



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

JAHRESBERICHT | ANNUAL REPORT

2014



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:

CHEMIE-NOBELPREIS 2014 FÜR STEFAN HELL

Jubel brach am Mittwoch, den 8. Oktober 2014, am MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen aus: Die Nobelstiftung gab bekannt, dass sie Stefan Hell gemeinsam mit Eric Betzig und William E. Moerner für die Entwicklung neuer hochauflösender Mikroskopie-Methoden den Nobelpreis für Chemie verleiht. Hell ist seit 2002 Direktor am Göttinger Institut, davor war er dort Leiter einer Selbständigen Nachwuchsgruppe. Mit der von Hell entwickelten STED-Mikroskopie war es erstmals möglich, die von Ernst Abbe 1873 formulierte Beugungsbegrenzung der Lichtmikroskopie zu durchbrechen. Unsere Abbildung zeigt zwei lebende Zellen, in denen das Stützprotein Keratin mit einem Fluoreszenzfarbstoff markiert wurde. Hier kam die auch von Hell entwickelte RESOLFT-Nanoskopie zum Einsatz; das Bild basiert auf 144 Einzelaufnahmen, die innerhalb einer Sekunde aufgenommen worden sind.

Copyright: Andriy Chmyrov, Stefan Hell, MPI für biophysikalische Chemie.

Juni 2015

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:

2014 NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY FOR STEFAN HELL

Cheering broke out at the MPI for Biophysical Chemistry in Göttingen on Wednesday, 8 October 2014, when the Nobel Foundation announced that it was awarding the Nobel Prize in Chemistry to Stefan Hell, Eric Betzig and William E. Moerner for their development of new high-resolution microscopy methods. Hell has been Director at the Göttingen-based Institute since 2002. Before that he headed an Independent Junior Research Group there.

STED microscopy, which Hell developed, made it possible for the first time to break the diffraction limit of light microscopy, which was first formulated by Ernst Abbe in 1873. Our illustration shows two living cells in which the structural protein keratin is stained with a fluorescent dye. RESOLFT nanoscopy, which was also developed by Hell, was used to produce the image, which is based on 144 individual snapshots taken within one second.

Copyright: Andriy Chmyrov, Stefan Hell, MPI for Biophysical Chemistry.

June 2015

ISSN 1430-4066

Inhaltsverzeichnis

Contents

2	BERICHT DES PRÄSIDENTEN	PRESIDENT'S REPORT
8	CHEMIE-NOBELPREIS 2014 FÜR STEFAN HELL	NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY 2014 FOR STEFAN HELL
10	LESEPROBEN aus dem Jahrbuch	EXTRACTS from the Yearbook
18	FORSCHUNGSAUSBLICK Günther Schlee Wie Terroristen gemacht werden	RESEARCH OUTLOOK Günther Schlee How terrorists are made
27	Stefan Schaal Roboter werden selbstständig	Stefan Schaal Robots are becoming autonomous
36	Victor Sourjik Regeln für die Zusammenarbeit in der Zelle	Victor Sourjik Rules for Cooperation in the Cell
48	KOOPERATIONSPROGRAMME Partnergruppen	COOPERATION PROGRAMS Partner Groups
52	Max Planck Center und Partnerinstitute	Max Planck Centers and Partner Institutes
55	Max Planck Fellows	Max Planck Fellows
56	Kooperation mit der Fraunhofer-Gesellschaft	Cooperation with Fraunhofer-Gesellschaft
58	Tandemprojekte	Tandem Projects
59	Max-Planck-Netzwerke und Institutsübergreifende Forschungsinitiativen	Max Planck Research Networks and Cross-Institutional Initiatives
64	NACHWUCHSFÖRDERUNG Minerva-Programm	SUPPORT OF JUNIOR SCIENTISTS Minerva Program
67	Max-Planck-Forschungsgruppen	Max Planck Research Groups
74	International Max Planck Research Schools und Max Planck Graduate Center	International Max Planck Research Schools and Max Planck Graduate Center
78	TECHNOLOGIETRANSFER	TECHNOLOGY TRANSFER
88	ZENTRALE ANGELEGENHEITEN Finanzen	CENTRAL MATTERS Finances
93	Personal	Staff
106	Tochtergesellschaften	Subsidiaries
114	Organigramm	Organigramme
116	Personelle Zusammensetzung der Organe	Staff of the Governing Bodies
124	Forschungsstandorte	Overview of Research Facilities
128	ANHANG Jahresrechnung	

Wie wir mehr Harnack wagen

Max-Planck-Präsident Martin Stratmann über sein erstes Jahr im Amt

Im Interview blickt Martin Stratmann auf die wichtigsten Momente zurück, benennt die Konsequenzen aus vorangegangenen Erfahrungen und spricht über seine Ziele, die Max-Planck-Gesellschaft auch in Zeiten geringerer Haushaltszuwächse weiterzuentwickeln.

Herr Stratmann Sie sind nun bald ein Jahr im Amt – was war für Sie rückblickend das wichtigste Ereignis in 2014?

Das war ohne Zweifel der Chemie-Nobelpreis für Stefan Hell. Das hat mich persönlich für ihn gefreut, und es ist für die Max-Planck-Gesellschaft enorm wichtig. Schließlich leben wir – nicht nur, aber eben auch – von Nobelpreisen. Als eine der höchsten Auszeichnungen der Wissenschaft entfaltet die Vergabe der Nobelpreise eine enorme Sichtbarkeit in der Öffentlichkeit. Und sie zeigt auch, wo wahre Exzellenz beheimatet ist.

Das Jahr 2014 hat auch kontroverse Debatten mit sich gebracht, beispielsweise beim Thema Tierversuche ...

Das war ja nicht nur eine Debatte, sondern eine lang und professionell vorbereitete Kampagne von Tierschutzaktivisten, die mit emotional stark bewegenden Bildern versuchen, tierexperimentelle Forschung zu diskreditieren. Die vom Privatfernsehen ausgestrahlten, teils manipulierten Bilder aus der Tierhaltung des MPI für biologische Kybernetik in Tübingen haben zu einer Flut an Drohmails, Beleidigungen bis hin zu Morddrohungen geführt. Der Direktor Nikos Logothetis hat sich dieser Hasswelle nicht weiter aussetzen wollen und daher entschieden, zukünftig nicht mehr an Primaten zu forschen. Wir bedauern das außerordentlich. Seine Entscheidung hat aber erstmals auch eine Solidaritätswelle von Wissenschaftlern aus der ganzen Welt ausgelöst. Die Max-Planck-Gesellschaft wird ungeachtet dieser Entscheidung auch in Zukunft auf Tierversuche und Versuche mit Primaten setzen, dort, wo es wissenschaftlich geboten erscheint.

Welche weiteren Schlüsse ziehen Sie aus diesen Ereignissen?

Wir können nicht zulassen, dass gesetzlich legitimierte und international anerkannte Forschung durch fragwürdige, mit unlauteren Mitteln erzeugte Kampagnen beschädigt wird. Trotzdem gilt: Wenn wir die Gesellschaft nicht mitnehmen bei dieser Art von Forschung, dann werden wir sie verlieren. Insofern werden wir unsere Forschung und ihre Anliegen noch stärker öffentlich machen. Wir müssen klar machen, dass ohne Versuche mit Primaten zum Beispiel in der Hirnforschung keine Fortschritte gerade in der Behandlung sehr komplexer Hirnkrankheiten zu erzielen sind. Das wollen wir im Jahr 2015 ausarbeiten. Außerdem müssen wir uns intern besser organisieren, um einer solchen Kampagne künftig entschlossen begegnen zu können – und das verlangt eine sehr gute und kohärente Aufstellung der Institute und der Zentrale.

Ihre Amtszeit steht unter dem Motto „Mehr Harnack wagen“. Wie passt die Programmatik des Gründervaters der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in unser Jahrtausend?

Es gibt Prinzipien und Grundsätze, die zeitlos sind. Und auf vieles, was Adolf von Harnack in seiner Denkschrift vor über 100 Jahren geschrieben hat, trifft dies zu: Man muss sich in der Forschung auf die wirklich exzellenten Köpfe konzentrieren und diese so ausstatten, dass sie ihre Ziele verwirklichen können. Beides ist heute so richtig wie damals. „Mehr Harnack wagen“ heißt aber auch, generell mit der Zeit zu gehen und sich strukturell weiterzuentwickeln. Vor über 100 Jahren war es innovativ, ein Institut einem einzigen Direktor an die Hand zu geben. Heute wissen wir, dass Erfolg in der Regel eine Gemeinschaftsleistung ist. Ohne qualifizierte Doktoranden, Postdoktoranden und Gruppenleiter ist ein herausragendes Max-Planck-Institut nicht denkbar. Auch für sie müssen daher beste Bedingungen bestehen.



Die Neuausrichtung der Nachwuchsförderung trägt diesem Anspruch Rechnung. Wieviel Überzeugungsarbeit mussten Sie für die Reform leisten? Immerhin werden künftig 50 Millionen Euro pro Jahr zusätzlich investiert.

Ich glaube, man muss immer darum ringen, wenn man etwas Neues einführen möchte. Ich muss aber sagen, dass ein ganz großer Teil der Direktoren dieses Paket aktiv unterstützt hat. Wir haben ja eine Arbeitsgruppe unter Leitung von Vizepräsident Bill Hansson eingesetzt. Und diese hat in Einstimmigkeit Empfehlungen abgegeben, die ich als Präsident dann umgesetzt habe. Die Max-Planck-Gesellschaft weiß, wie wichtig Nachwuchswissenschaftler für ihre eigene Zukunft sind, und sie weiß, dass Geld, das man in den Nachwuchs investiert, eigentlich das bestinvestierte Geld ist.

Der Sprecher des PhDnet, der Doktorandenvertretung der MPG, spricht von einem „historischen Schritt“ ...

Weil alle Doktoranden nun gleichgestellt sind. Sie erhalten zukünftig einen Fördervertrag, der ihnen bei der Promotion finanzielle Sicherheit für drei Jahre inklusive Verlängerungsoption gibt und gleichzeitig die Forschungsfreiheit des Stipendiums garantiert. Mindestens ebenso wichtig ist für den Nachwuchs, dass wir die wissenschaftliche Ausbildung weiter verbessern. So regeln neue Leitlinien für die Doktorandenförderung verbindlich die Betreuung während der Promotion. Und wir erarbeiten derzeit ein Programm, das Doktoranden und Postdocs Karrierepfade in und außerhalb der Forschung aufzeigen soll.

Sie haben beim Nachwuchspaket von einem Kraftakt gesprochen. Wie wichtig war für Sie dabei die Unterstützung der Gremien und der Generalverwaltung?

Anstrengungen zur Weiterentwicklung der Max-Planck-Gesellschaft müssen von der Wissenschaft ausgehen. Der Präsident muss dabei führen und braucht dafür die sachkundige und engagierte Unterstützung der Generalverwaltung. Das ist hier sehr gut gelungen. Ganz entscheidend war aber auch die Arbeit der Gremien. So lieferte die Kommission unter Leitung von Reinhard Jahn zur generellen Weiterentwicklung der Nachwuchsförderung wichtige Grundlagen. Dass Bill Hansson die Arbeitsgruppe zur Finanzierung des Nachwuchses geleitet hat, hat uns auch gut getan: Als Schwede und damit erster ausländischer Vizepräsident hat er einen anderen Blick auf unsere Organisation. Abseits vom nationalen Kontext sieht man vieles schärfer, als wir das in Deutschland manchmal tun. Ähnlich ist es mit Angela Friederici. Sie ist die erste Vizepräsidentin der MPG und hat als Frau bei vielen Fragen zur Chancengleichheit eine durch eigene Erfahrungen geprägte Wahrnehmung.

2014 wurde auch der Pakt für Forschung und Innovation verlängert, der von 2016 bis 2020 drei Prozent jährliche Etatsteigerungen bringt, aber doch weniger

Spielräume bietet als zuletzt. Wie bleibt die Max-Planck-Gesellschaft auch unter diesen Bedingungen erneuerungsfähig?

Wir sollten schon festhalten: Auch im internationalen Vergleich sind wir weiter in einer privilegierten Situation. Wir verfügen seit vielen Jahren über einen garantierten Haushaltsaufwuchs, der uns große Sicherheit gibt. Der Zuwachs, den wir nun bis zum Ende des Jahrzehnts erhalten, wahrt den Bestand, ermöglicht aber kein Wachstum – das stimmt. Also muss die Erneuerung allein aus dem Bestehenden heraus erfolgen. Wir werden daher zunehmend die durch Emeritierung frei werdenden Mittel nutzen, um in neue Wissenschaftsgebiete an bestehenden Instituten zu investieren. Auch hier gilt: „Mehr Harnack wagen“, indem wir vor Neuberufungen mehr noch als bisher an den Schnittstellen zwischen den Disziplinen suchen – dort entsteht Wissenschaft jenseits des Mainstreams. So wie beim Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik oder der 2014 vollzogenen Umwidmung unseres Instituts in Jena zum Max-Planck-Institut für Menschheitsgeschichte.

Sie verweisen immer wieder auf den europäischen Forschungsraum. Warum liegt er Ihnen so am Herzen?

Zum einen ist für die Max-Planck-Gesellschaft als führende deutsche Wissenschaftsorganisation das europäische Umfeld außerordentlich wichtig. Wir berufen in vielen Fällen aus Europa und unsere jungen Wissenschaftler erhalten Rufe nach Europa. Um in Europa Spitzenforschung zu ermöglichen, bedarf es zudem europäischer Programme, die sich nicht nach gesellschaftspolitischen Kriterien richten, sondern allein nach wissenschaftlicher Exzellenz. Wie beispielsweise die ERC-Grants, die für uns, aber auch für die Universitäten Cambridge oder Oxford von großer Bedeutung sind. Aber: Wir müssen zur Kenntnis nehmen, dass Europa auseinanderfällt – und das bedroht die Exzellenzförderung.

Wie wirkt dieser Zusammenhang?

Wir haben in Europa Regionen, die wissenschaftlich ganz vorn mitspielen. Das gilt vor allem für die Länder im Norden und Westen. Und es gibt Länder vor allem in Ost- und Südosteuropa, die keine ausgeprägten und vor allem leistungsfähigen Wissenschaftsstrukturen haben. Deshalb sehe ich die Gefahr, ähnlich wie in der Wirtschaft, dass Europa in ein Europa der verschiedenen Geschwindigkeiten zerfällt. Und dass am Ende EU-Programme auf der Strecke bleiben, die die wissenschaftliche Spitze fördern. In dem Sinne müssen wir für mehr Exzellenz in ganz Europa kämpfen. Und gleichzeitig dafür sorgen, dass Länder, die noch nicht die dafür notwendigen Rahmenbedingungen aufweisen, tatkräftig unterstützt werden.

Teaming for Excellence wurde von der EU als Förderlinie mit Unterstützung der Max-Planck-Gesellschaft und anderer Forschungseinrichtungen genau dafür entwickelt ...

Dieses Instrument, das Geld aus dem EU-Forschungsbudget und explizit auch den EU-Strukturfonds einbezieht, ist ein guter Hebel. Vier unserer Institute und ihre Partner in Polen, Bulgarien und Zypern waren in der ersten Runde mit drei Projektvorschlägen erfolgreich. Wir müssen abwarten, wer zum Schluss den Zuschlag für ein Centre of Excellence erhält. Unabhängig davon werden wir eng mit diesen Ländern kollaborieren. Wissenschaftliche Exzellenz ist ein Zugpferd für die Wirtschaft. Und auch wir selbst profitieren. Wir gewinnen Partner, die uns helfen, Spitze zu bleiben. Wir gewinnen Freunde, die Doktoranden nach Deutschland schicken. Und die Industrie profitiert, wenn bei uns ausgebildete Nachwuchswissenschaftler zurück in ihre Heimat gehen, um dort Karriere zu machen. Und sich daran erinnern, einen Teil ihrer besten Jahre in Deutschland verbracht zu haben.

Interview: C. Beck / J. Eschert

Daring more Harnack

Max Planck President Martin Stratmann about his first year in office

In this interview, Martin Stratmann looks back on the highlights of his first year in office, identifies the lessons learned from the past and talks about his aims to ensure the future development of the Max Planck Society even in times of reduced increases in funding.

Mr Stratmann, you've been in office for almost a year now. In retrospect, what was the most important event in 2014?

Without doubt it was the Nobel Prize in Chemistry for Stefan Hell. I was personally thrilled for him, and it's also extremely important for the Max Planck Society. After all, we draw sustenance – not exclusively but certainly also – from Nobel Prizes. As one of the highest distinctions in science, the Nobel Prize commands widespread public attention. And it also shows where true excellence lies.

2014 also witnessed controversial debates, for example on the subject of animal experiments ...

It wasn't just a debate; it was a well-orchestrated campaign by animal protection activists who attempt to discredit animal research with emotionally evocative images. Partially manipulated footage from the primate laboratory of the Max Planck Institute for Biological Cybernetics in Tübingen was shown by a private TV broadcaster and led to a flood of abusive emails ranging from insults to death threats. The Institute's director Nikos Logothetis did no longer want to expose himself to this wave of hatred and therefore decided to end his primate research, which we greatly regret. His decision, however, has also triggered a wave of solidarity of scientists from around the world. The Max Planck Society will continue its animal and primate research where it is scientifically necessary.

What other conclusions have you drawn?

We cannot allow legally legitimate and internationally recognized research being undermined by questionable campaigns

using unfair practices. Nevertheless, we should keep in mind that we must convince society of the value of this type of research, or we will lose its support. As a result, we will communicate our research and its concerns even more strongly in the future. We must make it clear, for example, that in brain research no progress can be achieved, especially in the treatment of very complex brain diseases, without research involving primates. We want to work on increasing the visibility of this research in 2015. Also, we will have to improve our internal organization, so that we will be able to confront any similar campaigns in a more decisive manner – and that requires a very good and consistent organisation of our institutes and the Administrative Headquarters.

The motto for your term of office is "Daring more Harnack". How do the objectives of the founding father of the Kaiser Wilhelm Society fit into the present millennium?

Some principles and tenets are timeless. And that is true of a lot of what Adolf von Harnack wrote in his memorandum over a century ago: in research, you have to concentrate on truly outstanding thinkers and enable them to achieve their goals. This is as important now as it was back then. However, "Daring more Harnack" also means moving with the times in general and developing structurally. Over a century ago it was innovative to hand the reins of an institute to a single Director. Today, we know that success is usually a joint effort. An outstanding Max Planck Institute would be inconceivable without qualified doctoral students, post-docs and Group Leaders. We must also create excellent conditions for them.

The reorganisation of the promotion of junior scientists is in keeping with this aim. Did you have to do a lot of persuading to achieve this? After all, an additional 50 million euros will be invested every year.

I think introducing something new always involves a struggle. But I must say that a large majority of the Directors actively supported this package. We called on the help of a Working Group headed by Vice President Bill Hansson. The group issued unanimous recommendations, which I then implemented as President. The Max Planck Society is aware of how important junior scientists are for its own future and that money invested in junior scientists is money well spent.

The PhDnet spokesperson, the MPG's doctoral student representative, speaks of a "historical step" ...

Because now all doctoral students are treated equally. In future, they will be given a funding contract which, upon attaining their doctorate, will provide them with financial security for three years including an option for renewal, and at the same time allow them the research freedom of a grant. Our continuing improvement of scientific training is no less crucial for junior scientists. Therefore, new guidelines for supporting doctoral students provide for mentorship during their doctoral work. And we are currently working on a programme to identify career paths for doctoral students and postdocs – both in research and elsewhere.

You have referred to the junior scientist package as a major feat. How important was the support of the governing bodies and Administrative Headquarters for you in this process?

Efforts to further develop the Max Planck Society must be led by science. The President must spearhead such endeavours, for which he requires the expert and committed support of the Administrative Headquarters. This proved to be very successful. The work of the governing bodies, however, was also decisive. The work of the Commission under Reinhard Jahn on the general reform of support for junior scientists created sound foundations for this purpose. We were also assisted by the fact that Bill Hansson headed the Work-

ing Group on the Funding of Junior Scientists. As a Swede, and therefore the first Vice President from abroad, he has a somewhat different perspective on our organisation. Those outside the national context see things more clearly than we in Germany sometimes do. This is also true of Angela Friederici. She is the first female Vice President of the MPG and, as a woman, her take on many issues regarding equal opportunities is shaped by her own experience. The views of an outstanding female scientist are enormously important for improving career opportunities for women.

The Joint Initiative for Research and Innovation was also extended in 2014, providing a three percent annual budget increase between 2016 and 2020 but allowing less room for manoeuvrability than before. How will the Max Planck Society remain flexible under these conditions?

We should hold firm: even on the international stage, we are still in a privileged situation. For many years we've enjoyed a guaranteed budget growth that gives us considerable security. It's true that the increases we'll receive up to the end of the decade will preserve the status quo but will not permit any growth. So any improvement must stem from what we already have. We will therefore increasingly use funds released by retirements to invest in new scientific fields at existing Institutes. Here, too, the motto applies: "Daring more Harnack," meaning that before making new appointments, we must look more closely at the interfaces between disciplines, the origin of science beyond the mainstream. Notable examples include the Max Planck Institute for Empirical Aesthetics and the reorientation of our Institute in Jena into the Max Planck Institute for the Science of Human History in 2014.

You often refer to the European Research Area. Why is that so close to your heart?

Firstly, the Max Planck Society is a key player on the European stage as the leading German science organisation. We recruit extensively from Europe, and our junior scientists often secure appointments in Europe. To enable cutting-edge research in Europe, European programmes are needed that are not based on sociopolitical criteria but solely on scientific excellence. Take, for example, the ERC grants, which are extremely important not only to us but also to Cambridge and Oxford Universities. However, we must realise that Europe is becoming increasingly divided – and this poses a threat to the promotion of excellence.

Could you expand on that?

We have regions in Europe that are preeminent in science, especially in the north and west. And then there are countries, especially in Eastern Europe and Southeast Europe which lack strong, efficient scientific structures. I therefore see a risk – as in the economic system – that European countries will develop at different speeds and that in the end, EU programmes that promote scientific excellence will fall by the wayside. To counter this, we have to fight for more excellence throughout Europe and at the same time ensure

that countries which don't yet have the required conditions are vigorously supported.

Teaming for Excellence was specifically developed as a funding line by the EU with support from the Max Planck Society and other research institutions for that purpose ...

This instrument, which draws on funds from the EU research budget and explicitly also from the EU's structural funds, is a good lever. Four of our Institutes and their partners in Poland, Bulgaria and Cyprus were successful with three project proposals in the first round. We have to wait and see who will ultimately receive the accolade as a Centre of Excellence. Irrespective of this, we'll collaborate closely with those countries. Scientific excellence is an economic driver. And we ourselves benefit. We gain partners who help us to stay on top. We win friends who send doctoral students to Germany. And business and industry benefits when junior scientists trained here return to their homelands to pursue a career there - and remember that some of their best years were spent in Germany.

Interview: C. Beck / J. Eschert

Chemie-Nobelpreis 2014 für Stefan Hell

Stefan W. Hell vom Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen hat den Nobelpreis für Chemie des Jahres 2014 erhalten. Er teilt sich den Preis mit Eric Betzig und William E. Moerner. Der Preis ist mit acht Millionen Schwedischen Kronen (rund 880.000 Euro) dotiert. Die Königlich-Schwedische Akademie der Wissenschaften würdigte damit die bahnbrechenden Arbeiten der Physiker auf dem Gebiet der ultrahochoauflösenden Fluoreszenzmikroskopie. Hell gelang es, die bisherige Auflösungsgrenze optischer Mikroskope radikal zu unterlaufen – ein Durchbruch, der neue wegweisende Erkenntnisse in der biologischen und medizinischen Forschung ermöglicht.

Mit seiner Erfindung der „Stimulated Emission Depletion“-Mikroskopie, die er 1999 experimentell realisierte, hat Stefan Hell die Lichtmikroskopie revolutioniert. Herkömmliche Lichtmikroskope haben eine Auflösungsgrenze, die durch die Wellennatur des Lichts bedingt ist: Objekte, die weniger als 200 Nanometer (millionstel Millimeter) voneinander entfernt sind, können nicht mehr getrennt wahrgenommen werden. Diese von Ernst Abbe entdeckte Auflösungsgrenze galt mehr als ein Jahrhundert lang als praktisch unumstößlich. Auch die häufig in der Biologie und Medizin eingesetzte Fluoreszenzmikroskopie musste bisher vor dieser Grenze halt machen. Dabei werden Moleküle in der Zelle mit fluoreszierenden Farbstoffen markiert und mit Laserlicht einer bestimmten Wellenlänge gezielt zum Leuchten gebracht. Liegen die Moleküle enger beieinander als 200 Nanometer, verschwimmen sie allerdings auch hier zu einem verwaschenen Leuchtfleck. Für Biologen und Mediziner bedeutete dies eine massive Einschränkung, da weitaus kleinere Strukturen in lebenden Zellen für sie interessant sind.

Der 52-jährige Physiker Stefan Hell hat als Erster einen Weg gefunden, die Abbesche Auflösungsgrenze von Lichtmikroskopen mit einem völlig neuen Konzept zu unterlaufen. Bei der von ihm erfundenen und zur Anwendungsreife entwickelten STED-Mikroskopie ist die Auflösung nicht länger durch die Lichtwellenlänge begrenzt. Dadurch ist es erstmals möglich, Strukturen in einer Zelle mit einer heute bis zu zehnmal besseren Detailschärfe im Vergleich zu herkömmlichen Fluoreszenzmikroskopen zu beobachten.

Hell und sein Team wenden mit dem STED-Mikroskop einen Trick an, um dem Phänomen der Lichtbeugung ein Schnippen zu schlagen: Hierbei wird einem Strahl, der die Fluoreszenzmoleküle anregt, ein zweiter Lichtstrahl, der STED-Strahl, hinterhergeschickt. Dieser regt die Moleküle jedoch sofort ab und hält sie somit dunkel. Damit der STED-Strahl aber nicht alle Moleküle „abschaltet“, ist er wie ein kreisförmiger Ring geformt. Dadurch werden lediglich die Moleküle am Rand des Anregungs-Lichtflecks abgeschaltet, wohingegen Moleküle im Zentrum ungestört weiter leuchten können. Der STED-Strahl kann so eingestellt werden, dass die Ausdehnung des Bereichs, in dem die Moleküle fluoreszieren können, beliebig verringert werden kann. Mit einem gegenüber dem klassischen Fokus typischerweise um den Faktor zehn verengten fluoreszierenden Bereich wird die Probe abgerastert und somit ein Bild erstellt.

