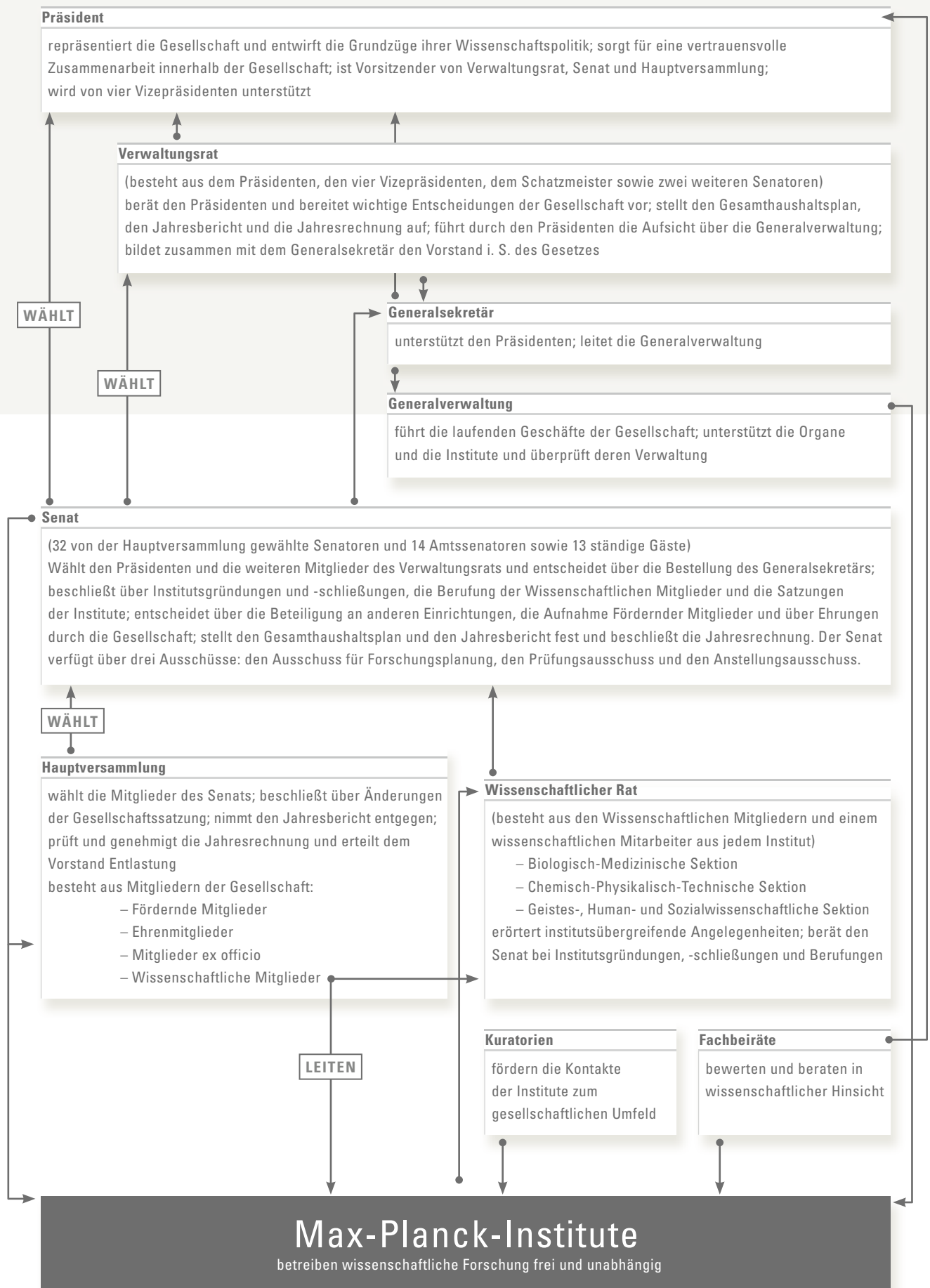
WEITERE EINRICHTUNGEN

Archiv 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

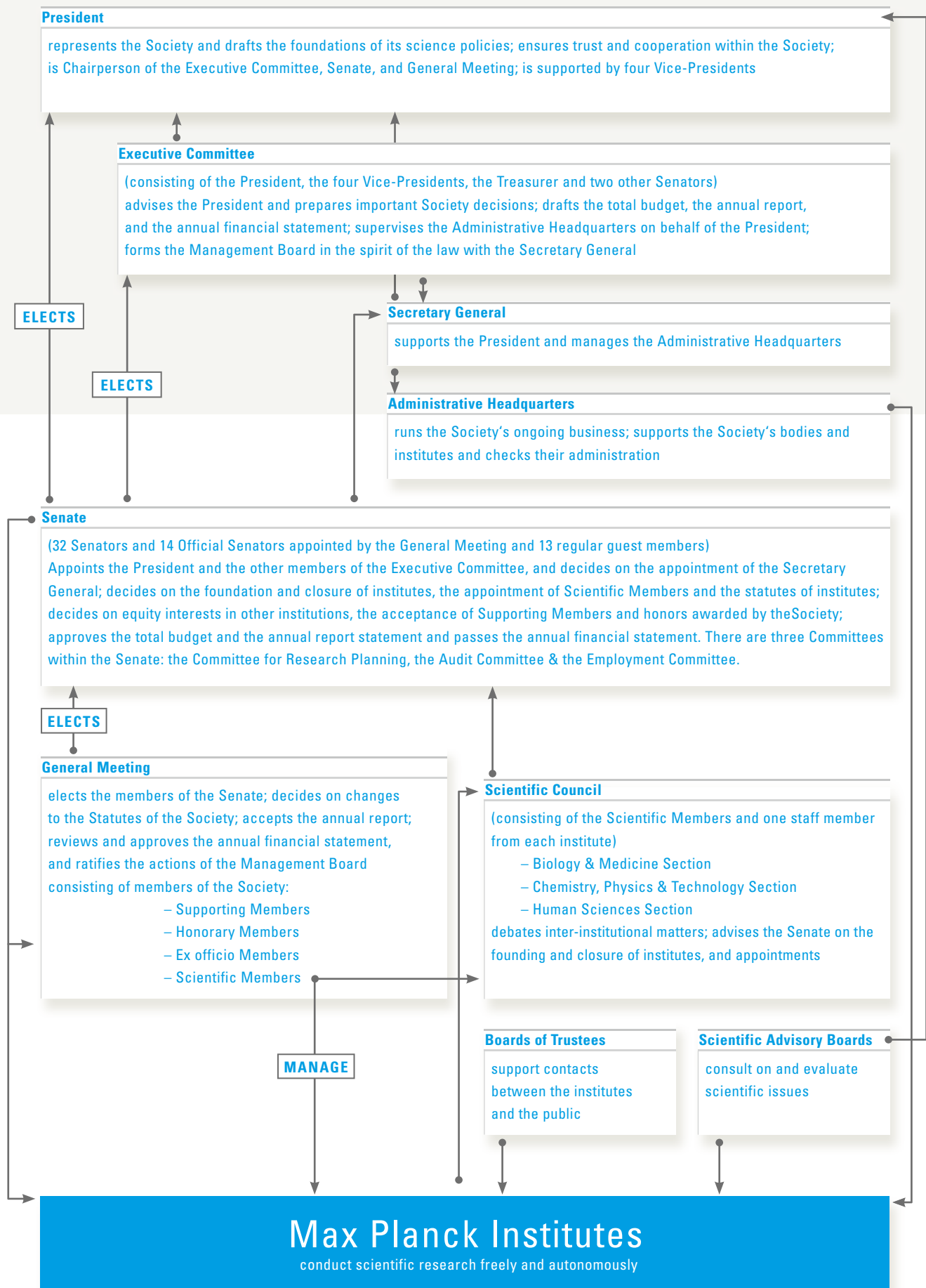
OTHER INSTITUTIONS

Archives of the Max Planck Society, Berlin
Tagungsstätte Harnack-Haus, Berlin
Tagungsstätte Max-Planck-Haus, Heidelberg
Tagungs- und Gästehaus Max-Planck-Haus, Tübingen
Tagungsstätte Schloss Ringberg, Rottach-Egern

Organigramm



Organigramme



Personelle Zusammensetzung der Organe

Staff of the Governing Bodies

Stand: März 2014 | As of: March 2014



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

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

Stefan Marcinowski, Dr., Mannheim, ehemaliges Mitglied des Vorstands der BASF SE

Wolfgang Schön, Prof. Dr. Dr. h. c., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen, München

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

Schatzmeister | Treasurer

Hans-Jürgen Schinzler, Dr., Ehrenvorsitzender des Aufsichtsrats der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München

Weitere Mitglieder | Other members

Andreas Barner¹, Prof. Dr. Dr., Vorsitzender der Unternehmensleitung der Boehringer Ingelheim GmbH, Ingelheim am Rhein, und Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e. V., Essen

Stefan von Holtzbrinck, Dr., Vorsitzender der Geschäftsführung der Verlagsgruppe Georg von Holtzbrinck GmbH, Stuttgart

Friedrich von Metzler, Mitglied des Partnerkreises, B. Metzler seel. Sohn & Co. KGaA, Frankfurt/Main

VORSTAND | MANAGEMENT BOARD

Der Verwaltungsrat bildet zusammen mit dem Generalsekretär Dr. **Ludwig Kronthaler**, München, den Vorstand im Sinne des Gesetzes.

The Executive Committee and the Secretary General, Dr. **Ludwig Kronthaler**, Munich, form the Management Board in the spirit of the law.

1) Prof. Barner ist Wahlsenator und zugleich ständiger Gast des Senats der Max-Planck-Gesellschaft als Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e. V.

1) Professor Barner is an elected Senator and a permanent guest of the Senate of the Max Planck Society as President of the Donors' Association for the Promotion of the Sciences and the Humanities.