Doch nicht nur Momentaufnahmen sind mit dem neuen STED-Mikroskop möglich. Sogar Lebensvorgänge im Inneren lebender Zellen lassen sich damit „live“ mit Nanometer-Auflösung verfolgen. So gelang es dem Team um Hell, erstmals die Bewegungen von mit Neurotransmitter gefüllten Bläschen in einer Nervenzelle, sogenannte Vesikel, in Echtzeit zu „filmen“ – mit 33 Bildern pro Sekunde und einer Auflösung von rund 70 Nanometern.

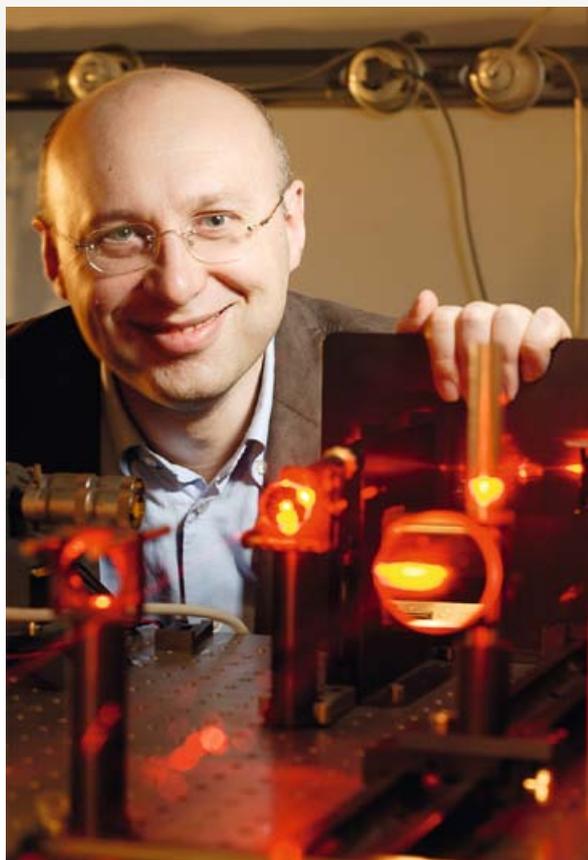


FOTO: © NOBEL MEDIA AB, ALEXANDER MAHMOUD

Verleihung des Nobelpreises in Stockholm
Presentation of the Nobel Prize in Stockholm

Nobel Prize in Chemistry 2014 for Stefan Hell

FOTO: © MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR BIOPHYSIKALISCHE CHEMIE



Stefan Hell im Labor

Stefan Hell in his lab

Stefan W. Hell, Director at the Max Planck Institute for Biophysical Chemistry in Göttingen was awarded the Nobel Prize in Chemistry 2014. He shares the prize with Eric Betzig and William E. Moerner. With the award the Royal Swedish Academy of Sciences honours their pioneering work in the field of ultra-high resolution fluorescence microscopy. Stefan Hell succeeded in radically overcoming the resolution limit of conventional optical microscopes – a breakthrough that has enabled new ground-breaking discoveries in biological and medical research.

With the invention of the STED (Stimulated Emission Depletion) microscopy experimentally realized by Hell in 1999, he has revolutionized light microscopy. Conventional light microscopes reach their resolution limit when two similar objects are closer than 200 nanometers (millionth of a millimetre) to each other because the diffraction of light blurs them to a single image feature. This limit discovered by

Ernst Abbe had been considered an insurmountable hurdle for nearly a century. The same limit by diffraction also applies to fluorescence microscopy which is frequently used in biology and medicine. In this technique, cell molecules are marked with fluorescent dyes and made to glow by using a laser beam with a particular wavelength. If the molecules are less than 200 nanometers apart, however, they also blur into a single, glowing image. For biologists and physicians, this meant a massive restriction because for them, the observation of much smaller structures in living cells is decisive.

The 52-year-old physicist Stefan Hell was the first to radically overcome the resolution limit of light microscopes – with an entirely new concept. In the case of the STED microscopy method that he developed, the resolution is no longer restricted by the wavelength of light. For the first time, it is now possible to observe intracellular structures in ten times greater detail compared to conventional fluorescence microscopy.

In order to overcome the phenomenon of light diffraction, Hell and his team applied a trick: a second light beam, the STED beam is sent after the beam that excites the fluorescent molecules. This, however, instantly quenches the molecules and thus keeps them dark. To ensure that the STED beam does not “switch off” all molecules, it is shaped like a circular ring. Thus, only the molecules at the spot periphery are switched off, whereas the molecules in the centre can continue to fluoresce freely. As the brightness of the STED beam is increased, the spot in which molecules can fluoresce is further reduced in size. As a consequence, the resolution of the system can be increased, in principle, to molecular dimensions. The specimen is scanned with a resolution that is typically improved by up to ten times compared with conventional microscopes, and an image is created.

By developing special fast recording techniques for the STED microscopy, Hell’s team further succeeded in recording fast movements within living cells. They reduced the exposure time for single images in such a dramatic way that they could film in real-time the movements of small bubbles filled with neurotransmitters within living nerve cells, so-called vesicles, at 33 images per second, with a resolution of approx. 70 nanometers.

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).

AUS DER BIOLOGISCH-MEDIZINISCHEN SEKTION



© THINKSTOCK/ISTOCK



© THINKSTOCK/ISTOCK

SPURENSUCHE IM BLÄTTERWALD

Auch wenn Herbarien bisweilen den Ruf haben, verstaubt zu sein – für Forscher am MPI für Entwicklungsbiologie gehören sie zu den spannendsten Studienobjekten überhaupt. Hernán A. Burbano und seine Kollegen nutzen modernste DNA-Analysemethoden, um teils jahrhundertealten gepressten Pflanzenteilen, die weltweit in Museen lagern, ihre Geheimnisse zu entlocken. Den Wissenschaftlern ist es bereits gelungen, anhand von Herbariumsmaterial mehrere Genome des Kartoffelfäuleerregers *Phytophthora infestans* zu rekonstruieren. Der gefürchtete Erreger war für die große irische Hungersnot Mitte des 19. Jahrhunderts verantwortlich, bei der rund eine Million Menschen starben. Die Max-Planck-Forscher konnten nicht nur die historische Dynamik des Erregerstamms rekonstruieren, sondern auch Veränderungen von Genen nachverfolgen, die eine Schlüsselrolle im Infektionsprozess spielen. Die Erkenntnisse könnten dabei helfen, sich gegen künftige Epidemien zu wappnen.

SEARCHING FOR CLUES BETWEEN THE LEAVES

Despite their reputation of being dusty old relics - herbaria are among the most fascinating study objects around for researchers at the Max Planck Institute for Developmental Biology. Hernán A. Burbano and his colleagues are using cutting-edge DNA analytical methods to discover the secrets of pressed plant parts, some of which date back centuries and are stored in museums around the world. Using material taken from herbaria, the scientists have already succeeded in reconstructing several genomes of the *Phytophthora infestans*, the causative agent of potato blight. The dreaded pathogen was the cause of the great Irish famine in the middle of the 19th century, which claimed the lives of around one million people. The Max Planck researchers were able not only to reconstruct the historical dynamics of the pathogen but also to track changes in genes that play a key role in the infection process. The findings could help in the fight against future epidemics.

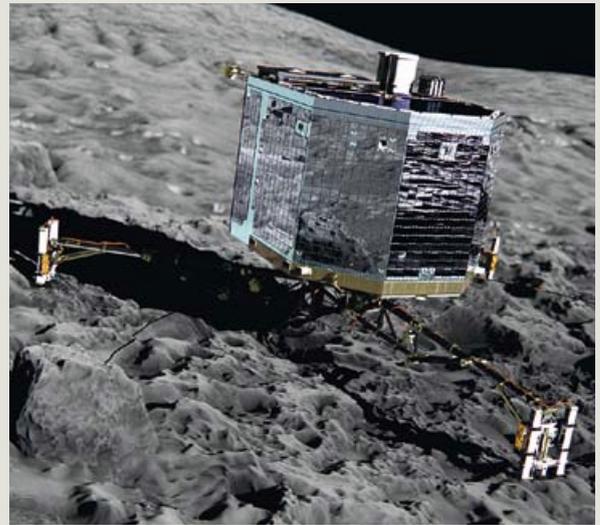
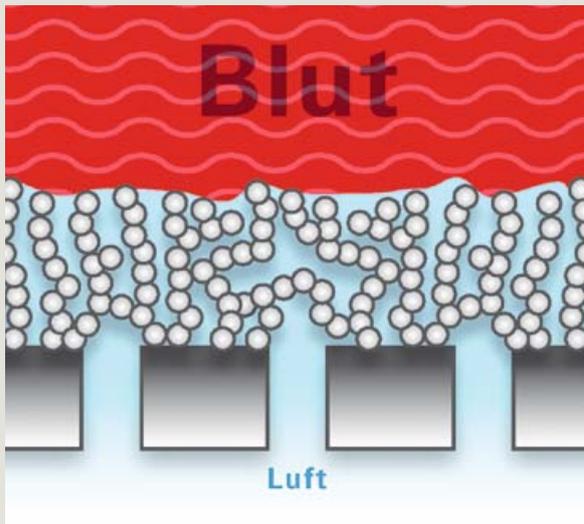
GÜNSTIGE GENE IM SAMMELPACK

Stichlinge sind Meister der Anpassung: Durch adaptive Radiation haben die ursprünglichen Meeresfische vielerorts wiederholt Süßwasserformen hervorgebracht, und das in nur wenigen Tausend Jahren. Welche molekularen Veränderungen die Anpassung an neue Lebensräume ermöglichen und wie dadurch letztlich neue Arten entstehen, untersucht die Arbeitsgruppe von Felicity Jones am Friedrich-Miescher-Laboratorium. Dabei haben die Forscher eine überraschende Entdeckung gemacht: Süß- und Salzwasserformen unterscheiden sich durch die komplette Umkehrung von drei riesigen Genstücken, sogenannte Inversionen. Diese Kassetten von Genen werden bei der Fortpflanzung nicht durchmischt, so dass vorteilhafte Mutationen in gebündelter Form weitergegeben werden. Im Zuge der Anpassung an eine neue Umwelt können die Nachkommen dadurch auf bereits bewährte Genkombinationen zurückgreifen – eine Evolutionsstrategie, die etwa auch bei Schmetterlingen vorkommt.

FAVOURABLE GENES IN A SINGLE PACKAGE

Sticklebacks are masters of adaptation: The original saltwater fish have given rise in many places to freshwater forms through adaptive radiation - and this within the space of just a few thousand years. A Research Group led by Felicity Jones at the Friedrich Miescher Laboratory is investigating which molecular changes facilitate adaptation to new habitats and how new species ultimately arise. In the course of their work, the researchers made a surprising discovery: freshwater and saltwater forms differ in the complete reversal of three very large gene segments, known as inversions. As these gene cassettes are not shuffled during reproduction, advantageous mutations are passed on in bundled form. In the course of adaptation to a new habitat, the offspring can therefore resort to tried-and-tested gene combinations – an evolutionary strategy that is also seen, for example, in butterflies.

AUS DER CHEMISCH-PHYSIKALISCH-TECHNISCHEN SEKTION

**NICHTS BLEIBT HÄNGEN**

Oberflächen, an denen Flüssigkeiten nicht haften, sind für Wissenschaftler von großem Interesse; in der Natur kommen solche Phänomene etwa beim Lotusblatt vor, an dem Wasser perfekt abperlt. Viel schwieriger ist es, auch Öl abperlen zu lassen. Forscher am MPI für Polymerforschung um Hans-Jürgen Butt und Doris Vollmer ist ein großer Schritt hin zu Oberflächen gelungen, die sowohl wasser- als auch ölabweisend sind: Diese „superamphiphoben“ Beschichtungen gehen als erstes von einer simplen Schicht Ruß aus, die auf Glas abgeschieden wird. Über dem Ruß wird anschließend Siliziumdioxid abgeschieden, das wieder mit dem stark wasserabweisenden Fluorsilan bedampft wird. Der Ruß wird anschließend verbrannt, übrig bleibt eine in sich sehr unebene Oberfläche, die sowohl Fett als auch Wasser abperlen lässt. Die Mainzer Forscher demonstrieren die ungewöhnlichen Eigenschaften dieser Beschichtung damit, dass auch Blut, ein klebriges Gemisch aus Blutplättchen, Proteinen und Fett, nach sechs Stunden Benetzung rückstandsfrei abläuft.

LIKE WATER OFF A DUCK'S BACK

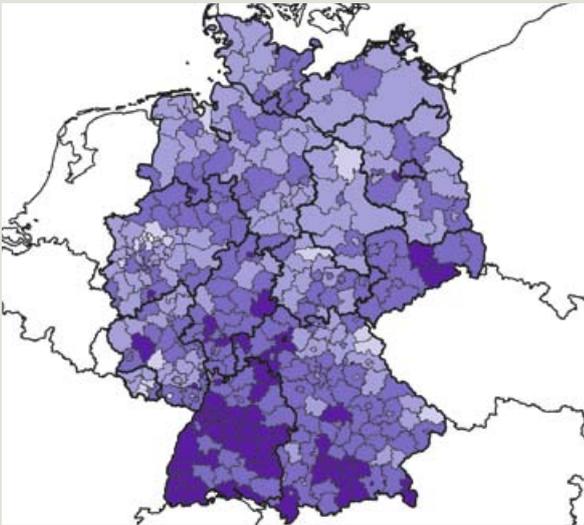
Surfaces that shed liquids are of considerable interest to scientists. Such phenomena occur in nature, for example on the lotus leaf, on which water beads perfectly. However, it is far more difficult to make oil bead. A team of researchers at the Max Planck Institute for Polymer Research headed by Jürgen Butt and Doris Vollmer have taken a big step towards devising surfaces that shed both water and oil. These “superamphiphobic” coatings are based on a simple layer of soot deposited on glass. Silicon dioxide is then deposited on the soot, and it, in turn, is covered by a highly hydrophobic fluorosilane layer by vapour deposition. The soot is then burnt away. What remains is a very uneven surface that causes both oil and water to bead. The Mainz-based researchers demonstrate the unusual properties of this coating by showing that blood runs off without leaving a trace.

LANDUNG AUF DEM KOMETEN

2014 gab es zwei Ereignisse, die einen enormen Schub für die europäische Weltraumfahrt bedeuteten: Die Raumsonde Rosetta erreichte den Kometen Churyumov-Gerasimenko („Tschuri“), im November 2014 setzte ihre Landeeinheit Philae auf der Oberfläche des Kometen auf. Da unter anderem die Landeharpunen nicht funktionierten wie geplant, startete Philae zu einer „taumelnden Hüpf-Exkursion“ über den Kometen und kam erst nach zwei Stunden zur Ruhe. An Bord des Landers – wie auch an Bord der Raumsonde – befinden sich mehrere Instrumente, die vom MPI für Sonnensystemforschung gebaut worden sind. Messungen mit dem Massenspektrometer ROSINA, zu dem das MPI für Sonnensystemforschung beigetragen hat, ergaben unter anderem, dass das Wasser auf der Erde nicht komplett von Kometen stammen kann.

DESCENT ONTO THE COMET

Two events in 2014 gave an enormous boost to European space exploration: the Rosetta space probe arrived at the comet known as Churyumov-Gerasimenko (“Chury”), in November 2014 its Philae lander touched down on the surface of the comet. Since the landing harpoons did not function as planned, among other things, Philae began a “lurching and bouncing excursion” across the comet before coming to rest some two hours later. Several instruments which had been built by the MPI for Solar System Research were on board the lander – and on board the space probe as well. Measurements with the mass spectrometer ROSINA, to which the MPI for Solar System Research has contributed, showed among other things, that not all the water on Earth can have originated from comets.



IM SÜDEN LEBT ES SICH HEUTE LÄNGER

In Süddeutschland werden die Menschen heute erheblich älter als im Norden. Früher war das noch umgekehrt: um 1910 verzeichnete Norddeutschland die höhere Lebenserwartung, während der Süden nicht so viele Jahre versprach. Woran liegt dieser Wandel? Spielen kulturelle Unterschiede etwa bei Ess- und Trinkgewohnheiten eine Rolle? Dieser Frage gehen Wissenschaftler am MPI für demografische Forschung um Sebastian Klüsener nach. Ein Grund für den Wandel ist die Umkehrung der wirtschaftlichen Entwicklung: Während der Norden vor hundert Jahren noch deutlich wohlhabender war als der Süden, kehrte sich dieses Verhältnis ab etwa 1950 um – und analog dazu entwickelte sich die Sterblichkeit. Ein weiterer deutlicher Grund für die geringere Lebenserwartung in Süddeutschland war der Brauch, Babys nicht zu stillen, sondern mit Mehlbrei zu füttern. Wegen der mangelnden Hygiene starben dadurch viele Säuglinge an Durchfallerkrankungen.

PEOPLE LIVE LONGER IN THE SOUTH

When it comes to longevity, South Germany is old – in the truest sense of the word. This is a cause for celebration for the South, as people are now living longer in Bavaria than in the North. This, however, used to be the other way around: around 1910, North Germany had the longer life expectancy, while living in the South meant fewer years of life. Why the reversal? Do cultural differences, such as eating and drinking habits, play a role? Scientists at the Max Planck Institute for Demographic Research headed by Sebastian Klüsener are trying to get to the bottom of this mystery. One reason for the change is a reversal of economic development: Whereas a century ago the North was much more prosperous than the South, the economic tide began to turn around 1950 – and mortality trends developed analogously. Another undisputed reason for the lower life expectancy in the South was the custom of not breast-feeding babies and giving them gruel instead. Due to lack of hygiene, many infants died of diarrhoea as a result.



KRIMKRISE UND VÖLKERRECHT

Die Annexion der Krim durch die Russische Föderation wirft auch für Völkerrechtler eine Reihe von Fragen auf. Das Bestreben nach einer rechtlichen Einordnung der Ereignisse auf der Krim steht vor der Herausforderung, dass die akademische Welt entlang geopolitischer Lager gespalten ist. So erachten russische Juristen die Abspaltung der Krim, die auf einem kurzfristig anberaumten Referendum basierte, für völkerrechtsgemäß. Dagegen sehen westliche Wissenschaftler in dem nach einer militärischen Okkupation abgehaltenen Referendum nahezu einhellig einen Missbrauch dieses Instruments. Diese Spaltung unterminiert letztlich eine Wissenschaft, die eine universale und globale Ordnung beschreiben will. Um einen Austausch der verschiedenen Positionen zu ermöglichen, organisierten Wissenschaftler des MPI für Völkerrecht um Anne Peters, Christian Marxsen und Matthias Hartwig im September 2014 eine Konferenz, in der Wissenschaftler aus Russland, der Ukraine, Zentral- und Westeuropa teilnahmen und ihre divergierenden Einschätzungen zur Diskussion stellten.

THE CRIMEAN CRISIS AND INTERNATIONAL LAW

The Russian Federation's annexation of the Crimea raises a great many questions for scholars of international law. Attempts to arrive at a legal characterisation of events in the Crimea are challenged by the fact that the academic world is split into geopolitical camps. Russian legal scholars consider the separation of the Crimea, based on a hurriedly arranged referendum, to be in compliance with international law. Western academics, on the other hand, are almost unanimous in their view that a referendum held in the wake of a military occupation constitutes an abuse of this instrument. This division ultimately undermines a science that endeavours to describe a universal and global order. In an effort to facilitate exchange between the different camps, scientists from the MPI for International Law organised a conference in September 2014.

02

Kapitel | Chapter

Forschungsausblick Research Outlook

Seite **18**
Günther Schlee
Wie Terroristen gemacht werden

Seite **27**
Stefan Schaal
Roboter werden selbstständig

Seite **36**
Victor Sourjik
Regeln für die Zusammenarbeit
in der Zelle

Page **18**
Günther Schlee
How terrorists are made

Page **27**
Stefan Schaal
Robots are becoming autonomous

Page **36**
Victor Sourjik
Rules for Cooperation in the Cell

GÜNTHER SCHLEE

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR ETHNOLOGISCHE FORSCHUNG, HALLE (SAALE)

Wie Terroristen gemacht werden



© CT Snow from Hsinchu, Taiwan/Wikimedia Commons

Die Franzosen haben ein Sprichwort: „*Tout comprendre c'est tout pardonner*“ – ‚Alles zu verstehen, heißt alles zu verzeihen.‘ Bei aller Sympathie für unsere Nachbarn muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass dies ein ganz besonders dummer Spruch ist. Etwas zu verstehen, heißt noch lange nicht, es zu verzeihen. Das Alltagsleben fließt über von Beispielen, mit denen man dies belegen kann. Der verdeckte Ermittler muss nicht nur das Kalkül des Kriminellen rational nachvollziehen, sondern er braucht auch Empathie, d. h. er muss wie der Kriminelle fühlen können. Er muss ihn also im vollen Sinne des Wortes „verstehen“ und er liefert ihn trotzdem der Polizei aus. Ebenso tut das geschlagene Kind gut daran, die Innenwelt des gewalttätigen Vaters in den eigenen Vorstellungen zu modellieren, und daran, dessen Launen und Alkoholpegel einschätzen zu können. Das ist eine Überlebensfrage, die mit Verzeihen nichts zu tun hat. Solche Beispiele ließen sich beliebig vermehren. *Tout comprendre ce n'est pas tout pardonner.*

Dass durch gewaltförmige Konflikte unermessliches Leid ausgelöst wird, steht außer Frage. Außerdem gibt es messbare Effekte. Trotz des aus guten Gründen gewachsenen öffentlichen Interesses für klimatische Risiken und trotz der Aktualität wirtschafts- und währungspolitischer Fragen gibt es Gründe dafür, anzunehmen, dass Gewalt immer noch das größte Entwicklungshemmnis und die wichtigste Ursache für Elend in der Welt ist. Sie vernichtet menschliches Potenzial und Infrastruktur, macht erfolgte Investitionen zunichte und verhindert zukünftige, und sie führt zu sinnvollen, aber teuren Sicherheitsmaßnahmen ebenso wie zu Angstreaktionen, die sehr teuer werden können, ohne sinnvoll zu sein. Man blicke nur auf die Zahl der Toten im Straßenverkehr, die dann steigt, wenn Reisende aus Angst vor Terror-

attacken das Flugzeug meiden. Gewalt besser zu verstehen, realistischer einzuschätzen, am besten auch potenzielle Gewalteskalation zu erkennen und ihren Ausbruch zu verhindern, ist also ein lohnendes Ziel. Dass das Verstehen von Gewalttätern nichts damit zu tun hat, ihr Verhalten zu verzeihen oder gar gutzuheißen, sollte dabei klar sein.

Gewalt zu verstehen ist leichter gesagt als getan. In unserer medialen Umwelt, die die meisten von uns, einschließlich der politischen Entscheidungsträger, stärker prägt als die Wissenschaft dies tut, treten einige Effekte auf, die dem Verstehen von Gewalt entgegenwirken. Einer davon geht von den Emotionen aus, die moralische Entrüstung begleiten. Diese führen oft zur Ablehnung, sich mit einer Sache intellektuell auseinanderzusetzen. Der Ausruf „*Dafür habe ich keinerlei Verständnis!*“ drückt nicht den Wunsch nach mehr Verständlichkeit oder besserem Verstehen aus, sondern impliziert, dass man auch nicht verstehen will. Ein anderer ist die Pathologisierung. Man klassifiziert ein Phänomen als krankhaft, deviant, verrückt. Aus ärztlicher Sicht müsste dies natürlich gerade das Erkenntnisinteresse wecken, aber die wenigsten Leute teilen diese ärztliche Perspektive. Gemeint sind solche Äußerungen zumeist als Ausdruck der Ausgrenzung und des Nicht-damit-befassen-Wollens.

Als Beispiel möge der „Islamische Staat“ genügen, der zur Zeit große Teile Syriens und des Irak beherrscht und der diesen Namen wahrscheinlich zu Unrecht führt, weil er nach Ansicht vieler Muslime islamische Werte zutiefst verletzt. Dessen Feindbild ist der schamlose, promiske, gotteslästerliche, kapitalistische Westen, der den IS wiederum als barbarisch und als „Terrormiliz“ bezeichnet. In solchen Konfliktlagen entsprechen oft alle wechselseitigen Beleidigungen

hundertprozentig der Wahrheit, aber es soll nicht der Wahrheitsgehalt dieser Aussagen sein, der hier zur Rede steht. Die Frage ist vielmehr, welche Effekte diese verbalen Ausgrenzungen auf unsere kognitiven Leistungen bei der Erklärung der gewaltsamen Konflikte haben, an denen der IS beteiligt ist. Meine These ist: keine förderlichen Effekte. „Terroristen“ sind Leute, von denen man sich so weit wie möglich abgrenzt, und die Barbarei ist in Deutschland ja auch bereits seit 70 Jahren überwunden, wenn auch nur mit fremder Hilfe, und wir wollen mit ihr nichts mehr zu tun haben. Diese Haltung hilft uns nicht, herauszufinden, wie diese Gewalttäter „ticken“, d.h. ihre Gedanken und Handlungen in unseren Köpfen zu modellieren. Auch bleiben bei dieser betonten Distanz all die Tausende außer Acht, die den IS unterstützen oder zumindest als das kleinere Übel (kein Kunststück bei den gegebenen Alternativen) akzeptieren. Das müssen ja ganz normale Menschen sein. Seit Auschwitz wissen wir übrigens, dass auch die Täter in anderen Kontexten ganz normale Menschen sind. Es müsste doch eigentlich möglich sein, das Verhalten ganz normaler Menschen zu erklären. Offensichtlich fehlt es vielfach an einem ernsthaften Bemühen dazu.