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

Wahlensatoren | Elected Senators

Andreas Barner¹, Prof. Dr. Dr., Mitglied des Verwaltungsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Vorsitzender der Unternehmensleitung der Boehringer Ingelheim GmbH, Ingelheim am Rhein, und Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e. V., Essen

Kurt Beck, Ministerpräsident a. D. des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz

Ulrike Beisiegel, Prof. Dr. Dr. h. c., Präsidentin der Universität Göttingen, Göttingen

Göran Blomqvist, Dr., Geschäftsführender Direktor der Stiftung Riksbankens Jubileumsfond, Stockholm, Schweden

Franz Fehrenbach, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Stefan von Holtzbrinck, Dr., Mitglied des Verwaltungsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Vorsitzender der Geschäftsführung der Verlagsgruppe Georg von Holtzbrinck GmbH, Stuttgart

Berthold Huber, Mitglied des Vorstands der IG Metall, Frankfurt/Main

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

Henning Kagermann, Prof. Dr. Dr.-Ing. e. h., Präsident der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München

Regine Kahmann, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie, Marburg

Nicola Leibinger-Kammüller, Dr., Vorsitzende der Geschäftsführung der TRUMPF GmbH & Co. KG, Ditzingen

Peter Löscher, Präsident des Stiftungsrats der Siemens Stiftung, München

Anton Losinger, Dr. Dr., Weihbischof des Bistums Augsburg, Augsburg

Stefan Marcinowski, Dr., Mannheim, Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, ehemaliges Mitglied des Vorstands der BASF SE

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

Friedrich von Metzler, Mitglied des Verwaltungsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Mitglied des Partnerkreises, B. Metzler seel. Sohn & Co. KGaA, Frankfurt/Main

Klaus Müllen, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz

Hans-Gert Pöttering, Hon.-Prof. Dr., Vorsitzender der Konrad-Adenauer-Stiftung, Mitglied des Europäischen Parlaments und Präsident des Europäischen Parlaments a. D., Brüssel, Belgien

Krista Sager, Hamburg, ehem. Mitglied des Deutschen Bundestages

Wolfgang Schäuble, Dr., Bundesminister der Finanzen, Berlin

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

Wolfgang Schön, Prof. Dr. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen, München

Martin Stratmann, Prof. Dr., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Stanislaw Tillich, Ministerpräsident des Freistaates Sachsen, Dresden

Andreas Voßkuhle, Prof. Dr., Präsident des Bundesverfassungsgerichts, Karlsruhe

Beatrice Weder di Mauro, Prof. Dr., Professor of International Macroeconomics, Universität Mainz, Mainz

Ulrich Wilhelm, Intendant des Bayerischen Rundfunks, München

Lothar Willmitzer, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam

Martin Winterkorn, Prof. Dr., Vorsitzender des Vorstands der Volkswagen AG, Wolfsburg

Daniel Zajfman, Prof. Dr., Auswärtiges Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Kernphysik, Heidelberg, Präsident des Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

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

Maciej Zyllicz, Prof. Dr. Dr. h. c., President and Executive Director of the Foundation for Polish Science, Warschau, Polen

Amtssenatoren | Ex officio members

Ilse Aigner, Bayerische Staatsministerin für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, München, als Vertreterin der Länder

Annette Baudisch, Dr., wissenschaftliche Mitarbeiterin des Max-Planck-Instituts für demografische Forschung, Rostock, als von der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

Karin Bordasch, als Vorsitzende des Gesamtbetriebsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

Jens Bullerjahn, Finanzminister des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg, als Vertreter der Länder

Roland Diehl, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik, Garching, als von der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

Christoph Engel, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern, Bonn, als Vorsitzender der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

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



Jürgen Köpke, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Biophysik, Frankfurt/Main, als von der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

Ludwig Kronthaler, Dr., als Generalsekretär der Max-Planck-Gesellschaft, München

Andrei N. Lupas, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen, als Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Jan-Michael Rost, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme, Dresden, als Vorsitzender der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Svenja Schulze, Ministerin für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, als Vertreterin der Länder

Ferdi Schüth, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung), Mülheim an der Ruhr, als Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Johanna Wanka, Prof. Dr., Bundesministerin für Bildung und Forschung, Berlin, als Vertreterin des Bundes

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

Reinhard Pöllath, Prof. Dr., Rechtsanwalt, Kanzlei P+P Pöllath + Partners, München

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 Sozialrecht und Sozialpolitik, München

Ehrensensatoren | Honorary Senators

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., Bundeskanzler a. D., Berlin

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

Andreas Barner², Prof. Dr. Dr., Mitglied des Verwaltungsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Vorsitzender der Unternehmensleitung der Boehringer Ingelheim GmbH, Ingelheim am Rhein, und Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e.V., Essen

Jean-Pierre Bourguignon, Prof., President of the European Research Council, Brüssel, Belgien

Alain Fuchs, Dr., Präsident des Centre national de la recherche scientifique, Paris, Frankreich

Jörg Hacker, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Auswärtiges Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Infektionsbiologie, Berlin, Präsident der Nationalen Akademie der Wissenschaften, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle (Saale)

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

Wolfgang Marquardt, Prof. Dr.-Ing., Vorsitzender des Wissenschaftsrates, Köln

Christoph Matschie, Thüringer Minister für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Erfurt

Karl Ulrich Mayer, Prof. Dr., Präsident der Leibniz-Gemeinschaft, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung, Berlin

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

Hartmut Möllring, Minister für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg

Reimund Neugebauer, Prof. Dr.-Ing., Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München

2) Prof. Barner ist zugleich Wahlsenator der Max-Planck-Gesellschaft.

2) A the same time, Professor Barner is an elected Senator of the Max Planck Society.

Cornelia Quennet-Thielen, Staatssekretärin im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin

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

Annette Baudisch, Dr., wissenschaftliche Mitarbeiterin des Max-Planck-Instituts für demografische Forschung, Rostock

Roland Diehl, Prof. Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik, Garching

Christoph Engel, Prof. Dr., Vorsitzender der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern, Bonn

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

Jürgen Köpke, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Biophysik, Frankfurt/Main

Ludwig Kronthaler, Dr., Generalsekretär der Max-Planck-Gesellschaft, München

Andrei N. Lupas, Prof. Dr., Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen

Stefan Marciniowski, Dr., Mannheim, Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, ehemaliges Mitglied des Vorstands der BASF SE



Jan-Michael Rost, Prof. Dr., Vorsitzender der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme, Dresden

Wolfgang Schön, Prof. Dr. Dr. h. c., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen, München

Ferdi Schüth, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung), Mülheim an der Ruhr, als Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Martin Stratmann, Prof. Dr., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Vom Senat gewählte Mitglieder | **Elected members**

Andreas Barner³, Prof. Dr. Dr., Mitglied des Verwaltungsrates der Max-Planck-Gesellschaft, Vorsitzender der Unternehmensleitung der Boehringer Ingelheim GmbH, Ingelheim am Rhein, und Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e.V., Essen

Ulrike Beisiegel, Prof. Dr. Dr. h. c., Präsidentin der Universität Göttingen, Göttingen

Henning Kagermann, Prof. Dr. Dr.-Ing. e. h., Präsident der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München

Anton Losinger, Dr. Dr., Weihbischof des Bistums Augsburg, Augsburg

Andreas Voßkuhle, Prof. Dr., Präsident des Bundesverfassungsgerichts, Karlsruhe

Ulrich Wilhelm, Intendant des Bayerischen Rundfunks, München

Daniel Zajfman, Prof. Dr., Auswärtiges Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Kernphysik, Heidelberg, Präsident des Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

Maciej Zyllicz, Prof. Dr. Dr. h. c., President and Executive Director of the Foundation for Polish Science, Warschau, Polen

3) Prof. Barner ist Wahlsektor und zugleich ständiger Gast des Senats der Max-Planck-Gesellschaft als Präsident des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft e. V.

3) Professor Barner is an elected Senator and a permanent guest of the Senate of the Max Planck Society as President of the Donors' Association for the Promotion of the Sciences and the Humanities.

ANSTELLUNGS-AUSSCHUSS DES SENATS
EMPLOYMENT COMMITTEE OF THE SENATE

Mitglieder | Members

Franz Fehrenbach, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Berthold Huber, Mitglied des Vorstands der IG Metall, Frankfurt/Main

Reinhard Pöllath, Prof. Dr., Ehrenmitglied des Senats der Max-Planck-Gesellschaft, Rechtsanwalt, Kanzlei P+P Pöllath + Partners, München

PRÜFUNGS-AUSSCHUSS DES SENATS
AUDIT COMMITTEE OF THE SENATE

Mitglieder | Members

Clemens Börsig, Prof. Dr., Vorstandsvorsitzender der Deutschen Bank Stiftung, Frankfurt/Main

Henning Kagermann, Prof. Dr. Dr.-Ing. e. h., Präsident der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, München

Anton Losinger, Dr. Dr., Weihbischof des Bistums Augsburg, Augsburg

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. im Internet unter www.mpg.de/146069/Unter_2, Fördernde Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft, unter www.mpg.de/115921/Wissenschaftliche_Mitglieder, Wissenschaftliche Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft
For details on our members please go to the link on our homepage at www.mpg.de/188468/Supporting_Members, for the scientific members see www.mpg.de/115929/scientific-members

WISSENSCHAFTLICHER RAT | SCIENTIFIC COUNCIL

Vorsitzender | Chairperson

Ferdi Schüth, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung), Mülheim an der Ruhr

Stellvertretende Vorsitzende | Vice Chairperson

Ute Frevert, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

Mitglieder und Gäste | Members and Guests

s. die Darstellung über den Wissenschaftlichen Rat im Internet unter www.mpg.de/246480/part3

For details about the Scientific Council please go to the link on our homepage at www.mpg.de/288798/Governing_Bodies

BIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION
BIOLOGY & MEDICINE SECTION

Vorsitzender | Chairperson

Andrei N. Lupas, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson

Rudolf I. Amann, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Bremen

Schlichtungsberater | Mediators

Friedrich Bonhoeffer, Prof. Dr., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Entwicklungsbiologie, Tübingen

Jörg Tittor, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Biochemie, Martinsried

Lothar Willmitzer, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam

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

Vorsitzender | **Chairperson**

Jan-Michael Rost, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik komplexer Systeme, Dresden

Stellvertretender Vorsitzender | **Vice Chairperson**

Eberhard Bodenschatz, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen

Schlichtungsberater | **Mediators**

Michael Hirscher, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme, Stuttgart

Sami K. Solanki, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung, Göttingen

Hans Wolfgang Spiess, Prof. Dr., Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung, Mainz

GEISTES-, SOZIAL- UND HUMANWISSENSCHAFTLICHE
SEKTION | HUMAN SCIENCES SECTION

Vorsitzender | **Chairperson**

Christoph Engel, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern, Bonn

Stellvertretender Vorsitzender | **Vice Chairperson**

Ulman Lindenberger, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

Schlichtungsberater | **Mediators**

Hans-Jörg Albrecht, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Strafrecht, Freiburg