Von solchen Überlegungen ausgehend, hat sich Markus V. Hoehne die Frage gestellt, was in jüngerer Zeit aus einer anderen „Terrormiliz“, Al-Shabaab, in Somalia geworden ist. Die Organisation, aus der Al-Shabaab entstanden ist, nämlich die Milizen der islamischen Gerichte in Mogadischu, war immerhin so bedeutend und wurde von ihren Gegnern als so bedrohlich wahrgenommen, dass Äthiopien mit US-amerikanischer Unterstützung 2007 einen Militärschlag gegen sie unternahm. Nur so konnte die international anerkannte (weil aus einem von der „internationalen Gemeinschaft“ organisierten „Friedensprozess“ hervorgegangene) Regierung von Somalia in der Hauptstadt Mogadischu etabliert werden. (An diesem „Friedensprozess“ war der Autor dieses Beitrags in den Jahren 2002 und 2003 als *resource person* beteiligt, allerdings nicht in einer Position, in der seine eher skeptischen Einsichten große politische Wirkung entfalten konnten.) Die islamischen Gerichtsmilizen verschwanden einfach. Sie waren nicht für den Kampf gegen reguläre, mit schweren Waffen ausgerüstete Streitkräfte geschaffen worden, waren nicht dazu in der Lage und nahmen den Kampf gar nicht erst auf. Mit ihnen verschwanden die islamischen Gerichte, die sich in der Abwesenheit eines funktionierenden Staates als Initiative von unten entwickelt hatten, und die eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung genossen, nicht weil die Somali in für sie untypischer Weise plötzlich von religiösem Eifer und moralischer Strenge erfasst worden wären, sondern weil Geschäftsleute ein wenig Sicherheit für ihr Eigentum und ihre Transaktionen

haben wollten und dafür sehr gerne die Gerichte finanzierten – einer der seltenen Fälle in der Menschheitsgeschichte, in denen Geschäftsleute gerne Steuern zahlten. Diese Gerichte waren ein Rettungsanker in einer Gewaltökonomie, die sich allgemein durchgesetzt hatte und in der große Gewaltunternehmer, die „Warlords“, die bedeutendsten Spieler waren, das Land ausplünderten und Gemeingüter an Ausländer verscherbelteten (Fischereirechte z.B. oder die Erlaubnis zum Verkippen von Giftmüll). Der „Friedensprozess“ war ein von der „internationalen Gemeinschaft“ organisierter Kompromiss zwischen solchen Warlords. Die international anerkannte Regierung war also eine Regierung, die aus dem organisierten Verbrechen hervorgegangen war. (Nicht die erste und nicht die letzte in der Menschheitsgeschichte. Regierungen, die aus dem organisierten Verbrechen hervorgehen, sind häufiger als Geschäftsleute, die gerne Steuern zahlen.) Jetzt waren also mit dem Segen der Weltgemeinschaft wieder die Warlords an der Macht. Seitdem sind auch Truppen der Afrikanischen Union (AU) im Lande. Diese Entwicklung führte zur Radikalisierung von Teilen der Gerichtsmilizen, aus denen Al-Shabaab entstand. Diese kontrollierten bald so große Teile des Landes, dass die „legitime“, aus dem „Friedensprozess“ hervorgegangene Regierung, die gerade erst mit fremder Hilfe in der Hauptstadt etabliert worden war, sich nicht mehr weit aus der Hauptstadt herausraute. Also musste die „internationale Gemeinschaft“ wieder einschreiten. Kenianische Truppen marschierten 2011 in Somalia ein und stärkten dadurch das Bündnis zwischen Äthiopien, den Streitkräften der Afrikanischen Union, den USA und der Regierung von deren Gnaden. Al-Shabaab verlor daraufhin die Kontrolle über die Städte und war mehr und mehr auf „hit and run“-Aktionen aus der Deckung unübersichtlichen Geländes heraus beschränkt.

**SEIT AUSCHWITZ WISSEN WIR ÜBRIGENS, DASS
AUCH DIE TÄTER IN ANDEREN KONTEXTEN GANZ
NORMALE MENSCHEN SIND.**



Bald kam es zum Erstarren von Al-Shabaab fernab der Eingreiftruppen im Süden des Landes in einem zerklüfteten Küstengebirge ganz im Norden, am Golf von Aden. Die Entwicklung der nördlichen Landesteile, Somaliland und Puntland (beides jüngere politische Kreationen, die auf älteren Landkarten nicht zu finden sind), hat der Ethnologe Markus Hoehne seit Jahren verfolgt. Er spricht, wie es dem Standard unseres Faches entspricht, die Sprache des Landes, hat Zugang zu

den wichtigen Akteuren ebenso wie zu der Stimme des Volkes, die deren Aktionen kommentiert, nimmt sorgfältige Risikoeinschätzungen vor, organisiert seine Sicherheit selber, und ist aus Gegenden, von denen die meisten nie oder nur mit Grauen gehört haben, immer wieder heil zurückgekommen. Dadurch hat er entscheidend zur Analyse aktueller Konfliktlagen beigetragen, die alle neben globalen Bezügen die ebenso wichtigen lokalen Verästelungen aufweisen.



WAS WIR NOCH AUS DIESER GESCHICHTE LERNEN KÖNNEN, IST, WIE TERRORISTEN GEMACHT WERDEN. ES GAB TERRORISTEN AUCH SCHON VORHER, ABER WAS WIR HIER BEOBACHTEN KÖNNEN, IST DIE AUSWEITUNG DIESER KATEGORIE.

In diesem Küstengebirge waren Zink und Koltan gefunden worden, und insbesondere für Letzteres gibt es in den großen, schnell wachsenden asiatischen Volkswirtschaften einen unstillbaren Bedarf. Die Förderrechte waren schnell an einen australischen Konzern verkauft. Als Verkäufer war die Regierung von Puntland aufgetreten, einem halb-autonomen Gebilde im Nordosten des Landes. Der Präsident von Puntland war jedoch durch den beschriebenen „Friedensprozess“ gerade Präsident von ganz Somalia geworden und meldete jetzt Ansprüche der somalischen Bundesregierung an, deren Rechte noch nicht definiert waren, ebenso wenig wie die Rechte der Bundesstaaten, deren genaue Anzahl und Gestalt ebenfalls unklar war. Auch war diese Regierung ja zunächst nicht in der Lage, in ihre Hauptstadt einzuziehen, und traute sich dann nicht wieder so recht heraus. Trotzdem einigte man sich schnell auf die Formel Fifty-fifty. Nur eines war vergessen worden: die lokale Bevölkerung zu befragen und sie in irgendeiner Weise an dem neuen Reichtum teilhaben zu lassen. Der Klan, der dieses Küstengebirge besiedelte (Warsangeli), war kleiner als der, der im übrigen Puntland vorherrschte (Majerteen), gehörte aber zur selben weiteren Klan-Verwandtschaft (Harti). Deswegen meinte die Regierung von Puntland, sich auf die Bruderschaft aller Harti berufen zu können und nicht nach Sonderrechten der lokal vorherrschenden genealogischen Untergruppe (Warsangeli) fragen zu müssen. Genug der Klan-Namen! Was für diese Betrachtung wichtig ist, ist folgendes: Die lokale Gruppe, die hier die Ressourcen „ihres“ Landes beanspruchte, war im Vergleich zu den konkurrierenden Entwürfen von Grup-

pen und deren Gemeinsamkeit relativ klein. Sie unternahm einen beherzten bewaffneten Aufstand, geriet aber bald in Bedrängnis. So überrascht es nicht, dass ihr Hilfe von außen willkommen war.

Der lokale Sheikh hat sich zur Mobilisierung seiner Anhänger gegen die „Ungläubigen“ auf den Islam berufen. Die Linien der Bündnisse, die sich von Puntland nach Mogadischu und von dort nach Äthiopien, Kenia und in die USA ziehen lassen, legen es ja nahe, den Gegner als vom Islam abtrünnig und im Bündnis mit christlichen oder gar gottlosen Mächten darzustellen. Nach ihrer Vertreibung aus dem Süden des Landes hatten Al-Shabaab-Kämpfer hier also rhetorische und ideologische Anknüpfungspunkte. Irgendwann (Hoehne beschreibt das genauer, als wir das hier können) hat dann offenbar Al-Shabaab die Oberhand gewonnen und der lokale Sheikh geriet in Abhängigkeit von ihr.

Wenn wir den Fokus jetzt von lokalen Klänen und deren Allianzen auf das große, das globale Bild richten, sehen wir Folgendes: Die Regierung, die ohne Konsultation der lokalen Bevölkerung Förderrechte an Rohstoffen verkauft hat (ohne dem Käufer Zugang zu diesen Ressourcen sichern zu können) befand sich in einem globalen wirtschaftlichen Beziehungsnetz. Andere Knoten in diesem Netz waren ein australisches Bergbauunternehmen und Abnehmer in Asien. Gesichert werden sollten diese Beziehungen durch eine politisch-militärische Allianz unter dem Motto *War on Terror*, zu der im engeren Umfeld Äthiopien und Kenia, im weiteren die USA gehören. Durch diese übermächtige Konfiguration war die lokale Bevölkerung gezwungen, sich mit Kämpfern zu verbünden, die gleichermaßen an globale Beziehungen appellierten: an den Kampf „aller Muslime“ gegen den „dekadenten Westen“. Die Reaktion auf große Bündnisse sind große Bündnisse, oder, wo diese nicht zu förmlichen Institutionen reifen können, zumindest Appelle an weltweite Gemeinsamkeiten mit Gleichgesinnten.

Was wir noch aus dieser Geschichte lernen können, ist, wie Terroristen gemacht werden. Es gab Terroristen auch schon vorher, aber was wir hier beobachten können, ist die Ausweitung dieser Kategorie. Die Geschäftsleute von Mogadischu, die sich ein wenig Sicherheit von den islamischen Gerichten versprochen und diese als einzige zur Verfügung stehende Ordnungsmacht förderten, die Bewohner des Küstengebirges, die eigentlich nur Prozente aus dem Erlös des Bergbaus in ihrem Gebiet wollten, die einfachen Somali, die meinten, dass Verbrecherbosse vielleicht nicht die Idealbesetzung für eine Regierung sind – sie alle landeten in dieser Kategorie

und wurden zu Gegnern des „Westens“ in dessen „Krieg gegen den Terror“.

Weiter ist diese Fallgeschichte ein Beispiel dafür, wie eng Ressourcenkonflikte und Prozesse kollektiver Identifikation miteinander verwoben sind. An engere oder weitere Klanbeziehungen wurde appelliert, je nachdem, welche Akteursgruppen engere oder weitere Bevölkerungssegmente an dem Erlös aus der Förderung von Rohstoffen teilhaben lassen wollten. Auch die Kategorie „Terrorist“ durchlief in diesem Zusammenhang eine Entwicklung, nämlich eine beträchtliche Ausweitung, ebenso wie andere Selbst- und Fremdzuschreibungen. Allgemein lässt sich sagen, dass es keine „identitären Konflikte“ im Unterschied zu „Ressourcenkonflikten“ gibt. Die im englischen Sprachgebrauch häufig getroffene Unterscheidung von *identity based conflicts* und *resource based conflicts* ist unsinnig, auch wenn sich schon einige schwer nachvollziehbare Theorien an sie haften, etwa dass identitäre Konflikte unerbittlich seien und Ressourcenkonflikte im Unterschied dazu verhandelbar. Ob jemand sich mit seinen Nachbarn als Angehöriger einer weiteren Klanallianz definiert und mit ihnen Ressourcen teilt oder ob er seine Nachbarn als Abtrünnige vom Islam im Bündnis mit Christen und Gottlosen betrachtet und sich mit Islamisten aus anderen Landesteilen gegen sie verbündet, ist ein Ressourcenkonflikt, der durch Identifikationen (Selbstbeschreibungen und Feindbilder) getragen wird, oder ein Identitätskonflikt mit Implikationen für Ressourcenverteilung: wie man will. Die Frage nach der Identität ist die Frage nach den Subjekten: Wer mit wem gegen wen?, und die Frage nach den Ressourcen ist die Frage nach dem Objekt: Wer beansprucht was, worum geht es? Jede Konfliktanalyse muss beide Fragen beantworten und klären, wie die beiden Perspektiven miteinander zusammenhängen.

Die Abteilung ‚Integration und Konflikt‘ des Max-Planck-Instituts für ethnologische Forschung hat „Identifikation“ und „Allianz“ als zentrales Studienobjekt. Durch diese Begriffe sollen Handlungstheorien, die nur von Kalkülen und Motiven von Individuen ausgehen, erweitert und verbessert werden. Eine Theorie nämlich, die Entscheidungen ausschließlich daraus erklärt, welchen Nutzen oder welchen Schaden sie dem Entscheidungsträger als Individuum bringt, ist eine ärmliche Theorie. Wir alle weiten unser Selbst bei vielen Entscheidungsprozessen zu einer Referenzgruppe aus. Unter einer Referenzgruppe sei hier die Gruppe derer verstanden, auf die sich zusätzlich zum Entscheidungsträger selber dessen Kosten- und Nutzenkalküle beziehen, also die Antwort auf die Fragen: Kosten für wen?, Nutzen für wen? Zumindest beziehen wir zumeist unsere Familien in unsere Entscheidungen

ein und überlegen uns, welcher Nutzen und welche Kosten für sie aus unseren Entscheidungen resultieren. Diesen Prozess der Erweiterung des Selbst nennen wir Identifikation. Mit unterschiedlichen Gewichtungen beziehen wir auch andere Menschen als die unmittelbaren Angehörigen in dieses erweiterte Selbst ein. Man kann sich das Ganze als ein Gebilde von konzentrischen Kreisen vorstellen: engere und weitere Verwandtschaft (nach Beziehungen und Einteilungen, die von Sprachgemeinschaft zu Sprachgemeinschaft verschieden sind), engere religiöse Zugehörigkeit (dieselbe Sekte) oder weitere religiöse Zugehörigkeit (Christ, Muslim etc.), engere oder weitere sprachliche Verwandtschaft etc. Welche Kriterien hier hinzugezogen werden, ist von Fall zu Fall und Region zu Region verschieden, ebenso wie die Logik, die diese Identitäten miteinander verbindet: Ob sie sich überschneiden können, ob sie sich wechselseitig ausschließen usw. In dem hier vorgestellten Somali-Fall z. B. spielten engere und weitere Klanzugehörigkeiten eine Rolle sowie eine religiöse Identifikation, die Klanggrenzen zu überwinden trachtete. Wir hätten auch noch näher auf staatliche Einteilungen und Staatsentwürfe eingehen können. Wechselnde Identifikationen mit Somalia, Puntland, Somaliland und der Transfer von Loyalitäten spielten hier auch eine Rolle.

ECHTER ALTRUISMUS, ALSO HILFE GEGENÜBER ANDEREN TROTZ ODER GERADE WEGEN IHRES ANDERSEINS, IST VERGLEICHSWEISE SELTEN.



Nicht durch Ausweitung des Selbst, sondern ausdrücklich durch die Betonung von Unterschieden, wirkt eine andere Bindungsform, nämlich die Allianz oder das Bündnis. Allianzen bestehen immer zwischen verschiedenen Gruppen, Institutionen oder Individuen und dienen der Erreichung eines umschriebenen Katalogs gemeinsamer Ziele. Politische Koalitionen und militärische Bündnisse sind Beispiele für Allianzen. Man kann seinen Alliierten aus zwei Gründen zuarbeiten: Um sie bei der Erreichung gemeinsamer Ziele zu unterstützen oder mit Blick auf mögliche spätere Gegenleistungen. In beiden Fällen handelt es sich sozusagen um unechten Altruismus, weil man dem anderen hilft, aber der letztliche Nutzen doch einem selbst oder denen, mit denen man sich identifiziert, zufließen soll. Auch Hilfe gegenüber denen, mit denen man sich identifiziert, ist in gewisser Weise unechter

Altruismus, weil diese Hilfe ihnen ja aufgrund ihrer Ähnlichkeit zum Akteur und nicht aufgrund ihres Andersseins (ihrer Alterität) zukommt. Echter Altruismus, d.h. Hilfe gegenüber anderen trotz oder gerade wegen ihres Andersseins und ohne die Erwartungen von Gegenleistungen oder Anerkennung durch Dritte, ist vergleichsweise selten und spielt bei der Analyse sozialer und politischer Zusammenhänge eine geringere Rolle als die zwei skizzierten Formen von unechtem Altruismus.

Selbst und durch vielfältige Kooperationen hat das Max-Planck-Institut für ethnologische Forschung außer Ost- und Nordostafrika die hier skizzierten Zusammenhänge in anderen Teilen Afrikas, insbesondere in den Ländern der Oberen Guinea-Küste, untersucht, die in den neunziger Jahren für ihre miteinander verwobenen Bürgerkriege notorisch waren und im Jahr 2014 durch den Ebola-Ausbruch in das Interesse der Öffentlichkeit gerückt sind. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist Zentralasien, bisher speziell die postsozialistischen Staaten dieser Region, aber auch Afghanistan. Der hier beschriebene Erklärungsansatz hat sich in all diesen Fällen als leistungsfähig erwiesen. Seine Weiterentwicklung und Anwendung auf andere Teile der Welt ist daher vielversprechend.

How terrorists are made

The French have a proverb: “Tout comprendre c’est tout pardonner” – “To understand everything is to forgive everything.” While we hold our neighbours in the highest possible regard, it must be noted at this point that this is a particularly silly saying. Understanding something and forgiving it are two entirely different kettles of fish. Everyday life is replete with examples that confirm this. An undercover agent not only has to rationally comprehend the calculating mind of a criminal but also needs empathy, i.e. he must be able to put himself in the criminal’s shoes. In other words, he has to “understand” him in the fullest sense of the word, and yet he still hands him over to the police. Likewise, a battered child would do well to model the inner world of her violent father in her mind in order to gauge his moods and alcohol level. This is a question of survival that has nothing to do with forgiveness. The list of examples can be continued infinitely. To understand is not to forgive.

That violent conflicts cause immeasurable suffering is indisputable. There are also measurable effects. Notwithstanding well-founded public interest in climate-related risks and notwithstanding the urgency of economic and currency issues, there are reasons to assume that violence is still the greatest obstacle to development and the most significant cause of suffering in the world. It destroys human potential and infrastructure, wipes out investments and leads to sensible but expensive security measures as well as fear-induced reactions that can be very expensive without being sensible. Consider, for example, the number of road deaths, which increases when people avoid travelling by plane for fear of terrorist attacks. So an ability to understand violence better, assess it realistically and, if possible, recognise a potential escalation and prevent an outbreak of violence is a worthwhile goal. Nevertheless, it is clear that understanding perpetrators of violence has nothing to do with forgiving, let alone condoning, their behaviour.

Understanding violence is easier said than done. In our media-saturated environment, which shapes most of us, including political decision-makers, more strongly than science, effects come to the fore that hinder an understanding of violence. One of them stems from the emotions associated with moral outrage. These often lead to a refusal to deal with a matter intellectually. The statement “I just can’t understand it!” does not express a desire for better comprehension or understanding but implies that the speaker does not want to understand. Another effect is pathologisation. We classify a phenomenon as pathological, deviant, crazy. From a medical point of view, of course, this should pique our interest to understand it. But few people share this medical perspective. In most cases,

such statements are an expression of exclusion and a desire to distance oneself.

Take, for example, the “Islamic State”, which currently controls large sections of Syria and Iraq and which has probably unjustifiably arrogated this name to itself, because in the opinion of many Muslims the organisation is profoundly at odds with Islamic values. Its stereotype of the enemy is that of the shameless, promiscuous, profane capitalistic West, which in turn brands the Islamic State as barbaric and a “terroristic militia”. In conflict situations, such mutual insults often reflect the truth one hundred percent, but here we are not concerned with the inherent truth of these statements. The question, rather, is what effects these verbal exclusory statements have on our cognitive ability to explain violent conflicts in which the Islamic State is involved. My assertion is: no conducive effect whatsoever. “Terrorists” are people you want to distance yourself from as much as possible: barbarity was vanquished in Germany 70 years ago, albeit with foreign help, and we want nothing more to do with it. This attitude does not help us to find out what makes the perpetrators of violence tick, i.e. to model their thoughts and actions in our minds. This strong desire to distance ourselves also ignores the thousands of people who support the Islamic State or at least accept it as the lesser evil (no surprise, considering the available alternatives). Incidentally, ever since Auschwitz we have known that perpetrators of violence are entirely normal people in other contexts. So it should in fact be possible to explain the behaviour of entirely normal people. Obviously, in many cases there is no serious desire to do so.

UNDERSTANDING VIOLENCE IS EASIER SAID THAN DONE. IN OUR MEDIA-SATURATED ENVIRONMENT, EFFECTS COME TO THE FORE THAT HINDER AN UNDERSTANDING OF VIOLENCE.



Based on such considerations, Markus V. Hoehne raised the question of what has become of another “terrorist militia”, Al-Shabaab, in Somalia in recent times. The organisation that has emerged from Al-Shabaab, namely the militias of the Islamic Courts in Mogadishu, was so important and was perceived by its opponents as so threatening, that Ethiopia launched a military campaign against it in 2007 with US support. Only in this way could the internationally recognized government of

Somalia be established in the capital of Mogadishu (internationally recognized because it was formed by a “peace process” coordinated by the “international community”). (Incidentally, the author of this paper was involved in this “peace process” as a resource person in 2002 and 2003 but not in a position in which his rather sceptical views could have major political impact.) The Islamic Court Militias simply disappeared. They were not created to fight against regular military units equipped with heavy weapons and were not in a position to fight, so they did not engage the enemy. With them, the Islamic Courts vanished. In the absence of a functional state, the Islamic Courts had developed as a grass-root initiative and enjoyed widespread acceptance within the population – not because Somalia was suddenly gripped by an atypical religious zeal and moral rigour but because business people wanted a little security for their property and their transactions and were happy to fund the courts – one of the very rare cases in the history of mankind where business people were happy to pay taxes. The Islamic Courts were a lifeline in the violence-riven economy that had generally prevailed and in which the key players were major warlords who plundered the country and flogged off communally owned assets to foreigners (fishing rights, for example, and permission to dump toxic waste). The “peace process” was a compromise between the warlords brokered by the “international community”. The internationally recognized government was therefore a government that emerged from organised crime. (Not the first and not the last in human history. Governments that emerge from organised crime are more common than business people who happily pay their taxes.) Now the warlords were in power again with the blessing of the international community. Since then, troops of the African Union (AU) have also been in the country. This development led to radicalisation of some of the Court Militias from which Al-Shabaab arose. Soon they controlled such large swaths of the country that the “legitimate” government formed through the “peace process”, which had been established in the capital with foreign help, no longer dared venture far from the capital. So the “international community” had to step in again. Kenyan troops marched into Somalia in 2011, thus strengthening the alliance between Ethiopia, the forces of the African Union, the USA and the

government they supported. Al-Shabaab then lost control of the cities and was increasingly constrained to conduct hit-and-run operations from the cover of the rugged terrain.

Soon Al-Shabaab regained strength in the north of the country in a craggy mountainous area on the coast bordering the Gulf of Aden far from the battle troops in the south. Markus Hoehne has been following the development of the northern state-like formations, Somaliland and Puntland (both recent political creations that do not appear on older maps) for some years. In keeping with the standard of our discipline, he speaks the language of the country, has access to the important players and to the voice of the people who comment on their actions, undertakes careful risk assessments, organises his security himself and has repeatedly returned safely from regions that most people have never heard of or whose names conjure up feelings of dread. He has made a key contribution to the analysis of current conflict situations, all of which have not only global implications but also significant local ramifications.

Zinc and coltan were discovered in this coastal area. There is a strong, rapidly growing and insatiable demand in Asian economies particularly for coltan. The mining rights were quickly sold to an Australian company. The seller was the government of Puntland, a semi-autonomous entity in the northeast of the country. However, the “peace process” had just catapulted the president of Puntland to the president of the whole of Somalia. He then set out claims on behalf of the Somalian federal government, whose rights had not yet been defined. Nor, for that matter, had the rights of the states, whose exact number and form were also unclear, been defined. Moreover, initially this government found itself unable to move into the capital, and when it did, it hardly dared to venture out again. Nevertheless, the parties soon settled on a fifty-fifty formula. But they had forgotten just one thing: to ask the local population and allow them to share in the new-found wealth in some way. The clan that settled these coastal mountains (the Warsangeli) was smaller than the clan that prevailed in the rest of Puntland (the Majerteen) but is part of the same confederation of clans (the Harti). Moreover, the government of Puntland believed it could rely on the brotherhood of all Harti without having to consider the specific rights of the locally ruling genealogical subclan (the Warsangeli). Enough of the clan names! What’s important in the present context is this: The local group that claimed the resources of “its” land was relatively small in comparison to the competing aggregations of groups and their overarching affiliations. It launched a spirited armed uprising but soon ran into trouble. It is therefore not surprising that they welcomed help from outside.



INCIDENTALLY, EVER SINCE AUSCHWITZ WE HAVE KNOWN THAT PERPETRATORS OF VIOLENCE ARE ENTIRELY NORMAL PEOPLE IN OTHER CONTEXTS.

The local sheikh appealed to Islamic sentiments to mobilise his followers against the infidels. The lines of the alliance that stretched from Puntland to Mogadishu and from there to Ethiopia, Kenya and the USA made it expedient to portray the opponents as Islamic apostates in collusion with Christian or even godless powers. After being driven out of the south of the country, Al-Shabaab fighters found rhetorical and ideological points of contact here. At some point (Hoehne describes it in more detail than we can here), Al-Shabaab then evidently gained the upper hand, and the local sheikh became subservient to it.

Shifting our focus from the local clans and their alliances to the larger, global picture, we see the following: The government, which had sold off the mining rights to raw materials (without being able to guarantee access to those resources by the buyers) without consulting the local population, found itself in a global economic web. Other nodes in this web were an Australian mining company and customers in Asia. These relationships were supposed to be cemented by a political military alliance under the motto of *War on Terror*, which included Ethiopia and Kenya in the immediate area and the USA further afield. Faced with this overwhelming configuration, the local population was forced to form alliances with fighters who likewise appealed to global causes: the struggle of “all Muslims” against the “decadent West”. The reaction to large alliances are large alliances or, if they cannot mature into formal institutions, at least appeals to beliefs globally shared with kindred spirits.

Another thing we can learn from this story is how terrorists are made. There were terrorists before, but what we observe here is an expansion of this category. The business people of Mogadishu, who expected a little security from the Islamic Courts and supported them as the only available peacekeeping power, the inhabitants of the coastal region, who actually only wanted a share of the revenues from mining in their homeland, the simple Somalis, who felt that warlords are perhaps not the ideal officeholders in a government – they were all bundled into this category and branded opponents of the “West” in its “War on Terror”.

This case history also illustrates how tightly resource-based conflicts and processes of collective identity are intertwined. Appeals were made to narrow and broad clan relationships, depending on which group of players wanted narrow or broad population segments to share in the profit from the mining of raw materials. The category of “terrorist” also evolved in this context, becoming significantly broader, as did other

**WHAT WE CAN STILL LEARN FROM THIS STORY
IS HOW TERRORISTS ARE MADE. THERE WERE
TERRORISTS BEFORE, BUT WHAT WE OBSERVE
HERE IS AN EXPANSION OF THIS CATEGORY.**



attributions of self and others. In general, it can be said that there are no identity-based conflicts versus resource-based conflicts. This distinction, often encountered in English usage, is nonsense, even if some abstruse theories adhere to it, arguing, for example, that identity-based conflict can be implacable, while resource-based conflicts are negotiable. Whether a person sees his neighbours as members of a broad clan alliance and shares resources with them or whether that person sees his neighbours as apostates of Islam in collusion with Christians and atheists and forms alliances against them with Islamists from other parts of the country, it is a resource-based conflict waged through identities (self-descriptions and images of the enemy) or an identity-based conflict with implications for resource distribution, as you will. The question of identity is a question of subjects: who with whom against whom?, while the question of resources is a question of objects: who claims what; what's it about? Every conflict analysis must answer both questions and clarify how the two perspectives are related.