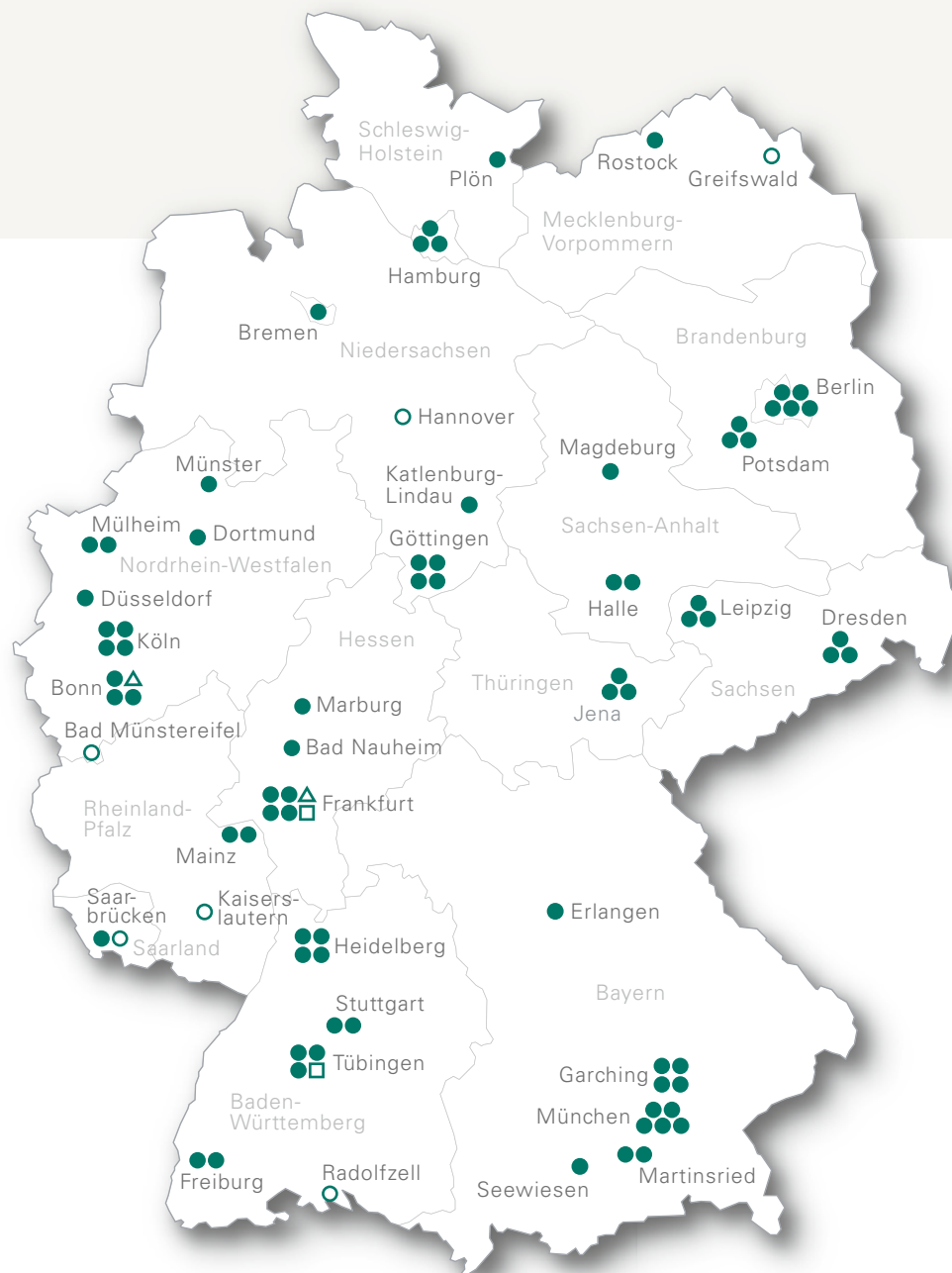
Wolfgang Prinz, Prof. Dr., Steinhagen, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig

Samuel Vitali, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Kunsthistorischen Instituts in Florenz – Max-Planck-Institut, Florenz, Italien

Standorte der Forschungseinrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft

Sites of the Research Institutions within the Max Planck Society

Stand: 30. März 2014 | As of 30th March 2014



- Institut / Forschungsstelle | [Institute / Research center](#)
- Teilinstitut / Außenstelle | [Subinstitute / Branch](#)
- Sonstige Forschungseinrichtung | [Other research institution](#)
- △ Assoziierte Forschungseinrichtung | [Associated Research Institute](#)

Bad Münstereifel

- Radio-Observatorium Effelsberg
(Außenstelle des MPI für Radio-astronomie, Bonn)
[Effelsberg Radio Observatory \(branch of the MPI for Radio Astronomy, Bonn\)](#)

Bad Nauheim

- MPI für Herz- und Lungenforschung
[MPI for Heart and Lung Research](#)

Berlin

- MPI für Bildungsforschung
- Fritz-Haber-Institut der MPG
- MPI für molekulare Genetik
- MPI für Infektionsbiologie
- MPI für Wissenschaftsgeschichte
[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 zur Erforschung von Gemein-schaftsgütern
- MPI für Mathematik
- MPI für Radioastronomie
(Außenstelle s. Bad Münstereifel)
- △ Forschungszentrum caesar
[MPI for Research on Collective Goods](#)
[MPI for Mathematics](#)
[MPI for Radio Astronomy \(for branch see Bad Münstereifel\)](#)
[Caesar research center](#)

Bremen

- MPI für marine Mikrobiologie
[MPI for Marine Microbiology](#)

Dortmund

- MPI für molekulare Physiologie
[MPI for Molecular Physiology](#)

Dresden

- MPI für Physik komplexer Systeme
- MPI für Chemische Physik fester Stoffe
- MPI für molekulare Zellbiologie und Genetik
[MPI for the Physics of Complex Systems](#)
[MPI for the Chemical Physics of Solids](#)
[MPI of Molecular Cell Biology and Genetics](#)

Düsseldorf

- MPI für Eisenforschung GmbH
[MPI for Iron Research GmbH](#)

Erlangen

- MPI für die Physik des Lichts
[MPI for the Science of Light](#)

Frankfurt am Main

- MPI für Biophysik
- MPI für Hirnforschung
- MPI für empirische Ästhetik
(im Aufbau)
- MPI für europäische Rechtsgeschichte
- △ Ernst Strüngmann Institut
- MPF für Neurogenetik
[MPI of Biophysics](#)
[MPI for Brain Research](#)
[MPI for empirical Aesthetics \(under construction\)](#)
[MPI for European Legal History](#)
[Ernst Strüngmann Institute](#)
[MPRU for Neurogenetics](#)

Freiburg

- MPI für Immunbiologie und Epigenetik
- MPI für ausländisches und internationales Strafrecht
[MPI for Immunobiology and Epigenetics](#)
[MPI for Foreign and International Criminal Law](#)

Garching

- MPI für Astrophysik
- MPI für extraterrestrische Physik
- MPI für Plasmaphysik
(s. auch Greifswald)
- MPI für Quantenoptik
[MPI for Astrophysics](#)
[MPI for Extraterrestrial Physics](#)
[MPI for Plasma Physics \(see also Greifswald\)](#)
[MPI for Quantum Optics](#)

Göttingen

- MPI für biophysikalische Chemie
- MPI für Dynamik und Selbstorganisation
- MPI zur Erforschung multireligiöser und multiethnischer Gesellschaften
- MPI für experimentelle Medizin
[MPI for Biophysical Chemistry](#)
[MPI for Dynamics and Self-Organization](#)
[MPI for the Study of Religious and Ethnic Diversity](#)
[MPI for Experimental Medicine](#)

Greifswald

- Teilinstitut Greifswald des MPI für Plasmaphysik, Garching
[Greifswald sub-institute of the MPI for Plasma Physics, Garching](#)

Halle an der Saale

- MPI für ethnologische Forschung
- MPI für Mikrostrukturphysik
[MPI for Social Anthropology](#)
[MPI for Microstructure Physics](#)

Hamburg

- MPI für Meteorologie
- MPI für ausländisches und internationales Privatrecht
- MPI für Struktur und Dynamik der Materie
[MPI for Meteorology](#)
[MPI for Comparative and International Private Law](#)
[MPI for the Structure and Dynamics of Matter](#)

Hannover | Hanover

- Teilinstitut Hannover des MPI für Gravitationsphysik, Potsdam
[Hanover sub-institute of the MPI for Gravitational Physics, Potsdam](#)

Heidelberg

- MPI für Astronomie
- MPI für Kernphysik
- MPI für medizinische Forschung
- MPI für ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht
[MPI for Astronomy](#)
[MPI for Nuclear Physics](#)
[MPI for Medical Research](#)
[MPI for Comparative Public Law and International Law](#)

Jena

- MPI für Biogeochemie
- MPI für chemische Ökologie
- MPI für Geschichte und Naturwissenschaften
[MPI for Biogeochemistry](#)
[MPI for Chemical Ecology](#)
[MPI for History and the Sciences](#)

Kaiserslautern

- Teilinstitut des MPI für Software-systeme (s.a. Saarbrücken)
[Sub-institute of the MPI for Software Systems \(see Saarbrücken\)](#)

Katlenburg-Lindau

- MPI für Sonnensystemforschung
[MPI for Solar System Research](#)

Köln | Cologne

- MPI für Biologie des Alterns
- 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 Pflanzenzüchtungsforschung
[MPI for Biology of Ageing](#)
[MPI for the Study 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](#)

Leipzig

- MPI für evolutionäre Anthropologie
- MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften
- MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften
[MPI for Evolutionary Anthropology](#)
[MPI for Human Cognitive and Brain Sciences](#)
[MPI for Mathematics in the Sciences](#)

Magdeburg

- MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme
[MPI for the Dynamics of Complex Technical Systems](#)

Mainz

- MPI für Chemie (Außenstelle Manaus, Brasilien)
- MPI für Polymerforschung
[MPI for Chemistry \(for branch see Manaus\)](#)
[MPI for Polymer Research](#)

Marburg

- MPI für terrestrische Mikrobiologie
[MPI for Terrestrial Microbiology](#)

Martinsried b. München**Martinsried nr. Munich**

- MPI für Biochemie
- MPI für Neurobiologie
[MPI of Biochemistry](#)
[MPI of Neurobiology](#)

Mülheim an der Ruhr

- Max-Planck-Institut für chemische Energiekonversion
- MPI für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung)
[Max Planck Institute for Chemical Energy Conversion](#)
[MPI of Coal Research \(independent foundation\)](#)

München | Munich

- MPI für Innovation und Wettbewerb
- MPI für Physik
- MPI für Psychiatrie
- MPI für Sozialrecht und Sozialpolitik
- MPI für Steuerrecht und Öffentliche Finanzen
[MPI for Innovation and Competition](#)
[MPI for Physics](#)
[MPI of Psychiatry](#)
[MPI for Social Law and Social Policy](#)
[MPI for Tax Law and Public Finance](#)