“Identity” and “alliance” are key study objects of the Integration and Conflict Department of the Max Planck Institute for Social Anthropology. These concepts are meant to expand and improve theories of actions that result only from the calculations and motives of individuals. Any theory that seeks to explain decisions solely in terms of the benefits or disadvantages they have for the decision-maker as an individual is an impoverished one. The reference group in this context is understood to be the group to whom the cost and benefit calculations relate apart from the decision-makers themselves, i.e. the answer to the questions: costs for whom?, benefits for whom? We usually consider at least our families in our decisions and reflect on what benefits and costs will accrue to them as a result. We call this process of expanding the self *identification*. To a greater or lesser extent, we also include other people as immediate members of our expanded self. You can visualise the whole thing as a group of concentric circles: distant or close kinship (according to relationships and classifications that differ from one linguistic community to another), close (the same sect) or distant religious affinity

(Christian, Muslim, etc.), close or distant linguistic propinquity, etc. Other criteria considered in decision-making vary from case to case and region to region, as does the logic that links these identities: whether they can overlap, whether they are mutually exclusive, etc. In the Somali case discussed here, for example, close and distant clan affiliations play a role, as does religious identity, which seeks to transcend clan boundaries. We would have also liked to investigate statelike entities and state projects in more detail. Shifting identities within Somalia, Puntland and Somaliland and the transfer of loyalties also play a role here.



TRUE ALTRUISM, I.E. HELPING OTHERS DESPITE OR BECAUSE OF THEIR OTHERNESS, IS RELATIVELY RARE.

Another binding force acts not by expanding the self but expressly by emphasising differences, namely the alliance or federation. Alliances are always formed between different groups, institutions or individuals and serve to achieve a defined catalogue of shared goals. Examples are political coalitions and military alliances. You can assist your allies for two reasons: to support them in achieving shared goals, or with a view to receiving possible later services in return. Both cases are forms of pseudo-altruism, because one party helps the other, but the ultimate benefit is meant to accrue to a self or those with whom one identifies. Even helping those with whom one identifies is, in a manner speaking, a form of pseudo-altruism, because help is granted on the basis one's similarity to the actor and not their otherness (alterity). True altruism, i.e. helping others despite or because of their otherness and without expectation of services in return or recognition by third parties, is relatively rare and plays a more subsidiary role in the analysis of social and political relationships than the two forms of pseudo-altruism described above.

By itself and through many collaborations, the Max Planck Institute for Social Anthropology has analysed the relationships outlined here in other parts of Africa other than in East and North Africa, especially in the countries of the upper Guinea coast, which were notorious in the 1990s for their interlinked civil wars and which captured the public's attention in 2014 as a result of the Ebola outbreak. Another key research area is Central Asia, specifically the postsocialist states in this region as well as Afghanistan. The approach described here has proved robust in all these cases. Its further refinement and application to other parts of the globe are therefore promising.

Roboter werden selbstständig

© Richard Greenhill and Hugo Elias,
Wikimedia Commons



Gegen Ende der 1990er-Jahre startete Japan eine weltweit einzigartige Welle der Förderung der humanoiden Robotik. Die Motivation war klar formuliert: Die demographische Entwicklung mit steigender Lebenserwartung bei stagnierender bzw. sinkender Bevölkerungszahl in den hochentwickelten Ländern wird in absehbarer Zukunft Probleme bei der Versorgung älterer Menschen bereiten, angesichts einer relativ stark schwindenden Anzahl Jüngerer, die den Älteren im Lebensalltag helfen können. Autonome Roboter sind hier ein möglicher Ausweg und Autokonzerne wie *Honda* und *Toyota* investierten Milliarden in einen potenziell neuen Industriezweig.

Ca. 15 Jahre später, also heutzutage, hat sich die Herausforderung der „alternden Gesellschaften“ nicht geändert und auch Europa und die USA haben genau dieses Problem benannt und betont. Aber auch neue Herausforderungen haben sich abgezeichnet. Erdbeben und Flutwellen verursachen unvorstellbaren Schaden in dicht besiedelten Wohngebieten. Und der anhaltende Klimawandel auf der Welt könnte zunehmend weitere Naturkatastrophen auslösen. Eine weitere ständige Gefahr von sich schnell ausbreitenden Epidemien wurde in jüngster Zeit durch Ebola deutlich.

Eine Hoffnung für die Zukunft ist, dass es einmal autonome technische Helfer geben könnte, d.h. autonome Roboter, die in allen diesen Bereichen Hilfestellung geben könnten. Visionen für solche autonomen Systeme gehen natürlich weit über die relativ naheliegenden Ideen der humanoiden Robotik hinaus. Das Spektrum umspannt hier von der Nanorobotik bis hin zur Industrierobotik alle Längenskalen. Spielzeugroboter, Roboter, die emotionale Unterstützung geben können oder Miniaturroboter, die direkt im Körper klinische Aufgaben durchführen können, sind hier unter anderem denkbar.

Der Stand der Wissenschaft und Technik liegt jedoch noch weit hinter solchen Hoffnungen zurück. Nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima war kein Roboter im Einsatz zu finden, der sinnvolle Hilfe leisten konnte. Und das trotz einer rasanten Entwicklung in der Mechatronik, die speziell in Japan tausende von Roboterprototypen produzierte. Während der gegenwärtigen Ebola-Epidemie sind weiterhin Menschen den ansteckenden Viren bei Säuberungs- und Aufräumarbeiten ausgesetzt. Das sind Aufgaben, die durchaus autonom und ohne Menschen durchführbar wären. Und die Nanorobotik für klinische Zwecke ist noch absolute Grundlagenforschung.

Heute kann man die ersten einfachen autonomen Roboter in Privathaushalten finden (Staubsauger, Rasenmäher), in der militärischen Aufklärung im schwierigen Gelände, in fahrerlosen Autos und im Drohneneinsatz. Dies sind im Wesentlichen mobile Roboter, d.h. auf Rädern oder in der Luft, ohne Arme oder Greifer für Handhabungsaufgaben. Roboter, die auf Beinen im unebenen Gelände laufen oder komplexere Manipulationsaufgaben durchführen können, sind noch im Forschungsstadium. Humanoide Roboter und Assistenzroboter werden weltweit erforscht. Die Komplexität von Wahrnehmung, kompetenter Steuerung ohne die Umgebung zu gefährden und das weitgehende Fehlen von Lern- und Anpassungsfähigkeiten auf sich ändernde Umgebungen stellen der Forschung jedoch weiterhin große Zukunftsaufgaben. Damit bleibt das Verstehen von autonomen Systemen weitgehend ein Thema der Grundlagenforschung.

AUTONOME ROBOTIK: PERCEPTION-ACTION-LEARNING

Autonome Systeme können allgemein als „Perception-Action-Learning“-Systeme charakterisiert werden. Solche Systeme sollen für längere Zeit autonom, also ohne externe

Hilfe, sinnvolle Aufgaben durchführen können. In der Robotik ist solch ein System physisch realisiert und kann physische Handlungen ausführen. Sensoren erlauben es dem System, die Umwelt und den eigenen Körper wahrzunehmen. Lern- und Adaptionsmechanismen bieten die Möglichkeit, sich auf ändernde Umgebungen anzupassen oder komplett neue Verhaltensweisen zu erlernen. Das System muss robust und unfallfrei auf sich verändernde Situationen und Störungen reagieren können.

Es ist schwierig, autonome Roboter einfach einer speziellen Disziplin zuzuordnen, wie zum Beispiel der künstlichen Intelligenz (KI), der Mechatronikforschung oder dem maschinellen Lernen (ML). Vielmehr bedarf es sehr vieler Komponenten, die alle miteinander harmonisieren müssen, um zusammen ein robustes Verhalten zu erzeugen, wie z. B. Wahrnehmung, Steuerung, Planung und Lernverfahren. Somit ergibt sich auch eine Herausforderung bei der Zuverlässigkeit solcher Systeme: Verkettet man beispielsweise zehn Komponenten mit jeweils 99 % Robustheit, dann ist das Gesamtverhalten des Systems nur noch mit 90 % Wahrscheinlichkeit zuverlässig.

Im täglichen Gebrauch wäre solch ein System nicht tragbar. Zum gegenwärtigen Stand der Forschung ist 100% Zuverlässigkeit der Einzelkomponenten jedoch im wesentlichen nur mit analytischen Methoden möglich, d.h., Methoden, die über mathematische Modellbildungen abgeleitet werden können. Empirische Methoden, also Verfahren, die datengetrieben durch maschinelles Lernen hergeleitet werden, erreichen kaum diese Zuverlässigkeit. Somit ergibt sich ein komplexes Problem: komplizierte Robotersysteme haben keine zuverlässige Modellbildung, und empirische Methoden sind bisher nicht genügend akkurat, um analytische Modelle zu umgehen. Eine aktuelle Fragestellung der Forschung ist, herauszufinden, welche Systemkomponenten mit maschinellem Lernen abzudecken sind, aber auch neue analytische Methoden zu finden, die gegenüber inakkuraten Modellen mehr Robustheit zeigen. Nachdem das Erlernen von neuem Verhalten bei Robotern oft sehr zeitaufwendig ist, sind auch Ideen im Gespräch, wie man mittels Cloud-Computing eine weltweite Datenbank und zentrale Computing-Zentren für Robotik aufbauen könnte. Dies scheint speziell für Wahrnehmungsaufgaben vielversprechend, jedoch nicht so sehr für die direkten Steuersignale von Robotern, die sehr systemspezifisch sind und Echtzeitverarbeitung benötigen.

Als Fazit ergibt sich, dass die autonome Robotik eine sehr breite Wissensbasis benötigt, jenseits der üblichen und eng definierten Standards der beitragenden Kerndisziplinen.

Es sind weniger die Spezialisten aus einem Fachgebiet gefragt, sondern vielmehr diejenigen, die auf vielen Fachgebieten gleichzeitig arbeiten und Brücken schlagen können. Es wären also Wissenschaftler gefragt, die sich gleichzeitig mit Mechanik, Physik, Elektrotechnik, Computer Vision, Regeltechnik, maschinellem Lernen, Künstlicher Intelligenz und Software-Engineering auskennen. Ein Interesse an Kognitionswissenschaften wäre zudem hilfreich bzw. Wissen über die Neurowissenschaften, wenn es um die Nachahmung biologischer Systeme geht. Bisher finden sich nur wenige Forscherinnen und Forscher solchen Profils in der Welt, und es gibt auch kaum Ausbildungsmöglichkeiten, die solch ein breites Wissen vermitteln.

EINE SKIZZE DES STANDS DER FORSCHUNG

Mobile Systeme: Die mobile Robotik ist im Bereich Autonomie sicherlich am weitesten fortgeschritten. Mobile Roboter, bis auf wenige Ausnahmen alle auf Rädern und nicht auf Beinen, sind Standardforschungsthemen in vielen Informatiklaboren. Dieses Thema war speziell in den 1990er Jahren in der Forschung populär und hatte ca. um 2005 einen Durchbruch durch die DARPA Grand Challenge, einen Wettbewerb der autonomen Fahrzeugnavigation. Dass in der Grand Challenge sechs Teams mit nicht sehr großen Zeitunterschieden das Ziel erreichten, zeigte, dass die Forschung und Technik auf diesem Gebiet doch recht fortgeschritten war. Gute Systemintegration, Software-Engineering und gute Qualitätskontrolle standen eher im Vordergrund als Algorithmen — die meisten Komponenten für die autonome Navigation waren zu diesem Zeitpunkt schon gut bekannt. Es ist deshalb vermutlich festzuhalten, dass die autonome Navigation auf Rädern die Forschungslabore langsam verlassen hat und nun durch Technologietransfer zur Industrie übergegangen ist.

Assistenz-Robotik und Humanoide Robotik: Ganz anders dagegen ist der Stand der autonomen Manipulationsroboter, also Roboter mit Armen, Händen und Beinen, zu denen auch humanoide Roboter gehören. Die Navigation im zweidimensionalen Raum mit Fahrzeugen ist ein vergleichsweise einfaches Problem und sehr strukturiert durch die Umwelt (Straßen, Korridore, Verkehrszeichen, Wände, usw.). Daher ist das Ziel der Navigation einfach definiert, nämlich einen Zielort zu erreichen und Unfälle zu vermeiden. Solche Szenarien sind heute recht gut mit maschinellem Lernen oder Künstlicher Intelligenz zu bewältigen. Im Gegensatz dazu sind Manipulationsroboter hochdimensionale Systeme, oft mit mehr als 50 Regelungsdimensionen und nichtintuitiven geometrischen Räumen für die Planung und Regelung. Zum Beispiel hat ein humanoider Roboter oft sieben Freiheitsgrade pro Arm und

Bein und darüber hinaus 10-20 zusätzliche Freiheitsgrade für Körper, Finger und Kopf. Viele Methoden des maschinellen Lernens und der Künstlichen Intelligenz sind für niedrigdimensionale Räume entwickelt und können nicht für hochdimensionale Räume berechnet werden, der Rechenaufwand, in diesen Räumen zu planen und zu optimieren, wächst exponentiell mit der Anzahl der Raumdimensionen. Oft ist es nicht einmal möglich, in ausreichender Zeit genug Daten zu sammeln, um in diesen Räumen empirisch arbeiten zu können – der Prozess des Datensammelns in Echtzeit ist einfach zu langsam, um hochdimensionale Räume auch nur annähernd genau zu berechnen, selbst nach 100 Jahren ununterbrochenen Betrieb eines Roboters. Somit ist eine Mischung von analytischen und empirischen Methoden augenblicklich der sinnvollste Weg, kompetentes Verhalten zu erzeugen. Wenn gute mathematische Modelle existieren, kann man oft mit diesen Modellen effizienter arbeiten als mit Modellen, die erst empirisch durch Daten erlernt werden müssen.

Der derzeitige Stand der Forschung ist, dass komplexes Verhalten wie Manipulationsaufgaben, Fortbewegung auf Beinen oder Ganzkörpermanipulationen noch viel manuelle Programmierung benötigt. Damit beispielsweise der Roboter eine Tasse aus dem Küchenschrank holt, unterteilen die Wissenschaftler die Gesamtaufgabe in einzelne Unteraufgaben (z.B. „in die Küche gehen“, „den Schrank finden“, „die Schranktür öffnen“, „die Tasse greifen“, usw.) und definieren die Abfolge, in denen sie durchgeführt werden. Dann wird das Verhalten des Roboters für die einzelnen Unteraufgaben durch Programmieren und/oder durch Lernverfahren erzeugt. Oft ergeben sich Robustheitsprobleme in der Wahrnehmung, der Steuerung des Roboters und den verwendeten Algorithmen und es bedarf einiger Zusatzverhalten, um Fehler zu korrigieren. Oft ist es nicht klar, wie das Ziel eines Verhaltens mathematisch formuliert werden kann. Was bedeutet es zum Beispiel mathematisch „mit einem Löffel die Suppe umzurühren“? Schnell kommt es damit zu sehr speziellen Lösungen für eine Verhaltensaufgabe, die weder robust, noch auf andere Aufgaben oder andere Roboter übertragbar sind. Kleine Änderungen in der Umwelt oder der Kalibrierung des Roboters führen dann zu komplettem Fehlverhalten.

Wirklich autonomes Verhalten bei Manipulationsrobotern ist damit sehr weit von der Realisierung entfernt. Gewisse autonome Verhaltensweisen sind erzielbar, wie z. B. das Balancieren und Gehen auf zwei Beinen im ebenen Gelände oder Greifbewegungen von verschiedenen Gegenständen. Oft wird derzeit auch der Begriff des „semiautonomen Verhaltens“ angeführt, das bedeutet, dass ein kurzes Bewegungs-

verhalten autonom durchgeführt wird und dann ein Mensch das nächste Ziel und das passende Verhalten bestimmt. Die Hoffnung nach autonomen Roboter-Helfern in der Gesellschaft, wie sie weiter oben als Vision beschrieben wurde, ist also noch sehr weit von der Realität entfernt.

Mikro- und Nano-Robotik: Verkleinert man die Längenskalen von Robotern hin zu Zentimetern, Millimetern, Mikrometern oder sogar Nanometern, so ergeben sich völlig neue Herausforderungen. Auf diesen Ebenen dominieren andere physikalische Gesetze als auf der Größenordnung von Menschen. Ist die Mechanik eines menschenähnlichen Systems im Wesentlichen von Trägheitskräften geprägt, so stehen auf der Zentimeter- und Millimeterebene Reibungskräfte und Oberflächenspannung viel mehr im Vordergrund. Das ist, zum Beispiel, der Grund, dass einige Insekten im Gegensatz zum Menschen über Wasser laufen können. Auf der Mikrometerebene sorgt das dafür, dass eine intelligente Schwimmtechnik in Flüssigkeiten mit einer korkenzieherartigen Bewegung wesentlich effizienter ist, als etwa eine Flossenbewegung von Fischen. Geht man auf der Größenskala noch weiter nach unten, dann dominieren durch Wahrscheinlichkeiten gesteuerte Einflüsse, so dass Verhaltensziele nur noch in Schwärmen von vielen Systemen, und auch nur noch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu realisieren sind.

OFT IST ES NICHT KLAR, WIE DAS ZIEL EINES VERHALTENS MATHEMATISCH FORMULIERT WERDEN KANN. WAS BEDEUTET ES ZUM BEISPIEL MATHEMATISCH „MIT EINEM LÖFFEL DIE SUPPE UMZURÜHREN“?



Auch die Sensorik und die Motorik sind auf kleinen Längen anders. Die Sensorik wird oft eher über chemische Prozesse verwirklicht. Motorik und Energieversorgung werden komplexe Probleme, so dass häufig in der Forschung ein externer Antrieb notwendig ist, wie zum Beispiel durch Magnetfelder oder Rasterkraftmikroskope. Batterien sind auf der Mikro- und Nanoebene völlig ineffizient. Und es bleibt weiterhin unklar, welche Informationsverarbeitungsprozesse auf solch kleinen Ebenen überhaupt zu verwirklichen sind. In diesem Mikro- und Nanobereich sind autonome Robotiksysteme noch völlig im Bereich der Grundlagenforschung.

Autonome Wahrnehmung: Die Welt zu erkennen, zu verstehen und Handlungsmöglichkeiten aus ihr herzuleiten, das ist ein wesentliches Thema der Wahrnehmung. Computer Vision (also die Simulation des Sehens durch Rechner) hat in den letzten Jahren sehr große Fortschritte erzielt. Zum einen weil Kamerasysteme zu geringen Kosten zu erhalten sind, so dass nahezu jeder, der gerne mit Kameras arbeiten möchte, das einfach umsetzen kann, zum anderen weil gängige Computer so schnell geworden sind, dass selbst eine komplexe Bildverarbeitung auf einem Laptop machbar ist.



**DURCH DIE NAHEZU UNENDLICH VIELEN BILDER
IM INTERNET GIBT ES EIN UNERSCHÖPFLICHES
RESERVOIR VON LERNDATEN.**

Szenen zu kategorisieren und Objekte und Gesichter zu erkennen, ist sehr weit fortgeschritten. Durch die nahezu unendlich vielen Bilder im Internet gibt es ein unerschöpfliches Reservoir von Lerndaten. Wenn dies noch mit großen Rechnernetzwerken verbunden wird, können Lernsysteme trainiert werden, die exzellente Qualität erreichen. Das wird augenblicklich intensiv mit Deep Learning bearbeitet, einer neuen Entwicklungsrichtung des Maschinellen Lernens mit vielschichtigen neuronalen Netzen und verbesserten Lernverfahren, die stark von Großrechenanlagen profitieren.

„Action Recognition“, also das Erkennen von Handlungen, ist ein weiteres Thema, das viel Aufmerksamkeit erhält. Speziell geht es oft darum, menschliche Bewegungen zu erkennen und dann die Absicht dieser Bewegungen zu verstehen. Es ist relativ einfach, eine Fortbewegung auf zwei Beinen zu erkennen. Zu Erkennen, ob eine Person Fußball spielt oder einfach nur am Joggen ist, ist dagegen schon wesentlich komplizierter. Was die Wissenschaftler gern erreichen wollen, ist, jede Art von Handlung zu verstehen, wie zum Beispiel das Greifen einer Tasse, das Essen mit einer Gabel, das Spielen mit Bauklötzen. Diese Fähigkeit ist essenziell, wenn autonome Roboter in menschlichen Umgebungen und mit Menschen interagieren sollen.

Es gibt natürlich auch eine andere Wahrnehmungssensorik: Berührungssensoren, Kraftsensoren, Mikrophone, usw. können wertvolle Daten liefern, die andere sensorische Modalitäten ergänzen. Die menschliche Wahrnehmung ist vermutlich deswegen so erfolgreich, weil sie sehr viele Modalitäten

integriert, so dass wir uns selten auf nur eine Modalität verlassen müssen. Dieses Fusionieren von Sensoren ist Teil der Forschung, jedoch leider nicht sehr ausgeprägt in den gegenwärtigen Projekten vorhanden.

Ein großes Problem bleibt aber, diese Informationsverarbeitung robust zu gestalten, so dass Variablen wie andere Lichtverhältnisse, der Lärm einer Baustelle, der gefühlsmäßige Unterschied von einer Plastiktasse zu einer Porzellantasse oder ähnliches das Wahrnehmungssystem nicht zum Scheitern bringen. Robuste autonome Wahrnehmung ist daher sicherlich eines der großen Probleme für die autonome Robotik.

Lernsysteme, Planungssysteme und Künstliche Intelligenz: Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von Algorithmen, die Planungsaufgaben und Lernaufgaben ermöglichen. Zu wissen, wann welcher Algorithmus anwendbar ist, was seine Schwachstellen und Stärken sind und wie er effizient einsetzbar ist, bleibt weitgehend das Wissen von erfahrenen Experten. Die Hoffnung der Wissenschaft ist natürlich, generelle „Black Box“-Systeme zu erzeugen, d.h. Systeme, die mit 100 Prozent wissenschaftlicher Zuverlässigkeit ihre Aufgabe erfüllen, ohne dass der normale Benutzer verstehen muss, was sich im Inneren des Systems abspielt. Das ist bisher nicht umgesetzt und vielleicht nicht einmal umsetzbar, da universale Lernsysteme (Systeme, die jede Aufgabe lernen können) theoretisch nicht realisierbar sind.

Jedoch besteht die Hoffnung, dass das Kreieren solcher „Black Box“-Systeme wenigstens in Spezialbereichen machbar wäre. Das bedarf dann Spezialisten, die sich sehr gut in der Künstlichen Intelligenzforschung, dem maschinellen Lernen und der Robotik und Wahrnehmung auskennen. Leider sind Spezialisten mit solch einem breiten Wissen bisher sehr selten. Die Ausbildung an Universitäten betont weiterhin Spezialisierungen wie Regelungstechnik, Computer Vision und Maschinelles Lernen. Nur wenige Fakultäten und Institute betonen eine Breitenausbildung in „Perception-Action-Learning“-Systemen.

Hardware-Entwicklungen: Die Hardware-Realisierung ist für autonome Roboter essenziell. Das Arbeiten mit richtigen Robotern und richtigen Sensoren in einer realen und komplexen Umgebung bringt Probleme mit sich, die nicht sinnvoll simulierbar sind. Die Qualität der Hardware spielt hier natürlich eine wichtige Rolle. Oft kreieren Hardwareprobleme die Notwendigkeit, Algorithmen zu verbessern oder komplett andere Strategien der autonomen Robotik zu verfolgen. Zum Beispiel sind die Positionssensoren von manchen Robotern

nicht ausreichend genau, um zu wissen, wo sich die Hand im 3D-Raum befindet. Dann benötigt man „Computer Vision“-Algorithmen, die die Hand durch 3D-Kamerabilder lokalisieren. Entwicklungen in der Mechatronik sind weiterhin gefragt, um zuverlässige Roboter mit hoher Qualität und Performanz zu erzeugen.

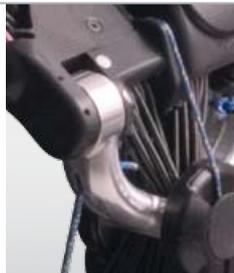
Bei Robotern in der Größenordnung von Nanometern bis Millimetern ist die Fabrikationstechnologie oft das beherrschende Forschungsthema. Mit Materialforschungsmethoden können Verfahren entwickelt werden, die Tausende von Robotern gleichzeitig generieren. Jedoch bleibt es Grundlagenforschung herauszufinden, welche Funktionen genau in diese Kleinst-Roboter integrierbar sind. Die Investition erfolgt hier oft in der Nanoverfahrenstechnik, die solche Fabrikationsprozesse ermöglicht und die viele Iterationen durchlaufen müssen, bis geeignete Systeme synthetisierbar sind.

Software-Entwicklungen: Passende Hardware ist natürlich die Voraussetzung für einen autonomen Roboter, jedoch kommt der Großteil der Autonomie aus Softwaresystemen. Und genau diese Softwaresysteme sind eines der Kernprobleme für die autonome Robotik, denn es gibt kaum standardisierte Softwaresysteme für die Robotik. Es ist relativ einfach, eine Robotikfunktion in einer Machbarkeitsstudie „irgendwie“ zu programmieren, so dass ein erfolgreiches Verhalten zumindest einmal erzeugt werden kann. Das ist auch das, was Forschungslabore und Universitäten meist realisieren. Ein robustes, autonomes System mit reproduzierbarem Verhalten, mit „Perception“- , „Action“- und „Learning“-Komponenten und mit komplexen Algorithmen wird jedoch schnell zu groß, um von „Software-Amateuren“ realisiert und gewartet zu werden. Richtiges Software-Engineering benötigt jedoch passendes Personal, d.h. Forscher, die sich sowohl mit Software Engineering, als auch dem Problem der autonomen Robotik auskennen. Softwarefehler können oft katastrophale Auswirkungen in der Robotik haben, und daher sind ganz andere und konservativere Methoden des Programmierens notwendig. Bedauerlicherweise gibt es nur wenige Experten, die dieses Wissen vereinen.