Münster

- MPI für molekulare Biomedizin
[MPI for Molecular Biomedicine](#)

Plön

- MPI für Evolutionsbiologie
[MPI of Evolutionary Biology](#)

Potsdam

- MPI für Gravitationsphysik (Teilinstitut s. Hannover)
- MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung
- MPI für molekulare Pflanzenphysiologie
[MPI for Gravitational Physics \(for sub-institute see Hannover\)](#)
[MPI of Colloids and Interfaces](#)
[MPI for Molecular Plant Physiology](#)

Radolfzell

- Vogelwarte Radolfzell, Teilinstitut des MPI für Ornithologie, Seewiesen
[Radolfzell Ornithological Station](#),
[Sub-institute of the MPI for Ornithology](#),
[Seewiesen](#)

Rostock

- MPI für demografische Forschung
[MPI for Demographic Research](#)

Saarbrücken

- MPI für Informatik
- Teilinstitut des MPI für Software-systeme (s.a. Kaiserslautern)
[MPI for Computer Science](#)
[Sub-institute of the MPI for Software Systems \(see Kaiserslautern\)](#)

Seewiesen

- MPI für Ornithologie
(Teilinstitut s. Radolfzell)
[MPI for Ornithology](#)
(for sub-institute see Radolfzell)

Stuttgart

- MPI für Festkörperforschung
- MPI für Intelligente Systeme
[MPI for Solid State Research](#)
[MPI for Intelligent Systems](#)

Tübingen

- MPI für Entwicklungsbiologie
- MPI für Intelligente Systeme
- MPI für biologische Kybernetik
- Friedrich-Miescher-Laboratorium für biologische Arbeitsgruppen in der MPG
[MPI for Developmental Biology](#)
[MPI for Intelligent Systems](#)
[MPI for Biological Cybernetics](#)
[Friedrich Miescher Laboratory of the Max Planck Society](#)

STANDORTE IM AUSLAND

SITES ABROAD

Jupiter, Florida / USA

- Max Planck Florida Institute for Neuroscience
[Max Planck Florida Institute for Neuroscience](#)

Florenz, Italien

[Florence, Italy](#)

- Kunsthistorisches Institut in Florenz – MPI
[Kunsthistorisches Institut in Florenz – MPI](#)

Luxemburg-Stadt, Luxemburg

[Luxembourg \(City\), Luxembourg](#)

- Max Planck Institute Luxembourg for International, European and Regulatory Procedural Law
[Max Planck Institute Luxembourg for International, European and Regulatory Procedural Law](#)

Nijmegen, Niederlande

[Nijmegen, Netherlands](#)

- MPI für Psycholinguistik
[MPI for Psycholinguistics](#)

Rom, Italien

[Rome, Italy](#)

- Bibliotheca Hertziana – MPI für Kunstgeschichte
[Bibliotheca Hertziana – MPI for Art History](#)

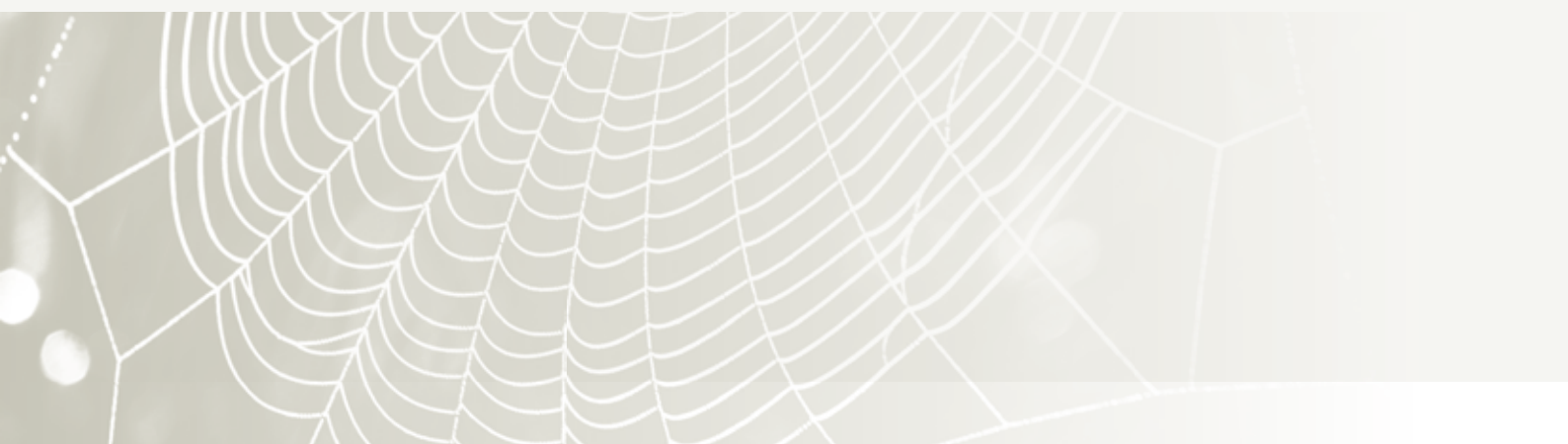
Manaus, Brasilien

[Manaus, Brazil](#)

- Außenstelle Manaus / Amazonas des MPI für Chemie, Mainz
[Branch of the MPI for Chemistry, Mainz](#)

ANHANG

Jahresrechnung 2013 der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.



ALLGEMEINES

Als Anhang zum Jahresbericht 2013 wird der Hauptversammlung der Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (Max-Planck-Gesellschaft) die geprüfte Jahresrechnung 2013¹ – vorbehaltlich der satzungsgemäßen Behandlung durch den Verwaltungsrat in der Sitzung am 4. Juni 2014 und durch den Senat in der Sitzung am 5. Juni 2014² – zur Prüfung und Genehmigung in der Sitzung am 5. Juni 2014 vorgelegt.

Die Jahresrechnung 2013 umfasst die Einnahmen- und Ausgabenrechnung sowie die Vermögensübersicht

- des Allgemeinen Haushalts und
- des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (Haushalt B).

In der Einnahmen- und Ausgabenrechnung des Allgemeinen Haushalts werden die von Bund und Ländern gemeinsam finanzierten Max-Planck-Institute (MPI), Forschungsstellen und sonstige rechtlich unselbständige Einrichtungen zusammengefasst, die in der Vermögensübersicht durch geführte oder tätige Einheiten wie Betriebe nach § 26 BHO ergänzt werden.

Die rechtlich selbständigen Max-Planck-Institute (das Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH und das Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung)) legen jeweils einen gesonderten Jahresabschluss vor, der nicht in die Jahresrechnung der Max-Planck-Gesellschaft einbezogen wird.³

Die Einnahmen- und Ausgabenrechnung folgt in ihrem Aufbau dem Haushaltsplan der Max-Planck-Gesellschaft.

Die Vermögensübersicht wurde in Anlehnung an handelsrechtliche Grundsätze unter Beachtung der für die Gesellschaft geltenden Bewirtschaftungs- und Rechnungslegungsvorschriften aufgestellt. Die Gliederung berücksichtigt die besonderen Erfordernisse des Vereins.

1 Die Abteilung Revision der Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft hat die Jahresrechnung 2013 entsprechend dem ihr von der Hauptversammlung der Mitglieder im Jahr 2013 erteilten Prüfungsauftrag geprüft und einen uneingeschränkten Bestätigungsvermerk erteilt. Die *Rödl & Partner GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Steuerberatungsgesellschaft*, Nürnberg, hat den Jahresabschluss des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik (Haushalt B) und die *Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft*, München, hat den Jahresabschluss des Privaten Vermögens der Max-Planck-Gesellschaft – gemäß den von der Hauptversammlung der Mitglieder 2013 gefassten Beschlüssen und entsprechend erteilten Prüfungsaufträgen – geprüft. Beiden Jahresabschlüssen wurde der uneingeschränkte Bestätigungsvermerk erteilt.

2 Die satzungsgemäße Behandlung der Jahresrechnung erfolgt nach §§ 13 und 18 der Satzung. Die Prüfung gemäß § 14 Abs. 2 der Satzung durch den Prüfungsausschuss wird ab der Jahresrechnung 2015 erfolgen.

3 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 (Haushalt A). Sie sind jedoch nicht Bestandteil der Jahresrechnung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.

I. Erläuterungen zur Einnahmen- und Ausgabenrechnung

Aufgrund des für die Jahre 2011 bis 2015 geschlossenen zweiten Pakts für Forschung und Innovation, der eine Erhöhung der Zuwendungen für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen um jährlich 5% vorsieht, erhöhten sich die Einnahmen und hier die betroffenen öffentlichen Zuschüsse aus der Anteilsfinanzierung wieder deutlich. Dies ermöglicht der Max-Planck-Gesellschaft, im Rahmen der forschungspolitischen Zielsetzung ihre zukunftsweisende Grundlagenforschung flexibel gestalten, ausweiten und in neue Bereiche investieren zu können.

Das Rechnungsjahr 2013 schloss für die Max-Planck-Gesellschaft insgesamt mit Einnahmen und Ausgaben in Höhe von 1.940,5 Mio. EUR (2012: 1.826,6 Mio. EUR), was einem Anstieg gegenüber dem Vorjahr um 113,9 Mio. EUR (6,2 %) entspricht. Auf der Ausgabenseite führten im Bereich der Anteilsfinanzierung insbesondere Verzögerungen von Neugründungen und Baumaßnahmen, auch bedingt durch Kapazitätsengpässe im Bausektor, zu Verschiebungen des Mittelabflusses in das Folgejahr. Entsprechend werden die im Rechnungsjahr nicht verausgabten Mittel innerhalb der besonderen Finanzierungsausgaben in das Folgejahr zur plan- und zielgerechten Verausgabung übertragen.

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:

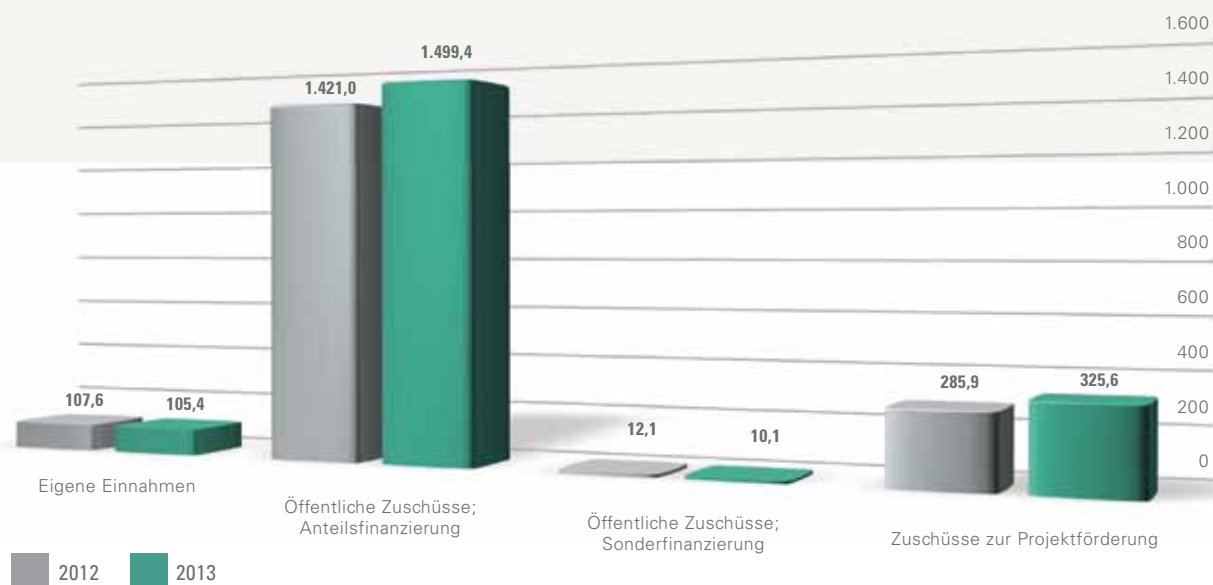
Einnahmen (in Mio. Euro)	2013		2012		Veränderung zum Vorjahr	
Eigene Einnahmen	105,4	(5,4 %)	107,6	(5,9 %)	-2,2	(-2,0 %)
Öffentliche Zuschüsse zur institutionellen Förderung						
• Anteilsfinanzierung	1.499,4	(77,3 %)	1.421,0	(77,8 %)	78,4	(5,5 %)
• Sonderfinanzierung	10,1	(0,5 %)	12,1	(0,7 %)	-2,0	(-16,5 %)
Zuschüsse zur Projektförderung	325,6	(16,8 %)	285,9	(15,6 %)	39,7	(13,9 %)
SUMME EINNAHMEN	1.940,5	(100,0 %)	1.826,6	(100,0 %)	113,9	(6,2 %)

Ausgaben (in Mio. Euro)						
Personalausgaben	750,1	(38,7 %)	728,8	(39,9 %)	21,3	(2,9 %)
Sächliche Ausgaben	554,4	(28,5 %)	516,1	(28,2 %)	38,3	(7,4 %)
Zuschüsse (ohne Investitionen)	168,8	(8,7 %)	166,5	(9,1 %)	2,3	(1,4 %)
Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen	345,2	(17,8 %)	366,6	(20,1 %)	-21,4	(-5,8 %)
SUMME AUSGABEN	1.818,5	(93,7 %)	1.778,0	(97,3 %)	40,5	(2,3 %)
Besondere Finanzierungsausgaben	122,0	(6,3 %)	48,6	(2,7 %)	73,4	(151,0 %)
MITTELVERWENDUNG	1.940,5	(100,0 %)	1.826,6	(100,0 %)	113,9	(6,2 %)

Einnahmen

Die **Einnahmen** der Max-Planck-Gesellschaft erhöhten sich im Jahr 2013 um 113,9 Mio. EUR (6,2 %) auf 1.940,5 Mio. EUR. Als Einrichtung zur Grundlagenforschung wird die Max-Planck-Gesellschaft durch öffentliche Zuschüsse von Bund und Ländern gefördert. Die Bedeutung der institutionellen Förderung der Gesellschaft gegenüber den übrigen Finanzierungen und Förderungen wird aus dem nachfolgenden Diagramm ersichtlich:

AUFGLIEDERUNG DER EINNAHMEN 2012 / 2013 (in Mio. Euro)



Die **eigenen Einnahmen** verminderten sich um 2,2 Mio. EUR (-2,0 %) auf 105,4 Mio. EUR. Ausgewiesen werden u. a. die Einnahmen aus Lizenzen bzw. Patentverwertungen, Einnahmen aus wissenschaftlichen Untersuchungen und Gutachten sowie sonstige Einnahmen.

Die **Zuschüsse zur Anteilsfinanzierung** erhöhten sich insgesamt um 78,4 Mio. EUR (5,5 %) auf 1.499,4 Mio. EUR. Die Aufteilung der Zuschüsse zwischen dem Allgemeinen Haushalt und dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik ist aus nachfolgender Übersicht ersichtlich:

Anteilsfinanzierung (in Mio. Euro)	2013	2012	Veränderung zum Vorjahr	
Allgemeiner Haushalt				
Laufende Zuschüsse				
Bewilligte Zuschüsse (ohne Anteil der MPI für Eisenforschung und für Kohlenforschung)	1.397,1	1.329,9	67,2	(5,1 %) *
Umsetzungen in der Antragsgemeinschaft	-0,9	-0,8	-0,1	(0,0 %)
Summe laufende Zuschüsse	1.396,2	1.329,1	67,1	(5,1 %)
Übertragbare Mittel aus Vorjahren	-2,4	-10,1	7,7	
MPI für Plasmaphysik				
Laufende Zuschüsse	105,6	102,9	2,7	(2,6 %)
Übertragbare Mittel aus Vorjahren	0,0	-0,9	0,9	
GESAMT	1.499,4	1.421,0	78,4	(5,5 %)

* kaufmännisch gerundeter Wert

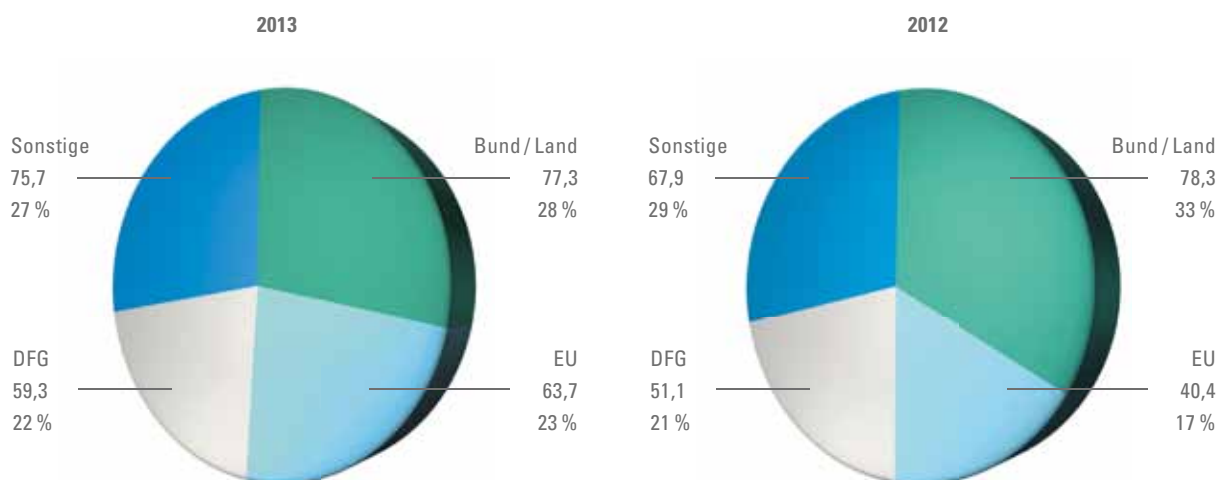
Die bewilligten Zuschüsse des Allgemeinen Haushalts weisen aufgrund der **Fortschreibung des Pakts für Forschung und Innovation** gegenüber dem Vorjahr einen Anstieg um 5,1% auf. Nach Umsetzungen innerhalb der Antragsgemeinschaft ergibt sich ein Anstieg der laufenden Zuschüsse für die Max-Planck-Gesellschaft (ohne die rechtlich selbständigen Institute für Eisenforschung und für Kohlenforschung) um 67,1 Mio. EUR (5,1%) auf 1.396,2 Mio. EUR.

Die **Zuschüsse zur Sonderfinanzierung** (siehe Tabelle S. 127) betreffen nur den Allgemeinen Haushalt. Gegenüber dem Vorjahr ergibt sich insgesamt ein Rückgang um 2,0 Mio. EUR (-16,5%).

Die **Zuschüsse zur Projektförderung** (siehe Tabelle S. 127) erhöhten sich um 39,7 Mio. EUR (13,9%) auf 325,6 Mio. EUR. Sie umfassen damit insgesamt 16,8% der Gesamteinnahmen.

Die laufenden Zuschüsse zur Projektförderung in Höhe von 276,0 Mio. EUR (Vorjahr: 237,7 Mio. EUR) – ohne übertragbare Mittel aus dem Vorjahr in Höhe von 49,6 Mio. EUR (Vorjahr: 48,2 Mio. EUR) – gliedern sich wie folgt nach Zuschussgebern auf:

AUFGLIEDERUNG NACH ZUSCHUSSGEBER (in Mio. Euro)

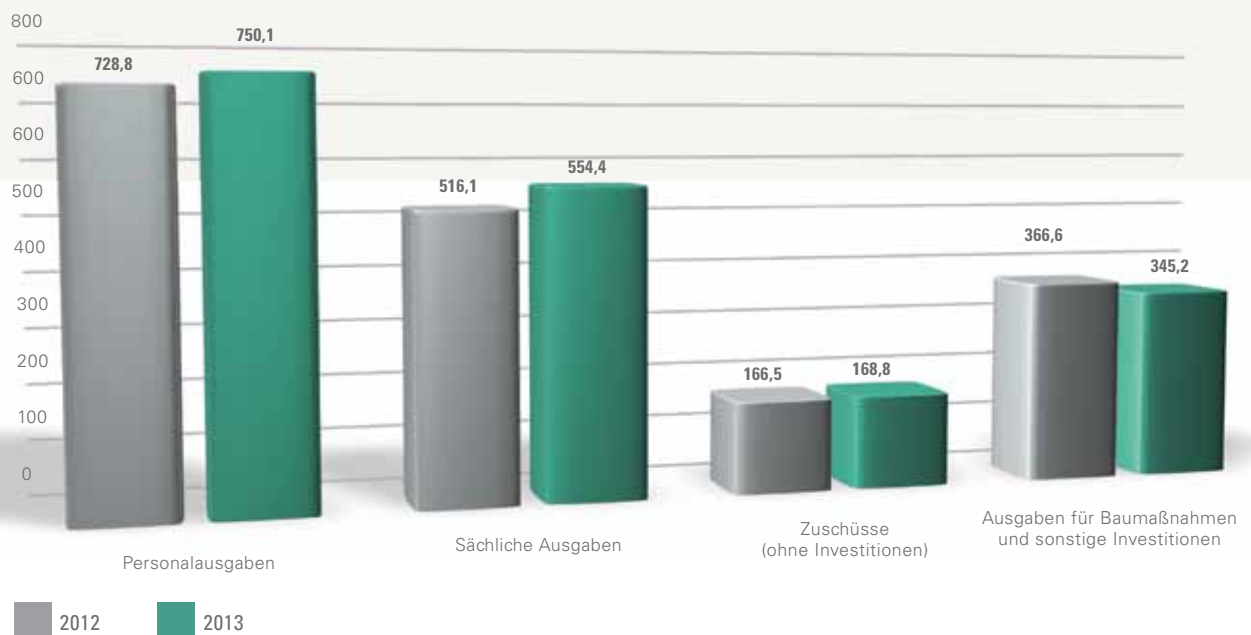


Im Allgemeinen Haushalt erhöhten sich im Vergleich zum Vorjahr die laufenden Zuschüsse zur Projektförderung von 227,1 Mio. EUR auf 255,6 Mio. EUR; ebenso ist im Haushalt B ein Anstieg zu verzeichnen von 10,6 Mio. EUR im Vorjahr auf 20,4 Mio. EUR. Dabei haben sich insbesondere von der EU vereinnahmte Projektfördermittel erhöht, sowohl im Allgemeinen Haushalt als auch im Haushalt B.