„Perception-Action-Learning“-Systeme: Abschließend zu diesen Erläuterungen, die den Stand der Forschung und Technik der autonomen Robotik betreffen, ist es wichtig, auch wieder auf die Grundlagen dieser Systeme hinzuweisen, der integrierten Perception-Action-Learning-Systeme. Alle drei Komponenten sind in einer geschlossenen Schleife miteinander verbunden. Somit sind solche Systeme nicht einfach in unabhängige Module zu unterteilen, da die Qualität eines Moduls leicht die

notwendige Funktionalität eines anderen Moduls beeinflusst. Die Hardware eines Roboters ist ebenfalls ein Bestandteil dieser Schleife, so dass die Software an die Hardware angepasst werden muss. Somit ist es nicht verwunderlich, dass jedes Projekt schnell sehr speziell wird und damit Wahrnehmungs-, Steuerungs- und Lernalgorithmen sehr spezifische Lösungen generieren, die nicht auf andere Robotersysteme übertragbar sind. Es bleibt deshalb ein großes Ziel von Forschung und Technik zu verstehen, mit welchen Bausteinen und komplexen Lernalgorithmen autonome Perception-Action-Learning-Systeme generell aufzubauen sind, damit sie sich an die jeweilige Hardware, Umgebung und Submodule von selbst anpassen, ähnlich wie das auch biologische Systeme bei einem ständig wachsenden und alternden Körper tun.

**RICHTIGES SOFTWARE-ENGINEERING BENÖTIGT
JEDOCH PASSENDES PERSONAL, D.H. FORSCHER,
DIE SICH SOWOHL MIT SOFTWARE-ENGINEERING,
ALS AUCH DEM PROBLEM DER AUTONOMEN ROBOTIK
AUSKENNEN.**



ZUSAMMENFASSUNG

In allen hochentwickelten Ländern dieser Welt sind Experten sich einig, dass Roboter, speziell autonome Roboter, in der nahen bis mittleren Zukunft im Alltag der menschlichen Gesellschaft zu finden sein werden. Es ist jedoch noch sehr viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit für solche Systeme notwendig. In allen Forschungsgebieten der autonomen Robotik, also Wahrnehmung, Steuerung, Anpassungsfähigkeit, Lernfähigkeit und Mechatronik, gibt es noch signifikante unbekannte Größen, die es augenblicklich noch nicht ermöglichen, robuste autonome Roboter für den Alltagseinsatz zu kreieren. Es bleibt eine Herausforderung an Grundlagenforschung und angewandte Forschung, allgemeine Bausteine für autonome Roboter zu entwickeln. Es bleibt auch eine Herausforderung an die Wissenschaftspolitik, die sehr interdisziplinäre und komplexe Forschung auf diesem Gebiet passend zu unterstützen.

STEFAN SCHAAL

MAX PLANCK INSTITUTE FOR INTELLIGENT SYSTEMS, TÜBINGEN

Robots are becoming autonomous

Towards the end of the 1990s Japan launched a globally unique wave of funding of humanoid robots. The motivation was clearly formulated: demographic trends with rising life expectancy and stagnating or declining population sizes in highly developed countries will create problems in the foreseeable future, in particular with regard to the care of the elderly due to a relatively sharp fall in the number of younger people able to help the elderly cope with everyday activities. Autonomous robots are a possible solution, and automotive companies like Honda and Toyota have invested billions in a potential new industrial sector.

Today, some 15 years down the line, the challenge of “ageing societies” has not changed, and Europe and the US have also identified and singled out this very problem. But new challenges have also emerged. Earthquakes and floods cause unimaginable damage in densely populated areas. And ongoing global climate change could increasingly trigger further natural disasters. Another constant threat, that of rapidly spreading epidemics, has recently been highlighted by the Ebola crisis.

One hope for the future is that someday we will have autonomous technological helpers, i.e. autonomous robots that can provide assistance in all these areas. Of course, visions of such autonomous systems go well beyond the relatively obvious concepts of humanoid robots. They cover a broad range of scales – from nanorobots to large industrial robots. Toy robots, robots that can provide emotional support and miniature robots able to carry out clinical tasks directly inside the body are just some conceivable examples.

However, the current state of science and technology is far behind such societal aspirations. In the wake of the Fukushima reactor catastrophe, no robot was deployed that could provide useful help – despite the rapid development of mechatronics, which has spawned thousands of robot prototypes, especially in Japan. During the ongoing Ebola epidemic, people continue to be exposed to the contagious viruses during cleaning and clearance work. These are tasks that really could be performed autonomously without human intervention. And nanorobotics for clinical purposes is still firmly in the realm of basic research.

The first simple autonomous robots are being used today in private households (vacuum cleaners, lawnmowers), for military reconnaissance in rugged terrain, in driverless cars and in drones. These are essentially mobile wheeled or airborne robots without arms or grippers to perform manipulations. Robots that are able to run on legs across uneven ground

or carry out complex manipulations are still in the research stage. Research into humanoid robots and assistive robots is being pursued around the world. Problems such as the complexity of perception, effective control without endangering the environment and a lack of learning aptitude and adaptability continue to confront researchers with daunting challenges for the future. Thus, an understanding of autonomous systems remains essentially a topic of basic research.

AUTONOMOUS ROBOTICS: PERCEPTION-ACTION-LEARNING

Autonomous systems can be generally characterised as perception-action-learning systems. Such systems should be able to perform useful tasks for extended periods autonomously, meaning without external assistance. In robotics, systems have to perform physical tasks and thus have to be realized physically. Sensors allow the system to perceive the environment and its own body. Learning and adaptation mechanisms enable it to adapt to changing environments or learn entirely new behaviours. The system must be able to respond to changing situations and disturbances robustly and without accidents.

It is difficult to assign autonomous robots to a specific discipline, such as artificial intelligence (AI), mechatronics research or machine learning (ML). Autonomous robotics requires a large number of components that must all be coordinated to collectively produce a robust behaviour, e.g. perception, control, planning and learning processes. This also raises a challenge regarding the reliability of such systems: for example, if ten components are concatenated, each of which has 99% robustness, the probability that the overall behaviour of the system will be reliable is only 90%.

Such a system would not be viable in daily use. However, given the current state of research, 100% reliability of the individual components is essentially only possible with analytical methods, i.e. methods that can be derived from accurate mathematical modelling. Empirical methods, namely data-driven methods that are derived from machine learning, barely achieve this level of reliability. This presents a daunting problem: complicated robotics systems have no reliable modelling, and empirical methods are not yet sufficiently accurate to bypass analytical models. A current focus of research is therefore to determine which system components can be realised with machine learning, as well as to find new analytical methods that are more robust than inaccurate models. As it is often very time-consuming for robots to learn new behaviours, discussions are also focussing on how a global database and central computing centres for robotics can be

established by means of cloud computing. This appears particularly promising for perception tasks, but not so much for direct robotic control signals, which are very system-specific and require real-time processing.

In conclusion it can be said that autonomous robotics require a very broad knowledge base beyond the usual and narrowly defined standards of the contributing core disciplines. What is required is not so much specialists from one field but individuals who are multidisciplinary in their approach and are able to build bridges. In other words, scientists are called for who are simultaneously experts in mechanics, physics, electrical engineering, computer vision, control technology, ML, AI and software engineering. An interest in cognitive sciences would also be helpful when the aim is to mimic biological systems. To date, there are few researchers in the world who fit this profile and few educational options that convey such a broad knowledge.

AN OUTLINE OF THE CURRENT STATE OF RESEARCH

Mobile systems: When it comes to achieving high levels of autonomy, mobile robotic applications are certainly the most advanced. Mobile robots – with few exceptions all of them mounted on wheels, not on legs – are standard research topics in many computer science labs. This topic was particularly popular in research in the 1990s and experienced a breakthrough around 2005 thanks to the DARPA Grand Challenge, a competition in autonomous vehicle navigation. The fact that six teams reached the finish line in the Grand Challenge with rather minor time differences shows that research and technology in this field is quite advanced. The focus was more on good system integration, software engineering and quality control rather than on algorithms; most of the components for autonomous navigation were already well known at the time. It is therefore surmised that autonomous navigation on wheels has gradually left the research labs and has now been taken up by industry through technology transfer.

Assistive robots and humanoid robots: The situation is quite different with regard to autonomous manipulation robots, i.e. robots with arms, hands and legs, which include humanoid robots. Navigation in two-dimensional space with vehicles is a low-dimensional problem and is highly structured by the environment (roads, corridors, traffic signs, walls, etc.). The aim of navigation is therefore defined in rather simple specifications, namely to reach a destination while avoiding accidents. Such scenarios can be effectively handled today by machine learning and artificial intelligence methods. By contrast, manipulation robots are high-dimensional systems, often with more than 50 control dimensions, and non-intuitive geometric

spaces for planning and control. For example, a humanoid robot often has seven degrees of freedom per arm and leg plus 10–20 additional degrees of freedom for the body, fingers and head. Many machine learning and artificial intelligence methods were developed for low-dimensional spaces and do not scale up well to high-dimensional spaces, i.e. the calculations required to plan and optimise in these spaces grows exponentially with the number of spatial dimensions. In many cases it is not even possible to collect enough data in a sufficiently short time to be able to process them empirically in these spaces: the process of data collection in real-time is simply too slow to even approximate high-dimensional spaces, even after 100 years of uninterrupted operation of a robot. Hence, a mixture of analytical and empirical methods is currently the most efficient way to achieve competent behaviour. If good mathematical models exist, it is often possible to work more efficiently with those models than with models that first have to be learned empirically through data acquisition.

FREQUENTLY, IT IS NOT CLEAR HOW THE GOAL OF A BEHAVIOUR CAN BE MATHEMATICALLY FORMULATED. FOR EXAMPLE, WHAT DOES “STIRRING SOUP WITH A SPOON” MEAN IN MATHEMATICAL TERMS?



The current state of research is that complex behaviour such as manipulation tasks, locomotion on legs and whole-body manipulations still requires a great deal of manual programming. For a robot to fetch a cup from a kitchen cabinet, for instance, scientists divide the overall task into individual subtasks (e.g. “go into the kitchen,” “find the cabinet,” “open the cabinet door,” “grasp the cup,” etc.) and define the sequence in which those actions must be performed. The robot’s behaviour in the individual subtasks is then achieved by means of programming and/or learning methods. In many cases, robustness problems occur in perception, in the control of the robot and in the algorithms used, and additional behaviours are required to correct for errors. Frequently, it is not clear how the goal of a behaviour can be mathematically formulated. For example, what does “stirring soup with a spoon” mean in mathematical terms? Quickly, overly specific solutions for a behavioural task arise that are neither robust nor transferrable to other tasks or other robots. Small changes in the environment or calibration of the robot can quickly lead to completely incorrect behaviour.

Truly autonomous behaviour of manipulation robots is therefore still very far from reality. Certain autonomous subsets of

behaviours can be achieved, for example balancing and walking on two legs on level ground or movements for grasping relatively arbitrary objects. The term “supervised autonomy” is often used today. This means that a short movement is performed autonomously, after which a human determines the next goal and the appropriate behaviour. The hope of constructing autonomous robotic assistants in society, a vision described earlier, is therefore still a long way from realisation.



**THANKS TO THE ALMOST COUNTLESS IMAGES
ON THE INTERNET, AN INEXHAUSTIBLE RESERVOIR
OF LEARNING DATA IS NOW AVAILABLE.**

Micro- and nano robotics: Reducing the linear scale of robots to centimetres, millimetres, micrometres and even nanometres produces a whole new set of challenges. Different physical laws apply at these scales than at the scale of mammals. Whereas the mechanics of a human-like system is largely characterised by inertial forces, at the centimetre and millimetre scales frictional forces and surface tension play a much greater role. That is why, for example, some insects, unlike humans, are able to walk on water. At the micrometre scale, this means that an intelligent swimming technique in liquids with a corkscrew-like motion is much more efficient than, say, the fin-driven motion of fish. Moving down even further on the length scale, stochastic influences dominate, such that behavioural goals can only be achieved in swarms of many systems – and then only to a certain degree of probability.

Sensors and motors are also different at small scales. Sensors are often realised by way of chemical processes. Motor function and energy supply become complex problems, so that an external source is often needed in research, for example magnetic fields or an atomic force microscope. Batteries are utterly inefficient at the micro and nano scales. And it remains unclear what data-processing methods are even possible at such scales. Autonomous robotic systems at the micro and nano range are still firmly in the domain of basic research. Autonomous perception

Recognising and understanding the world and deriving behavioural possibilities are important aspects of perception. Computer vision (the simulation of vision by computers) has made great strides in recent years – on the one hand, as low-cost camera systems are now available, so that anyone who wants

to work with cameras can easily do so; and on the other, because computers have become so fast that even complex image processing can be performed on a laptop.

Scene categorisation and object and face recognition are very far advanced. Thanks to the almost countless images on the Internet, an inexhaustible reservoir of learning data is now available. If this can be combined with large computer networks, it would be possible to train learning systems to a high level of quality. This is currently being intensively studied with deep learning, a new approach to machine learning that uses multi-layered neuronal networks and improved learning methods which profit from large computing clusters. “Action recognition” is another topic that is also attracting much attention. Specifically, it consists of recognising human motions and then understanding the intention behind those motions. It is relatively easy to recognise locomotion on two legs; however, recognising whether a person is playing soccer or just jogging is a much more complicated task. What researchers hope to achieve is an understanding of every kind of action – for example, grasping a cup, eating with a fork or playing with building blocks. This skill is essential if autonomous robots are to interact with humans in a human environment.

Of course there are also other perception sensors: tactile sensors, force sensors, microphones, etc. can provide valuable data to complement other sensory modes. Human perception is probably so successful because it is multi-modal, such that we rarely have to rely on just one modality. This fusion of sensors is an area of research, but is unfortunately not very pronounced in current projects.

In any case, a major problem remains: making the information processing robust enough so that variables – a change in lighting, the noise of a construction site, the tactile difference between a plastic cup and a porcelain one, or the like – do not overwhelm the perception system. Robust autonomous perception is therefore certainly one of the most daunting problems facing autonomous robotics.

Learning systems, planning systems and artificial intelligence: There are now a large number of algorithms to facilitate planning and learning tasks. Only experienced experts are able to judge which algorithm is applicable, what its weaknesses and strengths are and how efficiently it can be used. Of course, the hope of science is to produce generic black-box systems, i.e. systems that function with 100% reliability without the normal user having to understand what takes place inside the system. That has not yet been realised and perhaps never

will be, as universal learning systems (systems that can learn any task) are theoretically impossible. Nevertheless, the hope remains that the creation of such black-box systems might be possible, at least in certain restricted domains. This would require specialists who are very well versed in AI, ML, robotics and perception. Unfortunately, specialists with such broad knowledge are rare. Universities continue to focus on educational specialisations, such as control theory, computer vision and machine learning. Few faculties and institutes stress a broad education in “perception-action-learning” systems.

Hardware developments: Hardware realisation is a prerequisite for autonomous robots. Working with the right robots and right sensors in real and complex environments poses problems that cannot be reasonably simulated. Of course, the quality of the hardware plays an important role. Hardware problems often make it necessary to improve algorithms or adopt completely different strategies of autonomous robotics. For example, the position sensors of some robots are not accurate enough to determine where exactly the hand is in 3D space. Computer vision algorithms that locate the hand with the help of 3D camera images are then needed to help out. Future developments in mechatronics are required to produce reliable high-quality, high-performance robots.

For robots on the nanometre to millimetre scale, the fabrication technology often represents the dominant research topic. Using material research methods, it is possible to develop techniques that generate thousands of robots at once. However, it is up to basic research to determine exactly what functions can be integrated into these miniscule robots. Investments often centre on the nano process technology that underlies such fabrication methods and has to run through many iterations until suitable systems can be synthesised.

Software developments: Appropriate hardware is clearly a prerequisite for autonomous robots; however, autonomy resides primarily in the software systems. And precisely those software systems are one of the core problems in autonomous robotics, as there are few standardised software systems. It is relatively easy to program a robotic function “somehow” in a feasibility study, such that a successful behaviour is produced at least once. This is what research labs and universities mostly achieve. But a robust autonomous system with reproducible behaviour, with perception, action and learning components and with complex algorithms quickly becomes too large to be realised and maintained by “software amateurs”. True software engineering requires suitable personnel, i.e. researchers familiar both with software engineering and

the problems of autonomous robotics. Software errors can have catastrophic consequences in robotics, for which reason entirely different and more conservative programming methods are called for. Unfortunately, there are few experts who combine all this knowledge.

TRUE SOFTWARE ENGINEERING REQUIRES SUITABLE PERSONNEL, I.E. RESEARCHERS FAMILIAR BOTH WITH SOFTWARE ENGINEERING AND THE PROBLEMS OF AUTONOMOUS ROBOTICS.



“Perception-action-learning” systems: Following these explanations about the state of research and technology in the field of autonomous robotics, it is also important to again highlight the foundations of these systems, i.e. integrated perception-action-learning systems. All three components of these systems are linked in a closed loop. Consequently, such systems cannot simply be divided into independent modules, as the quality of one module can easily affect the function of another. The hardware of a robot also being part of this loop, the software has to be adapted to the hardware. It is therefore no surprise that every robotics project quickly becomes unique, with the perception, control and learning algorithms generating very specific solutions that cannot be transferred to other robot systems. Therefore, one of the major goals of research and technology is to understand what building blocks and complex learning algorithms can generally be used to build autonomous perception-action-learning systems, so that the hardware, the environment and submodules autonomously adapt, analogous to the way in which biological systems deal with a constantly growing and ageing body.

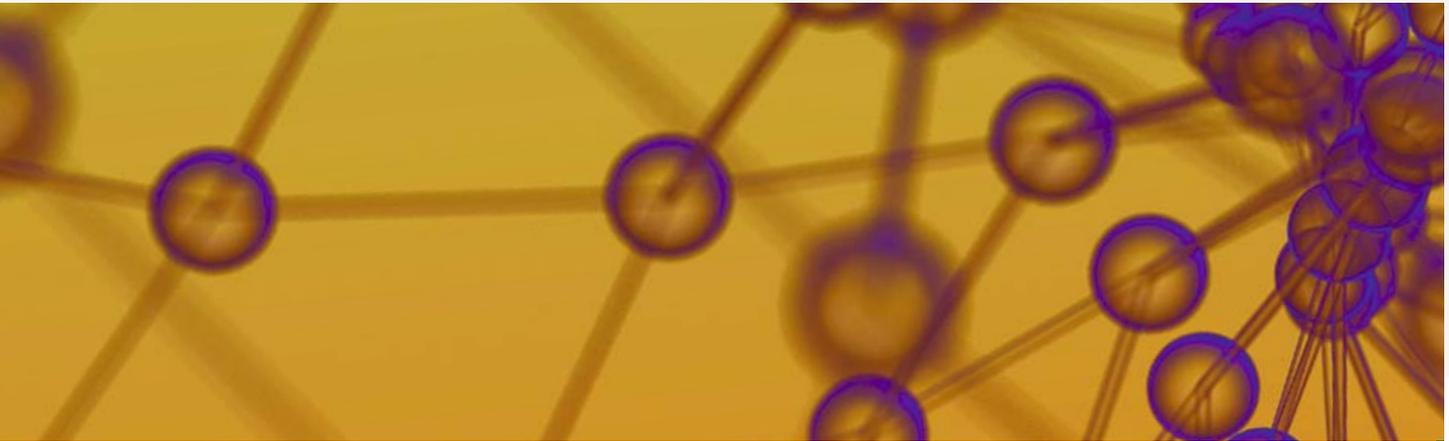
SUMMARY

Experts in all technically advanced countries agree that robots, particularly autonomous robots, will become part of everyday life in human societies in the foreseeable future. However, a great deal of R&D work is still required to devise such systems. In all research areas of autonomous robotics, namely perception, control, adaptability, learning capability and mechatronics, there are significant unknown quantities that still do not permit robust autonomous robots to be created for everyday use. It remains a challenge for basic and applied research to develop general building blocks for autonomous robots. Scientific councils and political decision makers also faces a challenge in providing suitable support for such highly interdisciplinary and complex research in this field.

VICTOR SOURJIK

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR TERRESTRICHE MIKROBIOLOGIE, MARBURG

Regeln für die Zusammenarbeit in der Zelle



Proteine agieren in der Zelle niemals allein. Selbst die einfachsten Zellfunktionen, etwa der Transport eines Moleküls durch die Zellmembran oder die Identifikation einer künftigen Zellteilungsstelle, werden normalerweise von Gruppen interagierender Proteine ausgeführt. Diese Gruppen können am besten als Proteinnetzwerke dargestellt werden, wobei die Netzknoten einzelne Proteine und die Verbindungen zwischen den Knoten deren Interaktionen repräsentieren. Je komplexer die Aufgabe ist, umso größer und komplexer ist das zugrunde liegende Netzwerk. Letztlich können sogar alle funktionalen Netze zu einem zellenweiten Netzwerk verbunden werden. Die nächsten großen Herausforderungen in der Biologie bestehen darin, die Regeln zu verstehen, nach denen diese Netzwerke im Kontext einer lebenden Zelle funktionieren, und diese Regeln für ein rationales Design der Netzwerkfunktionen zu nutzen.

VON DER MOLEKULARBIOLOGIE ZUR SYSTEMBIOLOGIE

Eine netzwerkorientierte Sicht auf die Zellbiologie hat in den vergangenen Jahren zunehmend an Akzeptanz gewonnen. Dennoch stellt diese Perspektive eine drastische Paradigmenverschiebung dar, die es noch anzuerkennen gilt. Seit es die Molekularbiologie und die Biochemie gibt, haben sich diese Forschungsbereiche in erster Linie auf die Analyse einzelner Gene oder Proteine konzentriert und dabei einen Ansatz verfolgt, der auf die Zerlegung zellulärer Prozesse in Elementarfunktionen abzielte, die einem einzelnen Gen/Protein zugeschrieben werden können. In den Frühphasen der Molekularbiologie hat sich dieser reduktionistische Ansatz als enorm leistungsstark und einflussreich erwiesen. Er ermöglichte die Entmystifizierung lebender Materie und stellte die gesamte moderne Biologie auf eine solide molekulare

und mechanistische Grundlage. Mit zunehmendem Wissen über zelluläre Systeme wurde jedoch immer deutlicher, dass dieser Blick die Komplexität der zellulären Mechanismen nicht angemessen beschreiben konnte. In der Tat lassen sich viele zelluläre Funktionen nicht einfach auf die Funktionen einzelner Proteine reduzieren, sondern ergeben sich erst aus dem Zusammenspiel mehrerer Komponenten. Das Gesamtsystem ist also mehr als die Summe seiner einzelnen Teile. In der Folge hat sich der Fokus in der biologischen Forschung allmählich von einzelnen Proteinen auf Proteingruppen oder -komplexe verschoben, die als Funktionseinheiten betrachtet werden.

Ein weiterer Grund für diese Verschiebung des Fokus' war das zunehmende Wissen über das hohe Ausmaß an Verbindungen zwischen Proteinen in einer Zelle, welche durch molekulare Untersuchungen zellulärer Prozesse entdeckt wurden. Insbesondere Hochdurchsatztechniken („-omik“-Technologien), die hochgradig parallelisierte experimentelle Analysen von Hunderten oder Tausenden von Interaktionen zwischen verschiedenen Proteinen ermöglichen, haben hochkomplexe Interaktionsnetze generiert, die oft Proteine bzw. Einheiten sehr verschiedener Funktionen miteinander verbinden. Die Interpretation der Bedeutung dieser Netzwerke über einzelne Interaktionen hinaus stellte eine enorme Herausforderung dar, die Ansätze erforderlich machte, die sich sehr von denen der konventionellen Molekularbiologie unterscheiden. All diese Entwicklungen führten zur Entstehung der Systembiologie – die man auch als Netzwerkbiologie bezeichnen kann – als einem unabhängigen Zweig der modernen biologischen Forschung.

MATHEMATISCHE MODELLIERUNG IN DER SYSTEMBIOLOGIE

Wie jede neue Disziplin ist die Systembiologie bislang nicht streng definiert worden. In der einfachsten Definition kann jede Analyse, welche alle (oder zumindest mehrere) Gene oder Proteine berücksichtigt, die eine Rolle in einem zellulären Prozess spielen, als Systembiologie bezeichnet werden. In diesem Sinne ist die Systembiologie inzwischen ein üblicher Bestandteil der biologischen Forschung, die sich zunehmend auf neuartige „-omik“-Tools stützt. Mit diesen Techniken können jedoch nur deskriptive Darstellungen zellulärer Netzwerke erzeugt werden, die begrenzte Einsichten in deren Funktionen vermitteln. Beispielsweise erfolgt die Verbreitung eines Signals über ein Netzwerk, das Rezeptoren auf der Oberfläche der Zelle (Eingabe/ Input) mit der Genregulation oder dem Zellverhalten (Ausgabe/ Output) verbindet, häufig über mehrere Schritte und Verzweigungen. Zusätzlich kann diese Signalübertragung durch mehrere positive und negative Rückkopplungs (Feedback)-Schleifen moduliert werden. Obwohl man die Bedeutung einiger dieser regulierenden Verbindungen intuitiv ableiten kann, ist eine Vorhersage darüber, wie sich ein solches Netzwerk bei einer Stimulierung verhält, durch einfache Betrachtung der Netzwerkstruktur nicht oder nur begrenzt möglich.

Um diese Probleme zu lösen, sind mathematische Modelle und Computersimulationen biologischer Netzwerke besonders hilfreich. Während die mathematische Beschreibung natürlicher Prozesse ein grundlegender Bestandteil der Physik ist, ist die Anwendung mathematischer Modelle in der Biologie nach wie vor begrenzt und zum Teil umstritten. Ein Hauptproblem ist die offensichtliche Einzigartigkeit jedes einzelnen biologischen Netzwerkes, was impliziert, dass das aus einem Netzwerk erhaltene Wissen nicht ohne Weiteres auf ein anderes Netzwerk übertragen werden kann. Dies steht in starkem Kontrast zur Physik, wo Systeme gleicher Art mit demselben mathematischen Modell beschrieben werden können. Obwohl die eigentliche Modellierung eines zellulären Netzwerkes häufig relativ einfach mit einer Reihe gekoppelter gewöhnlicher Differenzialgleichungen erfolgen kann, sind in der Regel umfassende Kenntnisse über einzelne Reaktionsparameter innerhalb des Netzwerkes erforderlich, die über langwierige biochemische Experimente erworben werden müssen. Deshalb ist es unrealistisch, solche Informationsmengen für jedes einzelne zelluläre Netzwerk zu erhalten. Dies bedeutet, dass eine detaillierte Modellierung nur für eine relativ kleine Gruppe ausgewählter Netzwerke durchgeführt werden kann. Wenn auch alternative Ansätze der Modellierung möglich sind,

die nur die Struktur der Netzwerke verwenden und kein Wissen über detaillierte Parameter erfordern, so ist die Präzision dieser Modelltypen und ihr Vermögen, die Netzwerkreaktion auf bestimmte Stimuli oder Störungen zuverlässig vorauszusagen, sehr begrenzt.