Ausgaben

Die **Ausgaben** erhöhten sich im Jahr 2013 gegenüber dem Vorjahr um 40,5 Mio. EUR (2,3 %) auf 1.818,5 Mio. EUR. Die Ausgaben sind im nachfolgenden Diagramm graphisch dargestellt:

AUFGLIEDERUNG DER AUSGABEN 2012 / 2013 (in Mio. Euro)



Die einzelnen Posten sowie ihre Veränderung gegenüber dem Vorjahr (siehe Tabelle S. 127) werden nachfolgend näher erläutert.

Die **Personalausgaben** weisen vor dem Hintergrund der Anhebung der TVöD-Entgelte sowie der Dienstbezüge nach dem Bundesbesoldungsgesetz (jeweils zum 1. Januar und zum 1. August 2013) einen Anstieg um 21,3 Mio. EUR (2,9 %) auf 750,1 Mio. EUR auf. Detaillierte Ausführungen zum Bereich Personal finden sich im Jahresbericht (Kapitel „Zentrale Angelegenheiten, Personal“).

Die **sächlichen Ausgaben** erhöhten sich um 38,3 Mio. EUR (7,4 %) auf 554,4 Mio. EUR. Im Vorjahr waren im Allgemeinen Haushalt hier insbesondere temporäre Einsparungen vorwiegend im Bereich des Unterhalts von Grundstücken und baulichen Anlagen (Bauunterhalt) wirksam geworden.

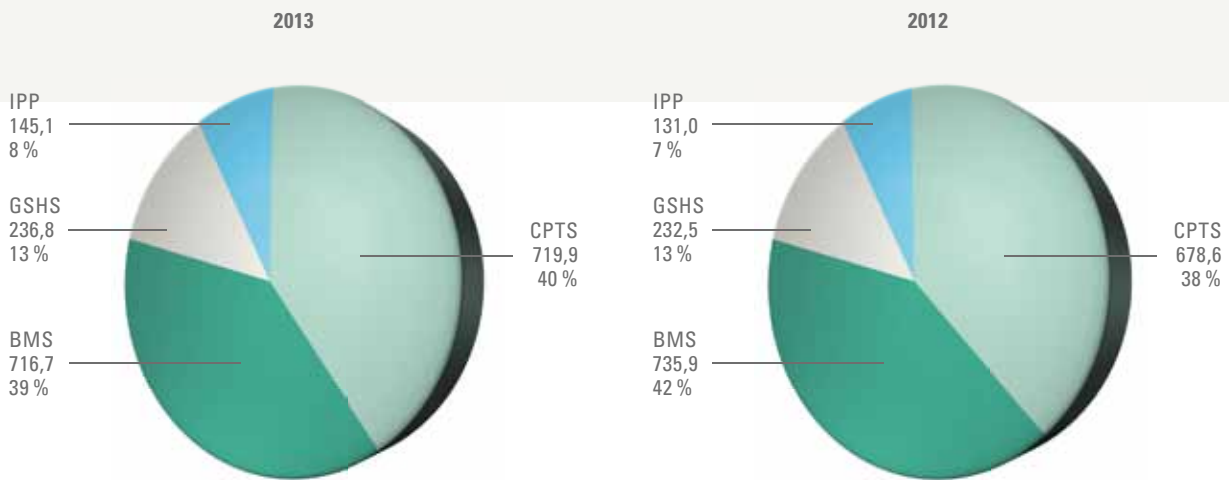
Die **Zuschüsse (ohne Investitionen)** erhöhten sich um 2,3 Mio. EUR (1,4 %) auf 168,8 Mio. EUR. In dieser Position werden im Wesentlichen die Ausgaben für die Nachwuchsförderung in Höhe von 120,6 Mio. EUR ausgewiesen.

Die **Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen** weisen gegenüber dem Vorjahr einen Rückgang um 21,4 Mio. EUR (-5,8 %) auf 345,2 Mio. EUR auf. Im Allgemeinen Haushalt ist ein Rückgang der Ausgaben für Baumaßnahmen um 45,1 Mio. EUR auf 139,4 Mio. EUR zu verzeichnen. Hauptursache hierfür waren Verzögerungen von Baumaßnahmen aufgrund von Kapazitätsengpässen in der Baubranche, die zu Verschiebungen des Mittelabflusses in das Folgejahr führten. Für die Erstausrüstung von Bauten und Einrichtungen ist ein geringfügiger Anstieg der Ausgaben um 0,5 Mio. EUR auf 9,1 Mio. EUR zu verzeichnen. Weiterhin sind in dieser Position Ausgaben für sonstige Investitionen einschließlich Berufungsmittel von insgesamt 196,6 Mio. EUR (Vorjahr 173,5 Mio. EUR) enthalten.

Im Jahr 2013 wurden wesentliche Beträge unter anderem in die Baumaßnahmen der Institutsneubauten des MPI für Sonnensystemforschung in Göttingen (33,3 Mio. EUR), des MPI für Biologie des Alterns in Köln (10,5 Mio. EUR) sowie des MPI für Hirnforschung in Frankfurt/Main (6,8 Mio. EUR) investiert.

Werden die gesamten Ausgaben aufgegliedert nach den Forschungsschwerpunkten, den sogenannten Sektionen der Max-Planck-Gesellschaft, ergibt sich folgendes Bild:

AUFTEILUNG DER AUSGABEN NACH SEKTIONEN (in Mio. Euro)



BMS: Biologisch-Medizinische Sektion
 CPTS: Chemisch-Physikalisch-Technische Sektion
 GSHS: Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftliche Sektion
 IPP: Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (Haushalt B)

Zusammengefasst lässt sich die Entwicklung – bezogen auf die zur Verfügung stehenden Mittel – auch an der Ausgabenstruktur und den besonderen Finanzierungsausgaben zeigen:

MITTELVERWENDUNG 2011 – 2013 (in % von den Gesamtausgaben)



Insgesamt zeigt sich im Dreijahresvergleich eine ähnliche Ausgabenstruktur bezüglich der Mittelkategorien.

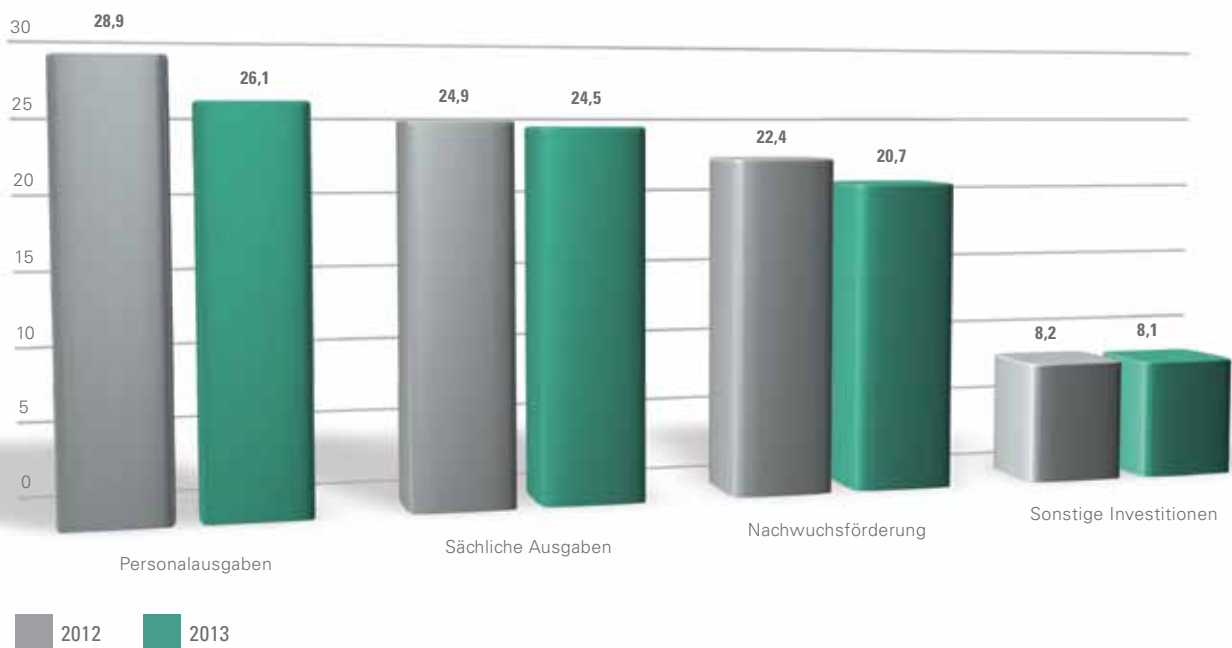
Gegenüber dem Vorjahr zeigt die Ausgabenentwicklung im Jahr 2013, dass der Anteil der sächlichen Ausgaben mit 28,5 % der Gesamtausgaben leicht gestiegen ist. Leicht vermindert haben sich jeweils der quotale Anteil der Personalausgaben mit 38,7 % und der Zuschüsse (ohne Investitionen) mit 8,7 % der Gesamtausgaben. Der Anteil der Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen ist auf 17,8 % zurückgegangen, nachdem im Vorjahr eine erhöhte Investitionstätigkeit stattfand und im laufenden Jahr die Ausgaben für Baumaßnahmen aufgrund von Verzögerungen rückläufig waren. Die besonderen Finanzierungsausgaben (siehe Seite 133) sind entsprechend auf einen Anteil von 6,3 % gestiegen.

Eines der wichtigen Elemente des Haushaltsvollzugs ist nach wie vor das Instrument des Strategischen Innovationsfonds, der im Sinne der Empfehlung der internationalen Kommission zur Systemevaluation im Jahr 2002 eingerichtet wurde. Die finanziellen Mittel des Strategischen Innovationsfonds werden unter Einbeziehung wissenschaftspolitischer und forschungsstrategischer Überlegungen gezielt dafür eingesetzt, um Innovationen, neue Arbeits- und Kooperationsformen sowie neue Forschungsfelder der Institute zu fördern.

Gefördert werden Projekte, u. a. im Bereich der pharmakologischen Wirkstoffforschung, und Programme, u. a. das Minerva-Programm im Bereich der Chancengleichheit, die Themenoffenen Max-Planck-Forschungsgruppen im Bereich der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, das Max Planck Fellow-Programm im Bereich der Zusammenarbeit mit den Universitäten sowie das Programm der Max Planck Center im Bereich der Zusammenarbeit mit ausländischen Forschungseinrichtungen. Ausführliche Informationen zu diesen Maßnahmen finden sich im Jahresbericht (Kapitel „Nachwuchsförderung“ und „Kooperationsprogramme“).

Das Ausgabevolumen des Strategischen Innovationsfonds beläuft sich im Jahr 2013 auf 79,4 Mio. EUR (Vorjahr: 84,4 Mio. EUR). Der Rückgang ist dadurch bedingt, dass neue Projekte und Programmausschreibungen zur Förderung anderer Bereiche vorübergehend zurückgestellt wurden.

AUSGABEN DES STRATEGISCHEN INNOVATIONSFONDS (in Mio. Euro)



Besondere Finanzierungsausgaben

Die **besonderen Finanzierungsausgaben** umfassen im Wesentlichen überjährig verfügbare Mittel, die in das nächste Jahr übertragen werden. Die besonderen Finanzierungsausgaben erhöhten sich gegenüber dem Vorjahr um 73,4 Mio. EUR (151,0 %) auf 122,0 Mio. EUR. Die Erhöhung geht im Wesentlichen auf das sich im Allgemeinen Haushalt für den Bereich der Anteilfinanzierung ergebende Volumen von 62,2 Mio. EUR an überjährig verfügbaren Mitteln zurück. Die Übertragung in das Folgejahr erfolgt hier überwiegend im Rahmen der Selbstbewirtschaftung, für die zum Stichtag 31. Dezember 2013 Mittel in Höhe von 53,0 Mio. EUR eingestellt waren. Im Bereich der Projektförderung im Allgemeinen Haushalt ergeben sich besondere Finanzierungsausgaben (bereits saldiert mit Vorgriffen) in Höhe von 57,2 Mio. EUR (Vorjahr: 52,5 Mio. EUR).

II. Erläuterungen zur Vermögensübersicht

Die Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2013 weist eine Bilanzsumme von 2.894,9 Mio. EUR (2012: 2.763,5 Mio. EUR) aus.⁴ Gegenüber dem Vorjahr stieg die Bilanzsumme um 131,4 Mio. EUR (4,8 %).

Nachfolgende Aufstellung zeigt die Veränderung der einzelnen Bilanzposten der Aktiva zum 31. Dezember 2013 gegenüber dem Vorjahresstichtag. Die Veränderung der Posten ist absolut und prozentual zum Vorjahr angegeben:

Aktiva (in Mio. Euro)	2013		2012		Veränderung	
Anlagevermögen						
Immaterielle Vermögensgegenstände	9,1	(0,3 %)	11,6	(0,4 %)	-2,5	(-21,6 %)
Sachanlagen	2.470,4	(85,3 %)	2.408,7	(87,2 %)	61,7	(2,6 %)
Finanzanlagen	133,5	(4,6 %)	136,4	(4,9 %)	-2,9	(-2,1 %)
Summe Anlagevermögen	2.613,0	(90,2 %)	2.556,7	(92,5 %)	56,3	(2,2 %)
Umlaufvermögen						
Vorräte	10,2	(0,4 %)	10,0	(0,4 %)	0,2	(2,0 %)
Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	146,9	(5,1 %)	90,7	(3,3 %)	56,2	(62,0 %)
Wertpapiere	0,6	(0,0 %)	1,1	(0,0 %)	-0,5	(-45,5 %)
Kasse, Bank-, Postgiroguthaben	116,3	(4,0 %)	97,5	(3,5 %)	18,8	(19,3 %)
Summe Umlaufvermögen	274,0	(9,5 %)	199,3	(7,2 %)	74,7	(37,5 %)
Aktive Rechnungsabgrenzungsposten	7,9	(0,3 %)	7,5	(0,3 %)	0,4	(5,3 %)
GESAMT	2.894,9	(100,0 %)	2.763,5	(100,0 %)	131,4	(4,8 %)

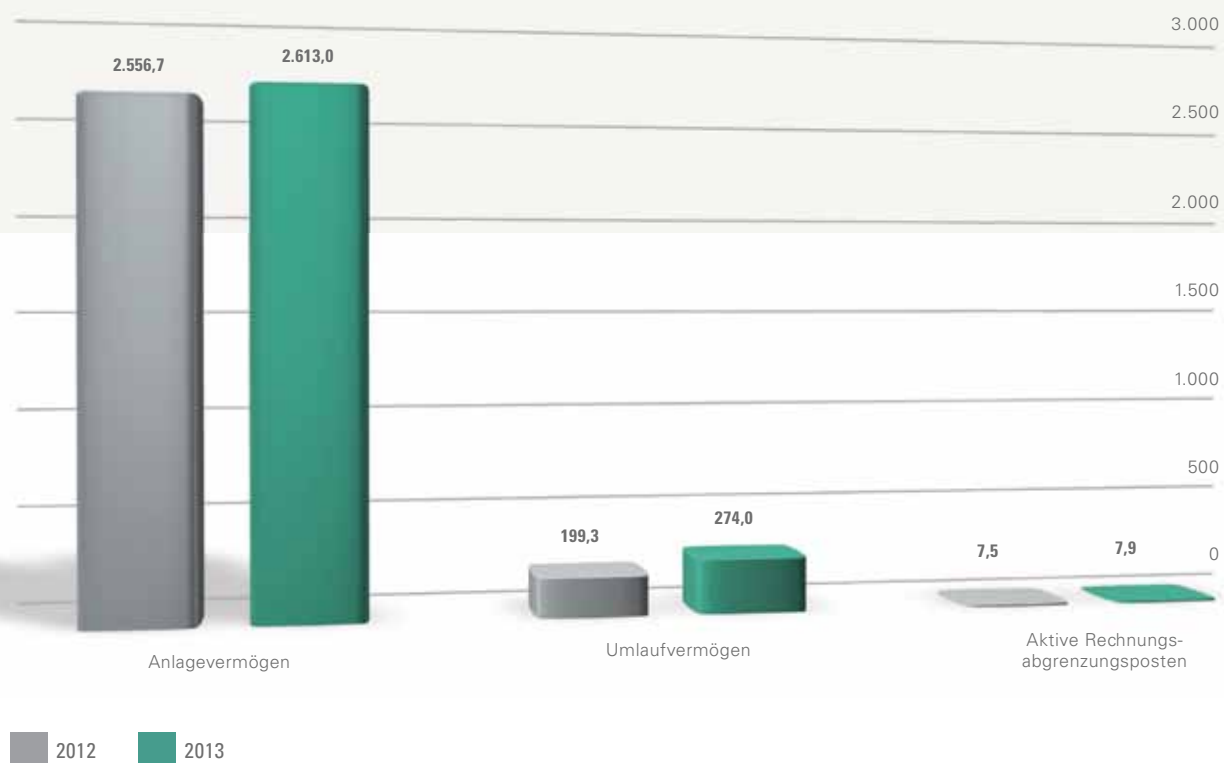
Nachfolgende Aufstellung zeigt die Veränderung der einzelnen Bilanzposten der Passiva zum 31. Dezember 2013 gegenüber dem Vorjahresstichtag. Die Veränderung der Posten ist absolut und prozentual zum Vorjahr angegeben:

Passiva (in Mio. Euro)	2013		2012		Veränderung	
Reinvermögen	2.354,8	(81,3 %)	2.308,0	(83,5 %)	46,8	(2,0 %)
Rückstellungen	315,2	(10,9 %)	302,6	(11,0 %)	12,6	(4,2 %)
Verbindlichkeiten						
• gegenüber Kreditinstituten	1,2	(0,0 %)	1,2	(0,0 %)	0,0	(0,0 %)
• aus Lieferungen und Leistungen	44,6	(1,5 %)	39,5	(1,4 %)	5,1	(12,9 %)
• gegenüber verbundenen Unternehmen und Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	5,9	(0,2 %)	9,1	(0,3 %)	-3,2	(-35,2 %)
• sonstige Verbindlichkeiten	16,7	(0,6 %)	13,7	(0,5 %)	3,0	(21,9 %)
Summe Verbindlichkeiten	68,4	(2,4 %)	63,5	(2,3 %)	4,9	(7,7 %)
Passive Rechnungsabgrenzungsposten	156,5	(5,4 %)	89,4	(3,2 %)	67,1	(75,1 %)
GESAMT	2.894,9	(100,0 %)	2.763,5	(100,0 %)	131,4	(4,8 %)

⁴ Die Gliederung der Vermögensübersicht des MPI für Plasmaphysik wurde an die Gliederung des Allgemeinen Haushalts der Max-Planck-Gesellschaft angepasst.

Aktiva

AKTIVA 2012 / 2013 (in Mio. Euro)



Das **Anlagevermögen** stieg um 56,3 Mio. EUR (2,2 %) auf 2.613,0 Mio. EUR.

Der Anlagenspiegel (Seite 140) zeigt die Buchwertentwicklung der **immateriellen Vermögensgegenstände** und der **Sachanlagen** für das Berichtsjahr. Insgesamt wurden Zugänge in Höhe von 421,8 Mio. EUR aktiviert. Durch Abgänge verringerte sich der Bestand um 49,0 Mio. EUR. Die Abschreibungen beliefen sich auf 313,6 Mio. EUR.

Die **Finanzanlagen** verminderten sich um 2,9 Mio. EUR (-2,1 %) auf 133,5 Mio. EUR.

Das **Umlaufvermögen** weist einen Anstieg um 74,7 Mio. EUR (37,5 %) auf 274,0 Mio. EUR auf.