Angesichts dieser Schwierigkeiten ist nicht zu erwarten, dass in naher Zukunft Computersimulationen biologische Experimente in dem Maße ersetzen können, wie dies in der Physik häufig der Fall ist. Dennoch sind mathematische Modelle zu zellulären Prozessen aus zwei Gründen sehr sinnvoll: Erstens können sie zeigen, ob das beobachtete Verhalten eines Netzwerkes mit dem aktuellen Wissen über die Struktur dieses Netzwerkes prinzipiell erklärbar ist. Überraschenderweise ist dies meistens nicht der Fall, wodurch deutlich wird, dass wesentliche Komponenten der Netzwerkstruktur in den meisten Fällen noch unbekannt sind. Häufig können mathematische Modelle auch auf eine wahrscheinlich fehlende Verbindung hinweisen, wie beispielsweise ein negatives Feedback innerhalb eines Netzwerkes. Der zweite Aspekt mathematischer Modelle ist, dass sie zur Entdeckung allgemeiner Eigenschaften in zellulären Netzwerken ein unerlässliches Werkzeug darstellen.

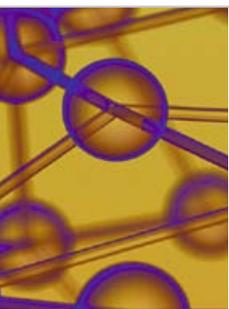
HÄUFIG KÖNNEN MATHEMATISCHE MODELLE AUCH AUF EINE WAHRSCHEINLICH FEHLLENDE VERBINDUNG HINWEISEN, WIE BEISPIELSGEWISSE EIN NEGATIVES FEEDBACK INNERHALB EINES NETZWERKES.

EIGENSCHAFTEN VON ZELLULÄREN NETZWERKEN

Gibt es angesichts der Individualität jedes einzelnen zellulären Netzwerkes eindeutige Hinweise auf die Existenz von Eigenschaften, die gleichermaßen in verschiedenen Netzwerken zu finden sind? Diese Frage ist noch nicht abschließend beantwortet, aber aus der Untersuchung unterschiedlicher Systeme haben sich mehrere Eigenschaften herauskristallisiert, die allgemeiner Natur sein könnten.

Eine solche Eigenschaft, die den meisten Netzwerken gemein zu sein scheint, ist die Robustheit. Die Bedeutung der Robustheit – der Unempfindlichkeit gegenüber Störungen – für zelluläre Netzwerke ist nicht überraschend, sind diese Netzwerke doch extensiven internen und externen

Störungen ausgesetzt. Interne Störungen sind vielen biochemischen Reaktionen innerhalb der Zelle innewohnend, weil die meisten Reaktionen nur unter Beteiligung einer relativ kleinen Kopienzahl von Komponenten erfolgen. Obwohl sich die Durchschnittswahrscheinlichkeit einer bestimmten Reaktion (z. B. Protein-Modifizierung) feststellen lässt, kann die Anzahl von Proteinen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt und in einer speziellen Region der Zelle tatsächlich kollidieren und miteinander reagieren, erheblich fluktuieren – typischerweise in der Größenordnung einer Quadratwurzel der Kopienzahlen der beteiligten Komponenten. Die resultierenden Fluktuationen im Output einer einzigen speziellen Reaktion können sich über die Netzwerke verbreiten und grundlegend das Netzwerkverhalten beeinträchtigen. In vielen Fällen können solche schnellen stochastischen Fluktuationen in der Netzwerkaktivität durch das geringere Tempo der nachgelagerten Output-Reaktionen „herausgefiltert“ werden. Das ist aber nicht immer der Fall. Insbesondere die Fluktuationen in der Aktivität der Gentranskription können eine beträchtliche Variabilität in den Kopienzahlen der Netzwerkproteine über die Zeit oder zwischen den Zellen einer Population untereinander erzeugen. Eine solche Variation, die als Genexpressionsrauschen bezeichnet wird, hat normalerweise direkte und lang anhaltende Effekte auf die Netzwerkleistung.



BIOLOGISCHE NETZWERKE UNTERSCHIEDEN SICH NICHT WESENTLICH VON KOMPLEXEN, VON MENSCHEN GESCHAFFENEN SYSTEMEN, WIE STROMNETZEN ODER TRANSPORTNETZWERKEN.

Neben einem solchen inhärenten stochastischen Rauschen wird die Netzwerkleistung grundsätzlich auch durch Änderungen im zellulären oder extrazellulären Umfeld beeinflusst. So variieren die Netzwerkkomponentenmengen nicht nur stochastisch, sondern auch deterministisch aufgrund von Änderungen in der Genregulation. Darüber hinaus wirken sich externe Faktoren wie Temperaturveränderungen auf das Tempo der meisten biochemischen Reaktionen aus, wobei sich die Aktivität eines „durchschnittlichen“ Enzyms bei zehn Grad Temperaturerhöhung verdoppelt. Das bedeutet, dass jedes zelluläre Netzwerk in einem Organismus ohne eine Körpertemperaturkontrolle durch einen täglichen oder saisonalen Temperaturzyklus stark beeinflusst wird.

Aus diesen Gründen ist es sehr wahrscheinlich, dass die Evolution Netzwerke nicht nur hinsichtlich der Durchführung ihrer speziellen Funktion selektiert hat (z. B. Signalübertragung), sondern auch bezüglich einer robusten Durchführung dieser Funktion, unabhängig von internen und externen Störungen. In dieser Hinsicht unterscheiden sich biologische Netzwerke nicht wesentlich von komplexen, von Menschen geschaffenen Systemen, wie Stromnetzen oder Transportnetzwerken, wo die Robustheit des Systems ein wesentlicher Bestandteil jeder technischen Konstruktion ist. Während die Grundsätze einer robusten Konstruktion technischer Systeme bekannt sind, bleiben die Mechanismen, die der Robustheit biologischer Netzwerke zugrunde liegen, noch aufzuklären.

Eine andere grundsätzliche Eigenschaft zellulärer Netzwerke ist ihre Modularität. Modularität bedeutet, dass Netzwerke, die bestimmte spezifische zelluläre Aufgaben durchführen (z. B. Teilung von Chromosomen während der Zellteilung), relativ isoliert sind und autonom voneinander fungieren. Netzwerkmodularität schafft im Wesentlichen eine Ebene an Funktionalität innerhalb der Zelle (Module), welche zwischen dem Proteinnetzwerk der Gesamtzelle und dem einzelner Proteine liegt. Auch hier finden sich Parallelen zur Technik: Die meisten komplexen Maschinen, etwa PKWs oder Flugzeuge, werden aus funktionellen Modulen zusammengebaut, die unabhängig vom Rest der Maschine optimiert, produziert, kontrolliert und ausgetauscht werden können. Die Vorteile eines modularen Designs biologischer Netzwerke sind wohl vergleichbar. Die Evolution optimiert die Funktionalität einzelner Module und verschaltet sie ohne große Auswirkungen auf den Rest des Netzwerkes neu oder tauscht sie aus. Modularität ermöglicht zudem die Feinabstimmung einzelner Funktionen und verbessert die Netzwerk-Robustheit, weil Störungen in einem Modul nicht automatisch auf den Rest des zellulären Netzwerkes übertragen werden.

VON DER SYSTEMBIOLOGIE ZUR SYNTHETISCHEN BIOLOGIE

Angesichts der Parallelen zwischen technischen Systemen und zellulären Netzwerken lag der natürliche nächste Schritt der Biotechnologie nahe, das rationale Design neuartiger zellulärer Netzwerke mit vorgegebenen Eigenschaften in Angriff zu nehmen. In einem gewissen Umfang erfolgen solche Arbeiten bereits seit Jahrzehnten in den Forschungsfeldern der Molekularbiologie, der Gentechnik und der Biotechnologie. Allerdings waren derartige Netzwerkmodifikationen typischerweise relativ einfach und betrafen lediglich den

Austausch oder die Einbringung eines oder sehr weniger Gene in einem Organismus. Die bisher erreichten Fortschritte in der Systembiologie versprechen die Biotechnologie zu revolutionieren, indem sie das Netzwerkdesign in Form der synthetischen Biologie auf ein qualitativ neues Niveau bringen. In ihrer Reinform, die zur Jahrhundertwende von ihren frühen Vertretern befürwortet wurde, sollte die synthetische Biologie eine echte technische Disziplin sein, in der das Netzwerkdesign unter Verwendung vollstandardisierter Teile mit Hilfe einer speziellen Software am Computer (*in silico*) erfolgt. Der Computer verifiziert dann die Funktionalität der konstruierten Netzwerke durch Verhaltenssimulationen – überwiegend vergleichbar mit den Vorgängen, die heute bei der Konstruktion eines Autos oder eines Flugzeuges zum Einsatz kommen. Bemerkenswerterweise hätte ein solches Design nicht notwendigerweise einen Bezug zu natürlich existierenden zellulären Netzwerken ähnlicher Funktion, sondern würde ein rein künstliches Netzwerk kreieren.

Schnell wurde jedoch deutlich, dass diese anfängliche Aussicht der synthetischen Biologie übermäßig optimistisch war. Ein solches rationales Design neuartiger Netzwerke muss eine ganze Reihe großer Herausforderungen überwinden. Es stellte sich heraus, dass die biologischen Bauteile extrem schwer zu standardisieren und von unerwünschten Einflüssen innerhalb der Zelle zu isolieren waren, die ihre Aktivitäten in unvorhergesehener Weise beeinträchtigten. Die *in silico* entwickelten Netzwerke waren deshalb in den meisten Fällen innerhalb der Zelle nicht funktional, weil die Proteinmengen oder -aktivitäten zu stark von den gewünschten Werten abwichen. Diese Probleme wurden mit einer zunehmend größeren Zahl von Netzwerkkomponenten immer offensichtlicher, da selbst kleinste Abweichungen vom gewünschten Verhalten innerhalb des Netzwerkes verstärkt wurden. Und selbst synthetische Netzwerke, die unter bestimmten Bedingungen funktionierten, wurden unter anderen Bedingungen funktionsunfähig, weil ihnen offensichtlich die benötigte Robustheit gegenüber Störungen fehlte. Folglich ist das rationale Design funktionaler synthetischer Netzwerke aktuell auf relativ einfache und kleine Systeme beschränkt, die nicht annähernd die Komplexität der meisten natürlichen zellulären Netzwerke aufweisen.

DIE REGELN ZELLULÄRER NETZWERKE

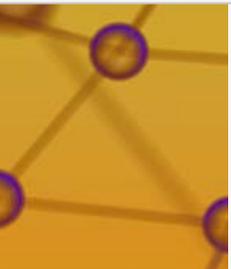
Diese offensichtliche Diskrepanz zwischen den natürlichen Netzwerken und unseren derzeitigen Möglichkeiten im künstlichen Netzwerkdesign zeigt uns, dass wir noch immer nicht verstehen, was ein funktionales Netzwerk ausmacht. Es ist zwar unstrittig, dass die Biologie nicht auf eigenen



ZELLULÄRE SYSTEME KANN MAN SICH ALS EINE ART SPRACHE VORSTELLEN – MIT EINZELNEN AMINOSÄUREN ALS BUCHSTABEN, PROTEINEN ALS WÖRTERN UND DER GESAMTEN ZELLE ALS TEXT.

– über die Gesetze der Physik hinausgehenden – Sondergesetzen beruht. Dennoch könnte es bestimmte Regeln geben, welche dem evolvierten Design zellulärer Netzwerke zugrunde liegen. Im Gegensatz zu den von Menschen hergestellten Maschinen, deren Konstruktionsregeln rational festgelegt werden, könnten die Regeln für das zelluläre Netzwerkdesign natürlicherweise als Produkt des evolutionären Selektionsprozesses entstehen. Der Prozess der natürlichen Netzwerk-Modifizierung ist zwar nicht gerichtet, sondern geschieht durch zufällige Modifikation bestehender Teile oder Zugabe neuer Teile und Module, aber die Evolution selektiert letztlich solche Netzwerke aus, die ihre Funktion unter physiologischen Beschränkungen, die die Netzwerkfunktion in der Zelle grundsätzlich beeinflussen, optimal erfüllen. So können beispielsweise Netzwerke danach ausgewählt werden, ob sie die Kriterien der Robustheit und der Modularität, wie oben erwähnt, erfüllen. Trotz der scheinbaren Zufälligkeit des Evolutionsprozesses kann die Auswahl dennoch zu bestimmten gemeinsamen Regeln darüber führen, wie ein evolutionär erfolgreiches Netzwerk strukturiert ist und funktioniert.

Um diese Thematik zu veranschaulichen kann man gewisse Parallelen zur menschlichen Sprache ziehen. Zelluläre Systeme kann man sich als eine Art Sprache vorstellen – mit einzelnen Aminosäuren als Buchstaben, Proteinen als Wörtern und der gesamten Zelle als Text. In dieser Struktur repräsentieren zelluläre Netzwerke oder Module, die bestimmte Funktionen ausführen, die Sätze. Die Sätze einer Sprache werden nach bestimmten Regeln konstruiert – wenn auch kein Naturgesetz zwingend dafür sorgt, dass sprachliche Sätze eine bestimmte grammatikalische Struktur annehmen. Dennoch können Grammatikregeln infolge unserer kognitiven Prozesse auf natürlichem Wege entstehen, wie es in dem Konzept der Universalgrammatik von Noam Chomsky vorgeschlagen wurde. In vergleichbarer Weise könnten infolge der Art des Evolutionsprozesses und genereller Einschränkungen der Netzwerkfunktionen universelle Regeln entstehen, die für die Organisation zellulärer Netzwerke gelten.



MIKROORGANISMEN SIND DIE EINZIGEN ORGANISMEN, DIE DIE ERDE WÄHREND DES GROSSTEILS IHRER GESCHICHTE BEVÖLKERT HABEN UND DIE DESHALB EVOLUTIONÄR WESENTLICH ÄLTER ALS TIERE UND PFLANZEN SIND.

Wie können diese Regeln verstanden werden? Ähnlich wie in der Sprachanalyse müsste auch hier der erste Schritt darin bestehen, eine ausreichende Anzahl von „Sätzen“ – Beispielen zellulärer Netzwerke – mit Hilfe einer Kombination aus experimentellen und rechnergestützten Methoden zu analysieren. Experimentell würde dies erfordern, die Struktur eines Netzwerks (d. h. Protein-Protein-Interaktionen und Protein-Reaktionen) abzubilden und zu erforschen, wie diese Interaktionen durch Stimulierung oder Störung des Netzwerkes, beispielsweise durch Änderungen in der Menge oder in den Aktivitäten einzelner Proteine, beeinträchtigt werden. Mit Hilfe einer computergestützten Analyse müsste man dann aus der Struktur und Funktion einzelner Netzwerke – trotz ihrer Verschiedenheit – allgemeine Regeln extrahieren. Solche Analysen können dazu beitragen aufzuklären, was für die Robustheit oder Modularität von Netzwerken verantwortlich ist. Die computergestützte Analyse kann zudem dazu benutzt werden, den gesamten Raum möglicher Netzwerke zu erforschen, die eine spezielle Funktion erfüllen können - durch eine zufällige Neuerschaltung eines Satzes von Proteinen und nachfolgende *in silico*-Überprüfung ihrer Funktionen in einem Prozess, der der natürlichen Evolution ähnelt. Netzwerke, die die gewünschte Funktionalität aufweisen, könnten weiter auf ihre Sekundäreigenschaften getestet werden, etwa Robustheit, und dann mit den natürlichen Netzwerken derselben Funktion verglichen werden. Idealerweise würden sich diese beiden Gruppen überlappen und bestätigen, dass wir verstehen, wie diese natürlichen Netzwerke durch die Evolution ausgewählt werden. Das sollte uns in die Lage versetzen, weitere grundsätzliche Prinzipien evolutionärer Netzwerkdesigns zu entdecken – was nicht nur für die synthetische Biologie, sondern auch für die Technik nützlich wäre.

MIKROORGANISMEN ALS MODELLSYSTEME

Die Aufklärung der gemeinsamen Prinzipien hinter natürlichen intrazellulären Netzwerken und der Regeln ihrer evolutionären Entwicklung würde einen riesigen Fortschritt für die Erforschung aller zellulären Organismen bedeuten. In dieser Hinsicht sind Mikroorganismen besonders attraktive Modelle für die System- und die synthetische Biologie. Insbesondere sind ihre zellulären Netzwerke – speziell in Bakterien – bedeutend einfacher als die in Tier- oder Pflanzenzellen. In Kombination mit dem Vorteil einer wesentlich einfacheren genetischen Manipulation in mikrobiellen Modellen hat dies zur Folge, dass die Funktion dieser Netzwerke tatsächlich in sehr hoher Detailgenauigkeit analysiert werden kann, und zwar sowohl experimentell als auch computergestützt. Darüber hinaus sind die Funktionen von Netzwerken in Mikroorganismen typischerweise einfacher zu definieren, wobei die meisten von ihnen direkt an der Wahrnehmung der Zellumgebung oder des Zustandes innerhalb der Zelle beteiligt sind. Letztlich sind Mikroorganismen die einzigen Organismen, die die Erde während des Großteils ihrer Geschichte bevölkert haben und die deshalb evolutionär wesentlich älter als Tiere und Pflanzen sind. Die evolutionäre Optimierung mikrobieller Netzwerke hat also vermutlich bereits zu einer bestmöglichen Lösung geführt. Diese definierten Funktionen und die angenommene Optimalität erleichtern theoretische Analysen der Netzwerke, da wir wissen (oder zumindest annehmen können), welche Eigenschaften und Funktionen des Netzwerkes evolutionär ausgewählt wurden und wie die Evolution diese Fragen gelöst hat.

AUSSICHT

Die Forschungsfelder der Netzwerkanalyse und des Netzwerkdesigns, die Systembiologie und die synthetische Biologie entwickeln sich zur Reife. Ihre Geburtsstunde zur Jahrhundertwende wurde von großem Enthusiasmus, aber auch von Skepsis begleitet. Die frühzeitigen Versprechen, die Systembiologie könne innerhalb eines Jahrzehnts einen Großteil der routinemäßigen Experimente ersetzen, wirken rückblickend etwas naiv. Fortschritte im Verständnis zellulärer Netzwerke stammen größtenteils noch immer aus molekularbiologischen oder biochemischen Untersuchungen, welche in kleinerem Maßstab und detailfokussiert durchgeführt werden. Dennoch hat die Systembiologie die biologi-

sche Forschung transformiert, indem sie den Schwerpunkt von den Molekülen auf die Netzwerke verlagert hat und die Bedeutung der quantitativen Analyse betont. Und obwohl die aktuellen Errungenschaften der synthetischen Biologie im Vergleich zu den anfänglich definierten Zielen relativ bescheiden sind, wird die Untersuchung zellulärer Netzwerke aus der Ingenieurs-Perspektive einen langanhaltenden transformierenden Effekt auf die Biologie haben. Diese Änderungen mögen derzeit noch nicht offensichtlich sein. Sie werden aber dazu beitragen, die Zellbiologie auf eine solidere theoretische Grundlage zu stellen und eine Reihe von empirischen Regeln zu generieren, die für das Verständnis und die Entwicklung zellulärer Netzwerke verwendet werden können.

INFORMATIONSEITE ZUR SYNTHETISCHEN BIOLOGIE

Gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung hat die Max-Planck-Gesellschaft mit Beginn des Jahres 2015 ein Forschungsprogramm zur synthetischen Biologie aufgelegt: MaxSynBio.

Begleitend zu diesem Forschungsprogramm wurde das Informationsportal www.synthetische-biologie.mpg.de gestartet.

Dieses bietet umfassende Informationen zu Grundlagen und Anwendungen, aber auch den ethischen und rechtlichen Aspekten dieses Forschungsfeldes.

VICTOR SOURJIK

MAX PLANCK INSTITUTE FOR TERRESTRIAL MICROBIOLOGY, MARBURG

Rules for Cooperation in the Cell

Proteins in the cell never act alone. Even the simplest cellular functions, such as transport of a molecule across the cellular membrane or defining the site of future cell division, are normally executed by groups of interacting proteins. These groups are best represented as protein networks, where nodes correspond to individual proteins and edges represent their interactions. The more complex the task, the larger and more complex is the underlying network, and ultimately all functional networks can be connected into a cell-wide network. The next big challenges for biology is to understand the rules by which these functional networks operate in the context of a living cell and to use these rules to rationally engineer the functions of networks.

FROM MOLECULAR BIOLOGY TO SYSTEMS BIOLOGY

Although a network-centred view of cell biology has become increasingly accepted in recent years, it represents a dramatic paradigm shift that still remains to be fully appreciated. Over much of their existence, molecular biology and biochemistry have primarily focused on the analysis of individual genes or proteins, following an approach that aimed at decomposing cellular processes into elementary functions that can be ascribed to a single gene/protein. This reductionist attitude was immensely powerful and influential in the early stages of molecular biology, enabling demystification of living matter and putting all modern biology on a solid molecular and mechanistic foundation. However, with

Another reason for the shift in focus was the increasing awareness of the extent of interconnections between proteins in a cell, which started to emerge from molecular studies of cellular processes. In particular, high-throughput techniques ("omics"), which enable highly parallelized experimental analysis of hundreds or thousands of interactions between different proteins, have produced highly complex interaction networks, frequently connecting proteins of very different functions. Interpreting the significance of these networks beyond individual interactions presented a formidable challenge, requiring approaches that were different from those provided by conventional molecular biology. All of these developments led to the emergence of systems biology – which could also be called network biology – as an independent branch of modern biological research.

MATHEMATICAL MODELLING IN SYSTEMS BIOLOGY

As any new discipline, systems biology has not yet been strictly defined. In the simplest definition, any analysis that takes into account all (or at least multiple) genes or proteins that play a role in a particular cellular process can be viewed as systems biology. In this sense, systems biology has already become well embedded in current biological research, which increasingly relies on novel "omics" tools. These techniques, however, can only sketch out maps of cellular networks providing limited insights into their function. For example, propagation of a signal through a network that links receptors on a surface of the cell (input) to gene regulation or cell behaviour (output) frequently proceeds in multiple steps and via several branches. Additionally, such signal transduction can be modulated by multiple positive and negative feedback loops. Although one may be able to intuitively guess the significance of some of these regulatory connections, predicting how such a network will behave upon stimulation by simply looking at it is not possible.

Solving these questions will require mathematical modelling and computational simulations of biological networks. While the mathematical description of natural processes is a fundamental part of physics, the application of mathematical modelling in biology remains limited and sometimes controversial. A major problem here is the apparent uniqueness of each and every biological network, so that the knowledge coming from one network cannot be easily transferred to another network. This is in stark contrast to physics, where systems of the same type can be described using the same mathematical model. Moreover, although in many cases modelling of a cellular network can be easily done using a set of coupled ordinary differential equations, it normally requires a large body



THE MORE COMPLEX THE TASK, THE LARGER AND MORE COMPLEX IS THE UNDERLYING NETWORK, AND ULTIMATELY ALL FUNCTIONAL NETWORKS CAN BE CONNECTED INTO A CELL-WIDE NETWORK.

the growing knowledge of cellular systems, it became more and more apparent that this view could not adequately describe the complexity of cellular mechanisms. Indeed, many cellular functions simply cannot be reduced to functions of individual proteins but only emerge from the interplay between multiple components, i.e. the whole system is more than the sum of its individual parts. As a consequence, the focus of biological research started to gradually shift from individual proteins to groups or complexes of proteins taken as functional units.

of knowledge about individual reaction parameters within the network that must be obtained through tedious biochemical experiments. Thus it is simply unrealistic to obtain such an amount of information for each and every cellular network, meaning that the detailed modelling can be only performed for a relatively small set of selected networks. Although alternative approaches to modelling exist, which only use the structure of the networks and do not require knowledge of detailed parameters, the precision of these types of models and their capability to reliably predict the network response to particular stimuli or perturbations is limited.

Given these difficulties, one cannot expect that in the near future computational simulations replace biological experiments in the same way that they do in physics. Nevertheless, mathematical models are very useful for two purposes: First, they provide a clear test as to whether the observed network behaviours can in principle be explained by the current knowledge of the network structure. Surprisingly, in most cases this is not the case, meaning that we still lack essential components of the network structure. Frequently, mathematical models can also point to a likely missing connection, such as a negative feedback within a network. Second, the mathematical models are essential to elucidate general properties of cellular networks.

PROPERTIES OF CELLULAR NETWORKS

Given the apparent individuality of each and every cellular network, are there clear reasons to expect the existence of properties that most networks share? Although the question is still open, several such general features have become apparent from studies of different systems.

One such property, which seems to be common to most networks, is robustness. The importance of robustness – insensitivity to perturbations – for cellular networks is not surprising, given that these networks are exposed to extensive internal and external perturbations. Internal perturbations are inherent to biochemical reactions within the cell because most reactions involve only a relatively small copy number of components. Although the average probability of a given reaction (e.g., protein modification) to occur may be fixed, the number of proteins that actually collide and react with each other at a given time point and in a particular region of the cell may fluctuate substantially, with the noise typically scaling as the square root of the copy numbers of the involved components. The resulting fluctuations in the output of one particular reaction can propagate through the networks and generally affect the network behaviour.

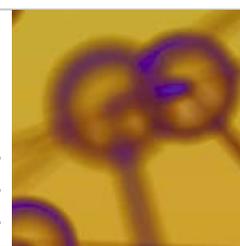
Although in many cases such rapid stochastic fluctuations in the network activity can be “filtered out” by the slower rate of the downstream output reactions, this is not always the case. Particularly the fluctuations in the activity of gene transcription can produce sizable variability in the copy numbers of the network proteins over time or across the cells in a population. Such variation (referred to as gene expression noise) normally has direct and long-lasting effects on the network performance.

In addition to such inherent stochastic noise, network performance is generally affected by changes of the cellular or extracellular environment. For example, the levels of the network components vary not only stochastically but also deterministically due to changes in gene regulation. Moreover, such external factors as changes in temperature affect rates of most biochemical reactions, with activity of an “average” enzyme doubling for each ten degrees of a temperature change. This means that every cellular network in an organism without a body temperature control will be severely perturbed by a daily or a seasonal temperature cycle.