Der Bestand an **Vorräten** erhöhte sich geringfügig um 0,2 Mio. EUR (2,0 %) auf 10,2 Mio. EUR. In der Position sind im Wesentlichen die Materialbestände der Institute ausgewiesen.

Die **Forderungen und sonstigen Vermögensgegenstände** erhöhten sich gegenüber dem Vorjahresstichtag um 56,2 Mio. EUR (62,0 %) auf 146,9 Mio. EUR. In der Position sind die Forderungen an Zuwendungsgeber wesentlich, die sich insbesondere aufgrund der überjährig verfügbaren Mittel der Anteilsfinanzierung erhöht haben, die zum Stichtag noch nicht abgerufen waren (Selbstbewirtschaftung).

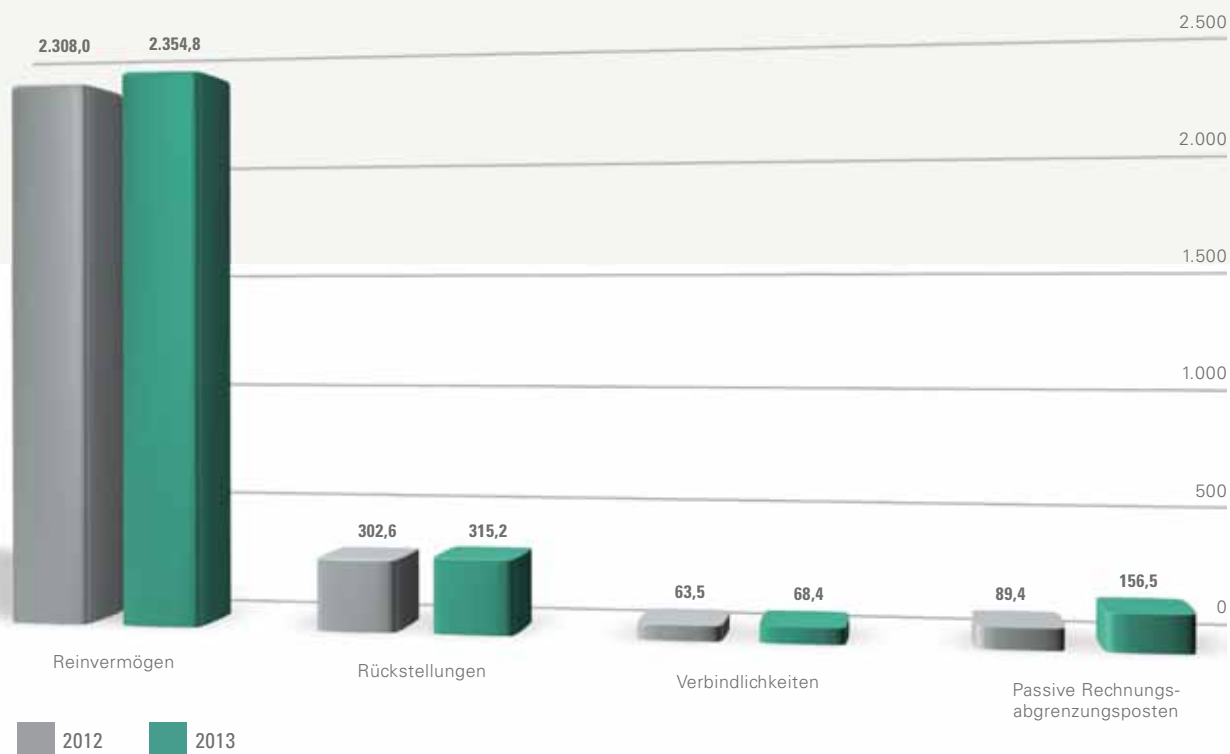
Die **Wertpapiere des Umlaufvermögens** haben sich gegenüber dem Vorjahresstichtag um 0,5 Mio. EUR (-45,5 %) vermindert. Der Bestand an **liquiden Mitteln** erhöhte sich um 18,8 Mio. EUR (19,3 %) auf 116,3 Mio. EUR. In der Position sind die Kassenbestände, laufenden Bankguthaben und Festgelder ausgewiesen.

Der **aktive Rechnungsabgrenzungsposten** erhöhte sich um 0,4 Mio. EUR (5,3 %) auf 7,9 Mio. EUR und enthält im Wesentlichen Personalausgaben für das Folgejahr.

Das **Treuhandvermögen** stieg um 1,2 Mio. EUR auf 47,3 Mio. EUR. Hier sind im Wesentlichen treuhänderisch verwaltete EU-Projektmittel ausgewiesen (45,5 Mio. EUR).

Passiva

PASSIVA 2012 / 2013 (in Mio. Euro)



Das **Reinvermögen** der Max-Planck-Gesellschaft erhöhte sich gegenüber dem Vorjahresstichtag um 46,8 Mio. EUR (2,0 %) auf 2.354,8 Mio. EUR. Die Entwicklung hängt im Wesentlichen mit dem Anstieg des Anlagevermögens zusammen. Vermindernd auf das Reinvermögen hat sich die Erhöhung der Rückstellungen ausgewirkt.

Die **Rückstellungen** stiegen gegenüber dem Vorjahresstichtag um 12,6 Mio. EUR (4,2 %) auf 315,2 Mio. EUR, bedingt durch den Anstieg der Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen um 12,6 Mio. EUR auf 307,1 Mio. EUR.

Die **Verbindlichkeiten** erhöhten sich insgesamt um 4,9 Mio. EUR (7,7 %) auf 68,4 Mio. EUR.

Der **passive Rechnungsabgrenzungsposten** stieg um 67,1 Mio. EUR (75,1 %) auf 156,5 Mio. EUR. In der Position sind im Wesentlichen die in den besonderen Finanzierungsausgaben enthaltenen überjährig verfügbaren Mittel abgegrenzt; dabei werden Vorgriffe in der Position „Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände“ ausgewiesen. Der Anstieg des Postens resultiert im Wesentlichen aus den überjährig verfügbaren Mitteln der Anteilsfinanzierung.

III. Einnahmen- und Ausgabenrechnung für das Kalenderjahr 2013



	Ist 2013	Ist 2012
Einnahmen (in Euro)		
Eigene Einnahmen	105.350.036,37	107.546.863,47
Öffentliche Zuschüsse zur institutionellen Förderung		
• Anteilsfinanzierung	1.499.419.680,84	1.420.996.610,11
• Sonderfinanzierung	10.095.327,08	12.142.272,14
Zuschüsse zur Projektförderung	325.636.303,74	285.865.861,06
EINNAHMEN	1.940.501.348,03	1.826.551.606,78
Ausgaben (in Euro)		
Personalausgaben	750.069.773,10	728.846.476,07
Sächliche Ausgaben	554.403.360,42	516.069.498,15
Zuschüsse (ohne Investitionen)	168.830.905,01	166.452.373,58
Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen	345.166.301,11	366.598.173,60
AUSGABEN	1.818.470.339,64	1.777.966.521,40
BESONDERE FINANZIERUNGS-AUSGABEN	122.031.008,39	48.585.085,38

IV. Vermögensübersicht zum 31.12.2013

AKTIVA	31.12.2013 (in Euro)	31.12.2012 (in TEuro)
A. Anlagevermögen		
I. Immaterielle Vermögensgegenstände		
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte sowie Lizenzen an solchen Rechten	9.091.344,38	11.612,1
II. Sachanlagen		
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich Bauten auf fremden Grundstücken	1.161.365.597,59	1.193.842,1
2. Technische Anlagen und Maschinen	487.073.696,99	480.752,1
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	207.251.154,59	196.947,7
4. Anlagen im Bau	614.686.378,98	2.470.376.828,15
III. Finanzanlagen		
1. Beteiligungen	1.535.569,96	1.550,6
2. Wertpapiere	127.918.105,78	129.224,4
3. Sonstige Ausleihungen	3.996.727,61	133.450.403,35
B. Umlaufvermögen		
I. Vorräte	10.245.286,33	10.014,2
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände		
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	5.007.310,71	4.142,6
2. Forderungen gegen verbundene Unternehmen und Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	2.247,19	0,0
3. Sonstige Vermögensgegenstände	141.904.515,58	146.914.073,48
III. Wertpapiere	583.010,36	1.148,5
IV. Kasse, Bankguthaben, Postgiroguthaben	116.243.722,36	97.449,6
C. Aktive Rechnungsabgrenzungsposten	7.946.948,90	7.516,4
GESAMT	2.894.851.617,31	2.763.520,9
Nachrichtlich: Treuhandvermögen	47.339.479,66	46.079,8

PASSIVA31.12.2013
(in Euro)31.12.2012
(in TEuro)**A. Reinvermögen**

2.354.844.373,01

2.308.055,5

B. Rückstellungen1. Rückstellungen für Pensionen und
ähnliche Verpflichtungen

307.117.252,00

294.541,3

2. Sonstige Rückstellungen

8.035.923,27

315.153.175,27

8.020,9

C. Verbindlichkeiten

1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten

1.141.798,01

1.195,8

2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen

44.632.736,68

39.537,2

3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen und
Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht

5.905.082,73

9.062,2

4. Sonstige Verbindlichkeiten

16.713.071,28

68.392.688,70

13.745,8

D. Passive Rechnungsabgrenzungsposten

156.461.380,33

89.362,2

GESAMT

2.894.851.617,31

2.763.520,9

Nachrichtlich:

Treuhandverpflichtung

47.339.479,66

46.079,8

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

Anlagenspiegel zum 31.12.2013

in Euro	Buchwert 01.01.2013	Zugang	Abgang	Umgliederung	Abschreibung	Buchwert 31.12.2013
I. Immaterielle Vermögensgegenstände						
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte sowie Lizenzen an solchen Rechten	11.612.069,10	3.416.842,49	-157.798,00	-42.000,00	-5.737.769,21	9.091.344,38
II. Sachanlagen						
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich Bauten auf fremden Grundstücken	1.193.842.079,20	32.696.293,80	-1.892.587,41	4.649.108,25	-67.929.296,25	1.161.365.597,59
2. Technische Anlagen und Maschinen	480.752.061,79	195.624.746,40	-5.177.049,10	26.922.207,49	-211.048.269,59	487.073.696,99
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	196.947.676,05	40.014.677,82	-1.472.467,26	632.644,05	-28.871.376,07	207.251.154,59
4. Anlagen im Bau	537.144.568,73	150.020.798,08	-40.317.028,04	-32.161.959,79	0,00	614.686.378,98
	2.408.686.385,77	418.356.516,10	-48.859.131,81	42.000,00	-307.848.941,91	2.470.376.828,15
GESAMT	2.420.298.454,87	421.773.358,59	-49.016.929,81	0,00	-313.586.711,12	2.479.468.172,53