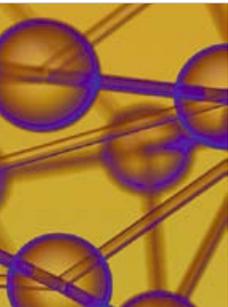
FREQUENTLY, MATHEMATICAL MODELS CAN ALSO POINT TO A LIKELY MISSING CONNECTION, SUCH AS A NEGATIVE FEEDBACK WITHIN A NETWORK.

As a consequence, it is highly likely that evolution has selected networks not only for performing their specific function (e.g., transducing a signal), but also for performing this function robustly, irrespective of internal and external perturbations. In this respect, biological networks are not fundamentally different from complex man-made systems, such as electrical grids or transportation networks, where the system’s robustness is an essential part of its engineering design. However, whereas the principles of robust design of engineered systems have been established, the mechanisms that underlie robustness of biological networks remain to be understood.

Another fundamental property of cellular networks is their modularity. Modularity essentially means that cellular networks that execute specific cellular tasks (e.g., partitioning of chromosomes during cell division) are relatively insulated and function autonomously from each other. Network



modularity essentially creates a level of functionality within the cell (modules) that is intermediate between the whole-cell protein network and individual proteins. This again finds clear parallels in engineering, where most complex machines, such as cars or airplanes, are built from functional modules that can be optimized, produced, controlled and exchanged independently from the rest of the machine. The advantage of modular design of biological networks is arguably the same, with evolution optimizing the functionality of individual modules, rewiring and also exchanging them without much effect on the rest of the network. The modularity further facilitates tuning of individual functions and enhances network robustness, because perturbations in one module do not propagate to the rest of the cellular network.



BIOLOGICAL NETWORKS ARE NOT FUNDAMENTALLY DIFFERENT FROM COMPLEX MAN-MADE SYSTEMS, SUCH AS ELECTRICAL GRIDS OR TRANSPORTATION NETWORKS.

FROM SYSTEMS TO SYNTHETIC BIOLOGY

Given the parallels between the engineered systems and cellular networks, the natural step in bioengineering was to attempt rational design of novel cellular networks with predetermined properties. At a certain level, such work has been already going on for decades in the fields of molecular biology, genetic engineering and biotechnology. However, such network modifications were typically fairly simple, with just one or a few genes being replaced or inserted within an organism. The advances in systems biology thus far promise to revolutionize biotechnology, advancing network design to a qualitatively new level in the form of synthetic biology. In its pure form, which was promoted by its early proponents at the turn of this century, synthetic biology would be a truly engineering discipline, where the network design from fully standardized parts would be done by computer (*in silico*) using a specialized software. The computer would further verify the functionality of the designed networks by simulating their behaviour – in much the same way as a car or an airplane is designed nowadays. Importantly, such design would not necessarily have anything to do with the naturally existing cellular networks of a related function, but would create a fully artificial network.

It rapidly became clear that this initial promise of synthetic biology was overly optimistic. Such rational design of novel networks needs to overcome a number of formidable challenges. The biological parts proved to be extremely difficult to standardize and to insulate from the undesirable influences within the cell, which affected their activities in unpredictable ways. As a result, the networks that were designed *in silico* were in most cases non-functional within the cell, because the protein levels or activities deviated too strongly from desired values. These problems became increasingly apparent with a larger number of network components, since even modest deviations from the desired behavior became amplified within the network. Moreover, even those synthetic networks that did function under specific conditions became non-functional under different conditions, obviously lacking robustness to perturbations. As a consequence, current rational design of functional synthetic networks is limited to relatively small and simple circuits, not even approaching the complexity of most natural cellular networks.

RULES OF CELLULAR NETWORKS

This obvious discrepancy between the natural networks and our current achievements in artificial network design emphasizes that we still do not understand what constitutes a functional network. While it is clear that biology does not have its own special laws – beyond the laws of physics – there might well be certain rules behind the evolved design of cellular networks. Different from the man-made machinery, where the design rules are established rationally, the rules for the cellular network design could emerge naturally as the product of the evolutionary selection process. Although the process of network modification is not directional and occurs by random modification of existing parts or addition of new parts and modules, evolution ultimately selects for those networks that optimally perform their function under physiological constraints that generally affect network function in the cell. For example, networks may be selected for meeting the criteria of robustness and modularity mentioned above. Despite the apparent randomness of the evolutionary process, such selection may nevertheless result in certain common rules of how an evolutionary successful network is structured and functions.

To illustrate this, one can draw certain parallels to human language. Indeed, cellular systems can be thought of as a kind of language, with individual amino acids as letters, proteins as words, and the entire cell as a text. In this scheme, cellular networks or modules executing particular functions will represent sentences. Sentences in a human language

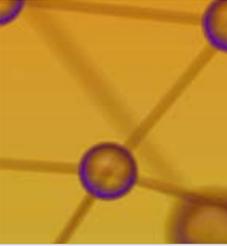
are constructed according to certain rules – although there is no natural law that enforces language sentences to have a particular grammatical structure. Nevertheless, grammatical rules may naturally emerge as a result of our cognitive processes, as has been proposed in Noam Chomsky’s concept of universal grammar. Similarly, universal rules that govern the organization of cellular networks might emerge as a result of the nature of the evolutionary process and of general constraints on the network functions.

How can these rules be understood? Again similar to language analysis, the first step must be to analyse a sufficient number of “sentences” – examples of cellular networks – using a combination of experimental and computational methods. Experimentally, it would require mapping the structure of a network (i.e., protein-protein interactions and protein reactions) and exploring how these interactions are affected by the stimulation or perturbation of the network, such as changes in the levels or activities of individual proteins. Computational analysis is then necessary to extract general rules from the structure and function of individual networks, despite their dissimilarity. Such analyses can help to understand what it is that ensures the robustness or modularity of a network. Secondly, the computational analysis can also be used to explore the whole space of possible networks that may perform a particular function – by randomly rewiring a set of proteins and subsequently testing their functions *in silico*, in a process that resembles natural evolution. Those networks that happen to show proper functionality can be further tested for their secondary properties, such as robustness, and subsequently compared to the natural networks with the same function. Ideally, these two sets would overlap, demonstrating that we understand how these natural networks are selected by evolution. This should enable us to uncover further general principles of the evolutionary network designs – which might be useful not only for synthetic biology but also for engineering.

MICROORGANISMS AS MODEL SYSTEMS

Learning the common principles behind natural networks and the rules of their evolutionary design will mean a huge advance for studies of any cellular organism. To this end, microorganisms are particularly attractive models for systems and synthetic biology. First and foremost, their cellular networks – particularly those in bacteria – are significantly simpler than those in animal or plant cells. Along with the advantage of much easier genetic manipulation in microbial models, this means that the operation of these networks can indeed be analysed at very high detail both experimentally

and computationally. Moreover, the functions of the networks are typically more easily defined in microorganisms, with most of them being directly involved in sensing either the extracellular environment or the intracellular cell state. Finally, microorganisms have been the only organisms that have populated the Earth for most of its history and are thus evolutionarily much older than animals or plants. This means that the evolutionary optimization of microbial networks has proceeded for much longer and has presumably converged to a (locally) best possible solution. Such defined functions and presumed optimality facilitate theoretical analysis of these networks, since we know (or at least can guess) what properties and functions of the network were evolutionarily selected and how evolution has solved these questions.



MICROORGANISMS HAVE BEEN THE ONLY ORGANISMS THAT HAVE POPULATED THE EARTH FOR MOST OF ITS HISTORY AND ARE THUS EVOLUTIONARILY MUCH OLDER THAN ANIMALS OR PLANTS.

OUTLOOK

The fields of network analysis and design, systems and synthetic biology, are becoming mature. Their birth around the turn of this century was met with much enthusiasm but also with scepticism. The early promises of systems biology replacing much of the routine biological experimentation within a decade in hindsight look indeed rather naïve. The progress in understanding cellular networks still largely comes from small-scale molecular biology and biochemistry experiments that focus on details of specific processes. Nevertheless, systems biology has transformed biological research, by shifting its focus from molecules to networks and by emphasizing the importance of quantitative analysis. Similarly, although the current achievements of synthetic biology are relatively modest in comparison to the initially defined goals, thinking about cellular networks from the engineering perspective will have a long-lasting transformative effect on biology. These changes may not be apparent at present, but they will help to put cell biology on more solid theoretical footing, creating a set of empirical rules that can be used to understand and design cellular networks.

03

Kapitel | Chapter

Kooperationsprogramme Cooperation Programs

Seite **48**
Partnergruppen

Page **48**
Partner Groups

Seite **52**
Max Planck Center
und Partnerinstitute

Page **52**
Max Planck Centers
and Partner Institutes

Seite **55**
Max Planck Fellows

Page **55**
Max Planck Fellows

Seite **56**
Kooperationen mit der
Fraunhofer-Gesellschaft

Page **56**
Cooperation with
Fraunhofer-Gesellschaft

Seite **58**
Tandemprojekte

Page **58**
Tandem Projects

Seite **59**
Max-Planck-Netzwerke
und Institutsübergreifende
Forschungsinitiativen

Page **59**
Max Planck Research Networks
and Cross-Institutional
Research Initiatives and

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 2014

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 2014

INSTITUT | INSTITUTE

PARTNERGRUPPE | PARTNERGROUP

ARGENTINIEN | ARGENTINA

MPI für biophysikalische Chemie

Prof. Dr. Stefan Hell

Universidad de Buenos Aires

Dr. Fernando Stefani

MPI für Entwicklungsbiologie

Prof. Dr. Detlef Weigel

CONICET

Instituto de Agrobiotecnología del Litoral, Santa Fe

Dr. Pablo A. Manavella

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

Universidade Federal de Viçosa

Dr. Adriano Nunes-Nesi

MPI für molekulare Pflanzenphysiologie

Prof. Dr. Lothar Willmitzer

Universidade Federal de Viçosa

Dr. Araújo L. Wagner

MPI für molekulare Pflanzenphysiologie

Prof. Dr. Lothar Willmitzer

Brazilian Center for Research in Energy and Materials, Campinas

Dr. Camila Caldana

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 biologische Kybernetik Prof. Dr. Nikos Logothetis	Dalian Institute of Chemical Physics, CAS Dr. Zhang Xiaozhe
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. Klaus Müllen	Jiao Tong University, Shanghai Prof. Dongqing Wu
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. Madhusudan Reddy Nandineni

MPI für Biochemie

Prof. Dr. Franz-Ulrich Hartl

Centre for Cellular and Molecular Biology, Hyderabad

Dr. Swasti Raychaudhuri

MPI für Biochemie

Prof. Dr. Stefan Jentsch

Indian Institute of Science Education & Research, Chandigarh

Dr. Shравan 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 & Research, Trivandrum

Dr. S. Shankaranarayanan

MPI für Gravitationsphysik

Prof. Dr. Bernard Schutz

Indian Institute of Science Education & Research, Trivandrum

Dr. Archana Pai

MPI für Kohlenforschung

Prof. Dr. Benjamin List

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

Prof. Subhas Chandra Pan

MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung

Prof. Dr. Peter Seeberger

Indian Institute of Science Education & Research, Pune

Dr. Raghavendra Kikkeri

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 Polymerforschung

Prof. Dr. Klaus Müllen

University of Hyderabad, School of Chemistry, Hyderabad

Dr. Rajadurai Chandrasekar

MPI für Polymerforschung

Prof. Dr. Klaus Müllen

Indian Institute of Technology, Guwahati

Dr. K. Parameswar Iyer

MPI für Polymerforschung

Prof. Dr. Katharina Landfester

Indian Institute of Technology, Kharagpur

Dr. Amreesh Chandra

MPI für Sonnensystemforschung

Prof. Dr. Sami K. Solanki

Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics, Pune

Dr. Durgesh Tripathi

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

MPI für molekulare Biomedizin

Prof. Dr. Hans Schöler

Konkuk University, Seoul

Prof. Dong Wook Han

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

Dept. of Chemistry, Moscow State University

Dr. Anastasia Alekseeva

SPANIEN | SPAIN**MPI für molekulare Physiologie**

Prof. Dr. Herbert Waldmann

Institute of Advanced Chemistry of Catalonia, Barcelona

Dr. Gemma Triola

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, Ankara

Prof. Dr. Hatice Duran

UNGARN | HUNGARY**MPI für Quantenoptik**

Prof. Dr. Ferenc Krausz

Wigner Research Centre for Physics, Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Dr. Péter Dombi

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 (Ende 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)
- **Max Planck UCL Center for Computational Psychiatry**, MPI für Bildungsforschung gemeinsam mit dem University College London (London, Großbritannien)

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 die 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 (December 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
- **Max Planck UCL Center for Computational Psychiatry**, MPI for Human Development, together with the University College London (London, United Kingdom)

More Centers are being planned.

PARTNERINSTITUTES 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 sind 41 Fellows an den Max-Planck-Instituten aktiv. Stand: Ende 2014

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. 41 Fellows in total are active at the Max Planck Institutes. As of December 2014

Im Jahr 2014 wurden als Fellows neu berufen:

The following Fellows were newly appointed in 2014:

MAX PLANCK FELLOW MAX PLANCK FELLOW	UNIVERSITÄT UNIVERSITY	MAX-PLANCK-INSTITUT MAX PLANCK INSTITUTE
Amparo Acker-Palmer	Goethe-Universität, Frankfurt/Main Goethe University, Frankfurt	Hirnforschung Brain Research
Claudia Draxl	Humboldt-Universität Berlin Humboldt University Berlin	Fritz-Haber-Institut der MPG Fritz Haber Institute
Benedikt Grothe	LMU München LMU Munich	Neurobiologie Neurobiology
Eva Holtgrewe-Stukenbrock	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel University of Kiel	Evolutionsbiologie Evolutionary Biology
Reinhard Kienberger	TU München TU Munich	Quantenoptik Quantum Optics
Joseph Mohr	LMU München LMU Munich	Extraterrestrische Physik Extraterrestrial Physics
Knut Reinert	FU Berlin FU Berlin	Molekulare Genetik Molecular Genetics
Alexei Smirnov	ICTP Triest ICTP Trieste	Kernphysik Nuclear Physics

Kooperationen mit der Fraunhofer-Gesellschaft Cooperation with Fraunhofer-Gesellschaft

Die Vernetzung zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) und der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) im Rahmen gemeinsamer Projekte ist ein sichtbares und produktives Ergebnis des „Pakts für Forschung und Innovation“. Das Programm wurde 2005 mit dem Ziel eingeführt, systematisch gemeinsame Projekte der Spitzenforschung aufzusetzen. Seitdem sind insgesamt 32 Projekte aus den verschiedensten Bereichen bewilligt worden. Durch diese Kooperationen sollen die in der erkenntnisorientierten Grundlagenforschung gewonnenen Erkenntnisse zur kreativen Anwendung führen und damit einen direkten Beitrag zur Entwicklung neuer Technologien leisten. Maßgebend für eine Förderung sind die Qualität, der Neuheitscharakter und das Anwendungspotenzial der Vorhaben. Eine wesentliche Voraussetzung der Zusammenarbeit ist, dass die Institute beider Partnerorganisationen Teilbeiträge mit vergleichbarem wissenschaftlichen Anspruch und Nutzen einbringen. Weitere auch externe Partner, z.B. Universitäten, können involviert werden. Im Jahr 2014 haben drei neue Projekte, die 2013 bewilligt worden sind, ihre Arbeit aufgenommen.

The close link between the Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) and the Max Planck Society (MPG) within the framework of joint projects is a clearly evident and productive result of the "Joint Initiative for Research and Innovation". The programme was launched in 2005 with the aim of systematically setting up joint, cutting-edge research projects. A total of 32 projects in a wide range of fields have since been approved. This cooperation is aimed at the creative application of the findings obtained through knowledge-oriented basic research to make a direct contribution to the development of new technologies. The key criteria for funding approval are the quality, innovative character and application potential of the projects. A fundamental requirement for cooperation is that the institutes of both partner organizations contribute partial funding and offer comparable scientific standards and benefit. Additional external partners, such as universities, may also be involved. Three new projects, which were approved in 2013, commenced their activities in 2014.

Auf Basis der Begutachtungssitzung im Oktober 2014 empfahl die Gutachterkommission vier neue Anträge für MPG-FhG-Kooperationen zur Förderung, die vom Präsidenten der MPG und dem Vorstand der FhG bewilligt wurden. Sie werden in 2015 starten.

On the basis of the evaluation meeting held in October 2014, the expert committee recommended funding for four new applications for MPG-FhG cooperation projects which were approved by the President of the MPG and the Executive Board of the FhG. They will begin in 2015.

PROJEKTTITEL | ANTRAGSTELLER

PROJECT TITLE | APPLICANT

Application of Insect-associated Microbes in industrial Biotechnology: AIM-BIOTECH

Laufzeit: 2015 – 2018

Antragsteller:

MPI für chemische Ökologie, Jena

FhG-Partner:

FhI für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie (IME), Aachen

Application of insect-associated microbes in industrial biotechnology: AIM-BIOTECH

Duration: 2015 – 2018

Applicant:

MPI for Chemical Ecology, Jena

FhG partner:

FhI for Molecular Biology and Applied Ecology (IME), Aachen

Interdisziplinäre natur- und geisteswissenschaftliche Untersuchung der über 250-jährigen Restaurierungs- und Musealisierungsgeschichte Pompejis mit dem Ziel der Entwicklung innovativer, dauerhafter Restaurierungsmaterialien und Verfahren: POMPEJI

Laufzeit: 2015 – 2018

Antragsteller:

Kunsthistorisches Institut in Florenz – Max-Planck-Institut

FhG-Partner:

FhI für Bauphysik (IBP), Holzkirchen

Interdisciplinary study involving human and natural sciences of the 250-year-old restoration and museumization history of Pompeii with the aim of developing innovative and durable restoration materials and procedures: POMPEII

Duration: 2015 – 2018

Applicant:

Kunsthistorisches Institut in Florenz – Max Planck Institute

FhG partner:

FhI for Building Physics (IBP), Holzkirchen

Perceptually-aware light field capture, processing and display: LIGHT FIELD

Laufzeit: 2015 – 2018

Antragsteller:

MPI für Informatik, Saarbrücken

FhG-Partner:

FhI für Integrierte Schaltungen (IIS), Erlangen

Perceptually-aware light field capture, processing and display: LIGHT FIELD

Duration: 2015 – 2018

Applicant:

MPI for Informatics, Saarbrücken

FhG partner:

FhI for Integrated Circuits (IIS), Erlangen

Advanced Alloy and Process Design for Laser Additive Manufacturing of Metals: AProLAM

Laufzeit: 2015 – 2018

Antragsteller:

MPI für Eisenforschung, Düsseldorf

FhG-Partner:

FhI für Lasertechnik (ILT), Aachen

Advanced alloy and process design for laser additive manufacturing of metals: AProLAM

Duration: 2015 – 2018

Applicant:

MPI für Eisenforschung, Düsseldorf

FhG partner:

FhI 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 2014 existierten insgesamt zwei Tandemprojekte, davon wurde ein Tandemprojekt verlängert:

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 two such tandem projects in 2014, one of which was extended:

TANDEMPROJEKTE DES JAHRES 2014

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

Laufzeit: 2011 – 2014

Antragsteller:

MPI für molekulare Physiologie (Dortmund)

Klinischer Partner:

Medizinische Klinik der Heinrich-Heine-Universität (Düsseldorf)

ONGOING PROJECTS IN THE YEAR 2014

**Molecular activities in liver regeneration:
bridging the scales between molecular dynamics and
collective cell behaviour**

Duration: 2011 – 2014

Applicant:

MPI for Molecular Physiology (Dortmund)

Clinical partner:

Medical Clinic of the Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Verlängerungsantrag im Jahr 2014:

**Rolle von Fibronectin für die Knochenfunktion
(Laufzeitverlängerung)**

Laufzeit: Januar 2015 – Juni 2015

Antragsteller:

MPI für Biochemie (Martinsried)

Klinischer Partner:

Universitätsklinikum Heidelberg

Application for extension in 2014:

**The role of fibronectins and their interactions with integrins
for bone function (Extension)**

Duration: January 2015 – June 2015

Applicant:

MPI of Biochemistry (Martinsried)

Clinical partner:

Heidelberg University Hospital

Aufgrund der seit 2011 geringen Nachfrage durch die Institute wird die Programmlinie „**Tandemprojekte der klinischen Forschung**“ ab 2015 eingestellt. Für neue Projekte ab 2015 wird den Instituten die Möglichkeit eingeräumt, diese in der Förderlinie **Einzelprojekte in Kooperation zwischen den Max-Planck-Instituten und klinischen Partnern** zu beantragen, die nach einer entsprechenden Evaluation bewilligt werden können.

Due to low demand from the Institutes' side, the programme “**Tandem Projects in Clinical Research**” will be discontinued from 2015. From 2015 onwards, the Institutes have the option of applying for support under the programme **Individual Cooperation Projects between Max Planck Institutes and Clinical Partners**, which can be approved following an appropriate evaluation procedure.

Max-Planck-Netzwerke und Institutsübergreifende Forschungsinitiativen

Max Planck Research Networks and Cross-Institutional Research Initiatives

Die **Max-Planck-Netzwerke**, welche nun auch die **Institutsübergreifenden Forschungsinitiativen** beinhalten, unterstützen in der Max-Planck-Gesellschaft die 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 bisherige Programm der Institutsübergreifenden Forschungsinitiativen nicht mehr in der bisherigen Form fortzusetzen. Stattdessen sollen mit Max-Planck-Netzwerken neue, risikobehaftete und insbesondere kostspielige Forschungsthemen an der Schnittstelle mehrerer Disziplinen gefördert werden. In einem Netzwerk werden in der Regel mehrere, zu einem übergeordneten Forschungsthema gehörende und eher mittel- bis langfristig angelegte Teilprojekte von verschiedenen Max-Planck-Instituten und ggf. externen Partnern bearbeitet. Laufende Institutsübergreifende Forschungsinitiativen bleiben von dieser Änderung unberührt.

Wegen der Einstellung dieser Förderlinie wurde im Jahr 2014 keine neue Institutsübergreifende Forschungsinitiative bewilligt. Der seit mehreren Jahren vorgemerkte Mittelbedarf für ein forschungsstrategisch bedeutsames und institutsübergreifendes Großprojekt der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion (CPTS) wurde nach seiner Freigabe im Jahr 2014 jedoch dieser Förderlinie zugeordnet.

The **Max Planck Research Networks**, which now also incorporate the **Cross-Institutional Research Initiatives** strengthen the interdisciplinary character of the fundamental research conducted at the Max Planck Society. 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 in its previous form. Instead, the Max Planck Research Networks intend to support new, risky and, in particular, cost-intensive research topics at the interfaces between multiple disciplines. In a Network, several medium- to long-term sub-projects relating to a larger research topic are usually treated by various Max Planck Institutes and - if applicable - external partners. Existing Cross-Institutional Research Initiatives remain unaffected by this change.

Due to the discontinuation of this support programme, no further Cross-Institutional Research Initiatives have been granted in 2014. However, funds that had been earmarked for several years for a cross-institutional large-scale project of the Chemical Physical Technical Section (CPTS), which is of strategic research significance, was appropriated to this support programme after having been approved in 2014.

INSTITUTSÜBERGREIFENDE FORSCHUNGSINITIATIVEN

Im Berichtsjahr 2014 wurde für eine Institutsübergreifende Forschungsinitiative die Mittelvormerkung freigegeben.

CPTS-Beamline bei PETRA III

Laufzeit: 2020 – 2024

Antragsteller:

MPI für Chemische Physik fester Stoffe (Dresden)

MPI für Festkörperforschung (Stuttgart)

CROSS-INSTITUTIONAL RESEARCH INITIATIVES

In the 2014 reporting year, funding for one Cross-Institutional Research Initiative was approved.

CPTS-Beamline at PETRA III

Duration: 2020 – 2024

Applicant:

MPI for Chemical Physics of Solids (Dresden)

MPI for Solid State Research (Stuttgart)

MAX-PLANCK-NETZWERKE

Im Jahr 2014 wurde kein Max-Planck-Netzwerk neu beantragt. Insgesamt sind derzeit vier Max-Planck-Netzwerke aktiv:

MAX PLANCK RESEARCH NETWORKS

In 2014, no new applications for Max Planck Research Networks were made. Currently, a total of four Max Planck Research Networks are active:

MaxNetAging / MaxNetAging Research School MNARS

Laufzeit: 2014 – 2017

Antragsteller:

MPI für demografische Forschung (Rostock)

MaxNetAging / MaxNetAging Research School MNARS

Duration: 2014 – 2017

Applicant:

MPI for Demographic Research (Rostock)

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)

MaxNet Energy on Materials and Processes for Novel Energy Systems

Duration: 2014 – 2018

Applicant:

MPI for Chemical Energy Conversion (Mülheim, Ruhr)

MPG Partner:

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 Partner:

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:

University Erlangen-Nürnberg

**Max-Planck-Netzwerk: Toward a History of Knowledge:
Generation, Legitimation, Globalization**

Laufzeit: 2013 – 2018

Antragsteller:

MPI für Wissenschaftsgeschichte (Berlin)

Universitäre Partner:

Freie Universität Berlin (Berlin)

Humboldt-Universität zu Berlin

Technische Universität Berlin (Berlin)

**Max Planck Research Network: Toward a History of Know-
ledge: Generation, Legitimation, Globalization**

Duration: 2013 – 2018

Applicant:

MPI for the History of Science (Berlin)

University partners:

Free University Berlin (Berlin)

Humboldt University, Berlin

Technical University Berlin (Berlin)

04

Kapitel | Chapter

Nachwuchsförderung Support of Junior Scientists

Seite **64**
Förderung im Rahmen des
Minerva-Programms

Page **64**
Funding from the
Minerva Program

Seite **67**
Max-Planck-Forschungsgruppen

Page **67**
Max Planck Research Groups

Seite **74**
International Max Planck
Research Schools und
Max Planck Graduate Center

Page **74**
International Max Planck
Research Schools and
Max Planck Graduate Center

Förderung im Rahmen des Minerva-Programms

Funding from the Minerva Program

In der Max-Planck-Gesellschaft gibt es bereits seit 1996 Sonderprogramme, die sich an besonders qualifizierte Wissenschaftlerinnen richten, die erste Führungserfahrung sammeln möchten: Im W2-Minerva-Programm der MPG stehen zur Förderung hervorragender Wissenschaftlerinnen zunächst auf fünf Jahre befristete W2-Stellen außerhalb des Stellenplans der Institute zur Verfügung. Die W2-Minerva-Positionen wurden als Karrieresprungbrett für leitende wissenschaftliche Tätigkeiten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen konzipiert. Ein „Career Tracking“ im Jahr 2014 bestätigte den Erfolg dieses Konzepts: von 83 Wissenschaftlerinnen, die bis Ende 2013 gefördert wurden, konnten 62 weiterführende Positionen, vielfach hochrangige Leitungspositionen, erlangen.

Um die Gewinnung von Frauen in Führungspositionen zu beschleunigen, ist das Minerva-Programm im Jahr 2014 weiterentwickelt worden. Hinsichtlich der Ausstattung sind die Minerva W2-Gruppen an das Niveau der international renommierten themenoffenen Max-Planck-Forschungsgruppen angeglichen und die Ausschreibungsverfahren mit diesen zusammengelegt worden. Damit sind nun auch Selbstbewerbungen für das Programm möglich. Weiterhin besteht für die Minerva-Kandidatinnen die Möglichkeit, für ihre jeweilige Gruppe über die Förderzeit von fünf Jahren hinaus Verlängerungen um maximal zweimal zwei Jahre zu beantragen.

Bei der Weiterentwicklung des Förderprogramms war für die Max-Planck-Gesellschaft insbesondere wichtig, die Transparenz der Karrierewege durch die internationale Ausschreibung zu erhöhen und das Signal zu stärken, dass Wissenschaftlerinnen in der Max-Planck-Gesellschaft willkommen sind. Darüber hinaus sollte die Planbarkeit der Karriere mit ggf. bis zu 9 Jahren Förderung verbessert und den Wissenschaftlerinnen mit einer hervorragenden Ausstattung ein Karrieresprungbrett für weitere Führungspositionen geboten werden.

Since 1996 already, targeted programmes have been established in the Max Planck Society for supporting particularly qualified female scientists in gathering initial management experience: The Max Planck Society's W2 Minerva Programme provides W2 positions for the support of excellent female scientists for an initial duration of 5 years outside the Institutes' plans of established positions. The W2 Minerva positions have been devised as a spring board into scientific managerial positions both in universities and non-university research institutions. In 2014, a career tracking survey confirmed the success of this concept: among 83 female scientists funded up until the end of 2013, 62 had achieved advanced positions, often high-ranking managerial positions.

The Minerva Programme was updated in 2014 with a view to attracting women to managerial positions at a faster pace. Regarding equipment, the Minerva Groups have been adjusted to the level of the internationally renowned open-topic Max Planck Research Groups, and the call for application procedures have been consolidated. Thus, applications at a candidate's own initiative for the Minerva Programme are now possible. Holders of a Minerva position now also have the possibility of applying for two consecutive extensions for their Group of a two-year duration each beyond the funding period of five years.

In the development of the programme, the Max Planck Society attached great importance to enhancing the transparency of career paths with the international call for applications and to strengthening the signal that female scientist are welcome in the Max Planck Society. In addition, career planning is to be facilitated by promoting female scientists for up to 9 years and providing them with everything they need as a stepping stone on their path towards further leadership positions.

**WISSENSCHAFTLERIN
SCIENTIST**

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

**FORSCHUNGSGEBIET
AREA OF RESEARCH**

BIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION | BIOLOGY & MEDICINE SECTION

Fulvia Bono	Entwicklungsbiologie Developmental Biology	Zytoplasmatische Regulation der Genexpression Cytoplasmic regulation of gene expression
Tatiana Domratcheva	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
Manajit Hayer-Hartl	Biochemie Biochemistry	Chaperon-gestützte Proteinfaltung Chaperonin-assisted protein-folding
Sylvia Krobtsch	Molekulare Genetik Molecular Genetics	Identifizierung von molekularen Mechanismen, die neurodegenerativen Erkrankungen zugrunde liegen Identification of molecular mechanisms responsible for neurodegenerative diseases
Miriam Liedvogel	Evolutionsbiologie Evolutionary Biology	Molekulare Grundlagen von Orientierungsmechanismen im Tierreich Molecular mechanisms of animal orientation
Betty Mohler Tesch	Biologische Kybernetik Biological Cybernetics	Raum- und Körperwahrnehmung Space and body perception
Janet Visagie (geb. Kelso)	Evolutionäre Anthropologie Evolutionary Anthropology	Bioinformatik Bioinformatics
Dagmar Wachten	Forschungszentrum CAESAR (assoziiert) Caesar Research Center (associated)	Signalwege bei der Entwicklung von Spermien Pathways in the development of sperm

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

Ellen Backus	Polymerforschung Polymer Research	Struktur und Dynamik von Wasser an Grenzflächen Structure and dynamics of water at surfaces
Eva Benckiser	Festkörperforschung Solid State Research	Spektroskopie von Festkörpern Solid state spectroscopy
Maria Bergemann	Astronomie Astronomy	Stellare Spektroskopie Stellar spectroscopy
Aránzazu del Campo Bécares	Polymerforschung Polymer Research	Aktive Oberflächen und Materialien Active surfaces and materials
Yafang Cheng	Chemie Chemistry	Aerosole und regionale Luftqualität Aerosol and regional air quality
Elena Hassinger	Chemische Physik fester Stoffe Chemical Physics of Solids	Magnetismus und Supraleitung in Quantenmaterialien Magnetism and superconductivity in quantum materials
Saskia Hekker	Sonnensystemforschung Solar System Research	Stellare Oszillationen Stellar oscillations
Natalie Krivova	Sonnensystemforschung Solar System Research	Solare Variabilität Solar variability
Elisa Manzini	Meteorologie Meteorology	Interaktionen zwischen Stratosphäre und Troposphäre Interactions between stratosphere and troposphere

**WISSENSCHAFTLERIN
SCIENTIST****MAX-PLANCK-INSTITUT
MAX PLANCK INSTITUTE****FORSCHUNGSGBIET
AREA OF RESEARCH**

Ann Mao	Radioastronomie Radioastronomy	Radioastronomische Fundamentalphysik Fundamental physics in radio astronomy
Swetlana Schauerermann	Fritz-Haber-Institut Fritz Haber Institute	Molekularstrahlen Molecular beam group
Vesna Stojanoska	Mathematik Mathematics	Theorie der Homotopie Homotopy theory
Ionela Vrejoiu	Festkörperforschung Solid State Research	Nanoskalige ferroelektrische und multiferroische Heterostrukturen Nanoscale ferroelectric and multiferroic heterostructures

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

Carolin Behrmann	Kunsthistorisches Institut in Florenz Kunsthistorisches Institut in Florenz	Nomos der Bilder. Manifestation und Ikonologie des Rechts The nomos of images – manifestation and iconology of law
Myriam C. Sander	Bildungsforschung Human Development	Entwicklung von Perzeptions- und Gedächtnisprozessen über die Lebensspanne Evolution of perception and memory of the life span
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
Susann Fiedler	Erforschung von Gemeinschaftsgütern Research on Collective Goods	Kognitive Prozesse bei ökonomischer Entscheidungsfindung Cognitive processes in economic decision making
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
Bettina Hitzer	Bildungsforschung Human Development	Krebs fühlen. Emotionshistorische Perspektiven auf die Krebskrankheit im 20. Jahrhundert Feeling cancer – perspectives of the history of emotions of cancer in 20. Century
Ariane Leendertz	Gesellschaftsforschung Study of Societies	Ökonomisierung des Sozialen und gesellschaftliche Komplexität Economization of the social and the complexity of societies
Elaine Leong	Wissenschaftsgeschichte History of Science	Medizingeschichte in der Frühen Neuzeit History of medicine in the early modern period
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
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: 01.01.2015

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: 01/01/2015

INSTITUT
INSTITUTELEITERIN / LEITER
HEADFORSCHUNGSTHEMA
RESEARCH TOPICBIOLOGISCH-MEDIZINISCHE SEKTION | **BIOLOGY & MEDICINE SECTION**

Biochemie Biochemistry	Christian Biertümpfel	Molekulare Mechanismen der DNA-Reparatur Molecular mechanisms of DNA repair
	Carsten Grashoff	Molekulare Mechanotransduktion Molecular mechanotransduction
	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
	Peter Tessarz	Chromatin und Altern Chromatin and aging
	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

INSTITUT INSTITUTE	LEITERIN / LEITER HEAD	FORSCHUNGSTHEMA RESEARCH TOPIC
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
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
	Patrick Müller	Systembiologie der Entwicklung Systems biology of development
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
Immunbiologie und Epigenetik Immunobiology and Epigenetics	Tim Lämmermann	Immunzell-Dynamik und -Kommunikation Dynamics and communication of immune cells
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

INSTITUT INSTITUTE	LEITERIN / LEITER HEAD	FORSCHUNGSTHEMA RESEARCH TOPIC
Terrestrische Mikrobiologie Terrestrial Microbiology	Sonja-Verena Albers	Molekulare Biologie von Archaeen Molecular biology of archaea
	Knut Drescher	Bakterielle Biofilme Bacterial biofilms
	Tobias Erb	Biochemie und synthetische Biologie des mikrobiellen Metabolismus Biochemistry and synthetic biology of microbial metabolism
	Lennart Randau	Biologie kleiner, prokaryotischer RNA Prokaryotic small RNA biology
Neurobiologie Neurobiology	Nadine Gogolla	Schaltkreise der Emotionen Circuits for emotion
	Ilona Kadow	Sensorische Neurogenetik Neurogenetics of sensoric perception
	Ruben Portugues	Sensomotorische Kontrolle Sensorimotor control
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	Arren Bar-Even	Systemischer und synthetischer Stoffwechsel Systems and synthetic metabolism
	Franziska Krajinski	Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Mikroben Plant-microbe interactions
	Roosa Laitinen	Molekulare Mechanismen der Anpassung bei Pflanzen Molecular mechanisms of adaptation in plants
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
	Nadine Neumayer	Galaxienzentren Galaxy nuclei
	Thomas Robitaille	Sternentstehung in der Milchstrasse Star formation throughout the milky-way galaxy
Biogeochemie Biogeochemistry	Christian Hallmann	Organische Paläobiogeochemie Organic paleobiogeochemistry

INSTITUT INSTITUTE	LEITERIN / LEITER HEAD	FORSCHUNGSTHEMA RESEARCH TOPIC
Dynamik und Selbstorganisation Dynamics and Self Organization	Eleni Katifori	Die Physik der biologischen Organisation Physics of biological organization
	Marc Timme	Netzwerk-Dynamik Network dynamics
Chemische Energiekonversion Chemical Energy Conversion	Jennifer Strunk	Nanobasierte heterogene Katalysatoren Nanobased heterogeneous catalysts
Festkörperforschung Solid State Research	Sebastian Loth	Dynamik nanoelektronischer Systeme Dynamics of nanoelectrical systems
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
Kohlenforschung Kohlenforschung	Bill Morandi	Homogene Katalyse und Reaktionsdesign Homogeneous catalysis and reaction design
Kolloid- und Grenzflächenforschung Colloids and Interfaces	Kerstin Blank	Mechano(bio)chemie Mechano(bio)chemistry
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	Emanuele Spadaro	Geometrische Maßtheorie und ihre Anwendungen Geometric measure theory and applications
Meteorologie Meteorology	Juan Pedro Mellado Gonzalez	Turbulente Mischungsprozesse im Erdsystem Turbulent mixing processes in the earth system
	Dirk Notz	Meereis im Erdsystem Sea ice in the earth system
Mikrostrukturphysik Microstructure Physics	Ingo Barth	Stromtragende Quantendynamik Current-carrying quantum dynamics
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	Frank Vollmer	Biofunktionale Photonik: Lichtfelder zum Studium biologischer Systeme Biofunctional photonics: inventing, constructing and using light fields to study biological systems
Polymerforschung Polymer Research	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
	Deepak Garg	Grundlagen der Computersicherheit Foundations of computer security
	Manuel Gomez Rodriguez	Maschinelles Lernen und Data Mining Machine learning and data mining
	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
	Sascha Schroeder	Schriftsprachenerwerb und Leseentwicklung Reading education and development
	Annie Wertz	Naturalistische soziale Kognition: Entwicklungs- und evolutionstheoretische Perspektive Naturalistic social cognition: developmental and evolutionary perspectives
Demografische Forschung Demographic Research	Anna Oksuzyan	Geschlechtsunterschiede bei demografischer Gesundheit und Überlebensrate Gender gaps in health and survival
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
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
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
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

INSTITUT INSTITUTE	LEITERIN / LEITER HEAD	FORSCHUNGSTHEMA RESEARCH TOPIC
Wissenschaftsgeschichte History of Science	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

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

MAX-PLANCK-FORSCHUNGSGRUPPEN SÜDAFRIKA | MAX PLANCK RESEARCH GROUPS SOUTH AFRICA

Alex Sigal	Kwazulu Natal Forschungsinstitut für Tuberkulose und HIV (K-RITH), Durban Kwazulu-Natal Research Institute for Tuberculosis and HIV (K-RITH), Durban	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

FORSCHUNGSGRUPPEN CHINA | RESEARCH GROUPS CHINA

WANG Sijia	CAS-MPG Partner Institute for Computational Biology, Shanghai (Max Planck-CAS Paul Gerson Unna Research Group)	Dermatogenomik Dermatogenomics
XU Shuhua		Populationsgenomik Population genomics
YAN Jun		Funktionelle Genomforschung Functional genomics
ZHU Xinguang		Systembiologie der Pflanzen Plant systems biology

JUNIOR RESEARCH GROUP, SÜDKOREA | JUNIOR RESEARCH GROUP, SOUTH KOREA

Alexandra Landsman	Pohang University of Science and Technology Max Planck-POSTECH Center for Attosecond Science, Pohang Pohang University of Science and Technology Max Planck-POSTECH Center for Attosecond Science, Pohang	Theorie der Attosekundspektroskopie Theory of attosecond science
--------------------	--	---

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 hervorragende strukturierte Promovierendenausbildung 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.

Seit Beginn des Programms und dem Start der ersten Research School im Jahr 2001 hat die Max-Planck-Gesellschaft 68 IMPRS aufgebaut. Einige wurden bereits beendet oder neu ausgerichtet. Im Berichtsjahr bereiteten sich mit ca. 3050 Doktorandinnen und Doktoranden knapp über die Hälfte der von der MPG geförderten Doktorandinnen und Doktoranden in einer IMPRS auf ihre Promotion vor.

Derzeit (Stand: Februar 2015) bestehen 60 International Max Planck Research Schools, von denen sich 3 jedoch erst in der Aufbauphase befinden. Mittlerweile sind 60 Max-Planck-Institute federführend, 23 partnerschaftlich an einer oder mehreren IMPRS beteiligt. 20 IMPRS wurden bereits über die Laufzeit von 12 Jahren hinaus bewilligt – ein Zeichen für die Qualität des Programms.

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.

Since the beginning of the programme and the launch of the first Research School in 2001, the Max Planck Society has set up 68 IMPRS. Some of the Research Schools have already been closed or changed their research priority. In the reporting year, approx. 3,050 doctoral students prepared their dissertations at an IMPRS – just over half of all the doctoral candidates supported by the MPS.

There are currently 60 International Max Planck Research Schools (as of February 2015), three of which, however, are still in their setting-up phase. 60 Max Planck institutes now play a leading role in one or more IMPRS and 23 are involved as partners. In an indication of the quality of the programme, 20 IMPRS have already been authorized to operate over a period in excess of 12 years.

MAX PLANCK GRADUATE CENTER MIT DER JOHANNES GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ

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 2014 wurden im MPGC 44 Promotionen abgeschlossen, 19 davon mit „Summa cum laude“. Derzeit promovieren dort 43 Doktorandinnen und Doktoranden, was einer Vollausslastung 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. Fortyfour doctorates had been completed at the MPGC by up to and including 2014, including 19 with highest honours. 43 students are currently undertaking doctorates there, fully utilizing the Graduate Center's capacity. (Further information on the Graduate Center see "Subsidiaries".)

05

Kapitel | Chapter

Technologietransfer

für die Max-Planck-Gesellschaft

Technology Transfer

for the Max Planck Society

Seite **78**

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

Page **78**

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 als Partner für Wissenschaftler ebenso wie für Unternehmen. So bietet sie zukunftsorientierten Unternehmen einen zentralen Zugang zu Know-how und schutzrechtlich gesicherten Erfindungen der 83 Institute und Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft. Dabei vermarktet Max-Planck-Innovation in erster Linie Erfindungen aus dem biologisch-medizinischen sowie dem chemisch-physikalisch-technischen Bereich. 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.

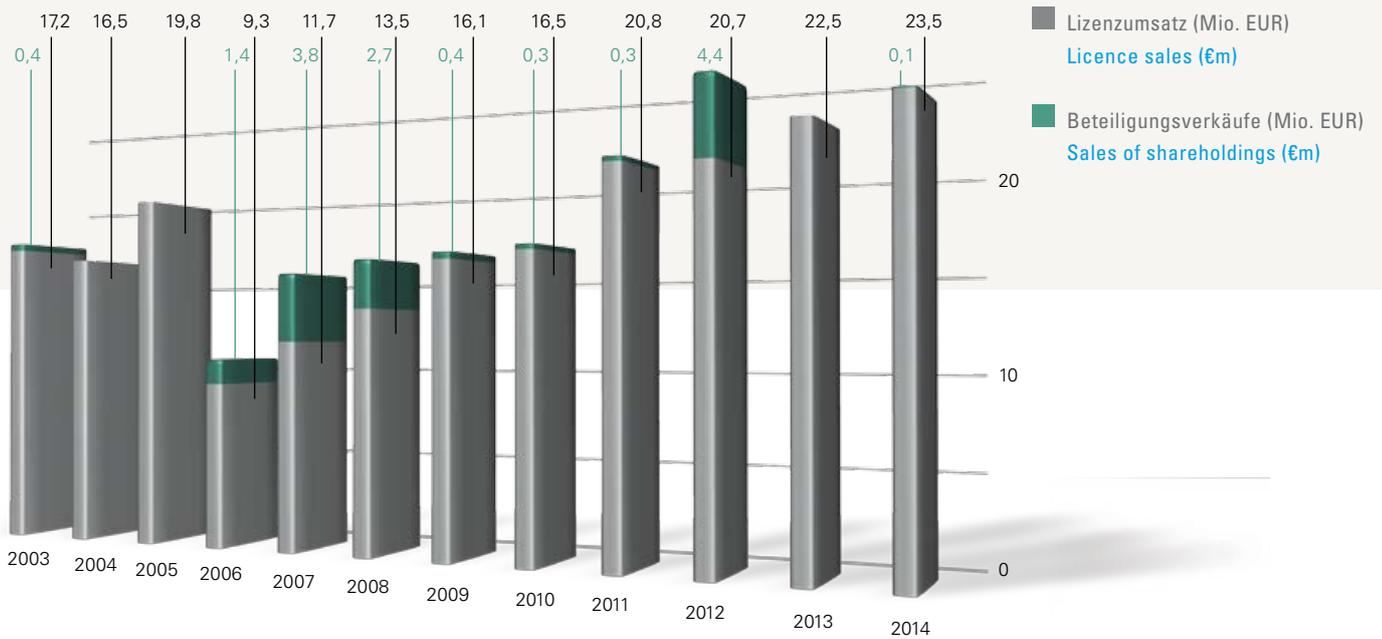
Damit erfüllt Max-Planck-Innovation eine wichtige Aufgabe: Sie fördert die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in wirtschaftlich nutzbare Produkte und schafft neue Arbeitsplätze am Wirtschaftsstandort Deutschland. Pro Jahr evaluiert Max-Planck-Innovation durchschnittlich 140 Erfindungen, von denen etwa die Hälfte zu einer Patentanmeldung führt. Seit 1979 wurden ca. 3.800 Erfindungen begleitet und rund 2.300 Verwertungsverträge abgeschlossen. Seit Anfang der 1990er-Jahre sind 114 Firmenausgründungen aus der Max-Planck-Gesellschaft hervorgegangen, von denen die weit überwiegende Mehrzahl von Max-Planck-Innovation aktiv betreut wurde. In diesen Ausgründungen wurden seitdem mehr als 2.650 Arbeitsplätze geschaffen.

Max Planck Innovation GmbH is responsible for the transfer of technology from the Institutes of the Max Planck Society (MPG). Under its maxim of “connecting science and business”, Max Planck Innovation sees itself as a partner for scientists as well as for businesses. It offers future-oriented companies a central access point to the expertise and patented innovations of the 83 Institutes and research facilities of the Max Planck Society. Max Planck Innovation primarily markets inventions in the fields of biology and medicine as well as in chemistry, physics and technology. As a partner for scientific staff at the Max Planck Institutes, Max Planck Innovation provides advice and support, both with evaluating intellectual property and filing patents, as well as setting up businesses based on technology developed at a Max Planck Institute.

Max Planck Innovation performs a vitally important task - it promotes the transformation of scientific knowledge into commercially viable products and creates new jobs in Germany as a business location.

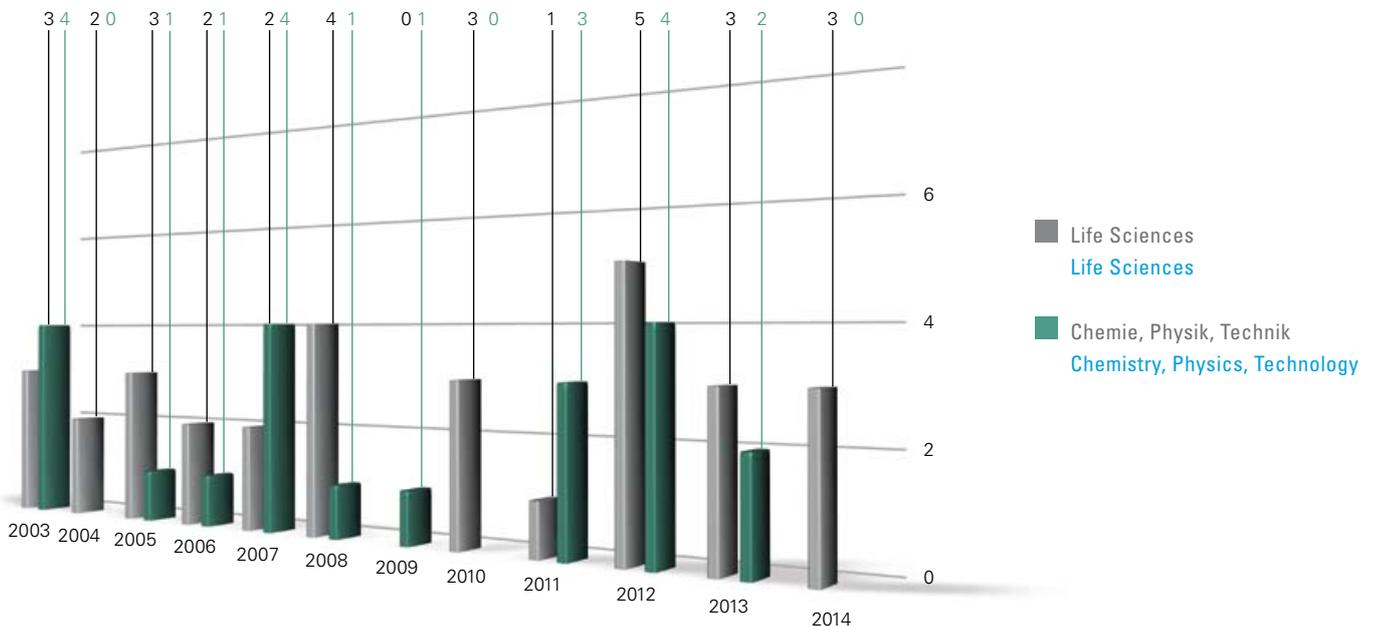
Every year, Max Planck Innovation evaluates 140 inventions on average, with approximately half of them leading to a patent application. Since 1979, some 3,800 inventions have been managed and around 2,300 licencing agreements concluded. Since the early 1990s, 114 spin-offs have emerged from the MPG, the vast majority of them actively coached by Max Planck Innovation. These spin-offs have since resulted in the creation of over 2,650 jobs.

VERWERTUNGSERLÖSE | EXPLOITATION REVENUES



Endgültige Umsatzzahlen für 2014 sind erst ab Mitte 2015 verfügbar.
 Final sales figures for 2014 will be available from the middle of 2015.

ZAHL DER AUSGRÜNDUNGEN | NUMBER OF SPIN-OFFS



Im Jahr 2014 wurden Max-Planck-Innovation 131 Erfindungen gemeldet (2013: 127) und es wurden 80 Verwertungsverträge (inkl. Vereinbarungen zu Gemeinschaftserfindungen/TT-Vereinbarungen) abgeschlossen (2013: 93). Die Verwertungserlöse betragen voraussichtlich 23,5 Mio. Euro (2013: 22,5). Zu diesem Erlös trug 2014 ein Unternehmensverkauf sowie eine Restzahlung aus einem früheren Unternehmensverkauf mit einem Erlös von rund 50.000 Euro bei (2013: 0 Euro). Die endgültigen Zahlen für das Geschäftsjahr 2014 liegen aufgrund der nachgelagerten Abrechnung verschiedener Lizenznehmer erst ab Mitte 2015 vor. Die Verwertungserlöse kommen den jeweiligen Max-Planck-Instituten und den Erfindern sowie der Max-Planck-Gesellschaft zu Gute.

2014 gingen drei Ausgründungen aus unterschiedlichen Max-Planck-Instituten hervor, weiterhin konnte im Berichtsjahr eine Neubeteiligung abgeschlossen werden. Erfreulich ist, dass neben einer Seed-Finanzierungsrunde 2014 vier weitere Folgefinanzierungen mit einem Gesamtvolumen von rd. 8 Mio. Euro erfolgreich abgeschlossen werden konnten. Besonders erwähnenswert ist, dass darüber hinaus in den vergangenen Jahren zunehmend Fördermittel etwa aus dem EXIST-Forschungstransfer, GO-Bio oder M⁴ für die Vorgründungsphase eingeworben werden konnten. Seit 2010 konnten allein 17 Gründungsvorhaben aus der Max-Planck-Gesellschaft mit Unterstützung von Max-Planck-Innovation ein Gesamtfördervolumen i.H.v. rd. 16 Mio. € aus verschiedenen Förderprogrammen zur Technologievalidierung und Gründungsvorbereitung einwerben.

CHEMIE NOBELPREIS: AUSGEZEICHNETE PRODUKTE FÜR FORSCHUNG UND WISSENSCHAFT

Am 10. Dezember 2014 hat Professor Stefan W. Hell vom Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie in Göttingen gemeinsam mit Eric Betzig und William E. Moerner die höchste wissenschaftliche Auszeichnung erhalten: den Nobelpreis für Chemie. Mit seiner Erfindung der STED (Stimulated Emission Depletion)-Mikroskopie, hat Hell die Lichtmikroskopie revolutioniert. Die Auflösung herkömmlicher Lichtmikroskope ist durch die Wellennatur des Lichts begrenzt: Objekte, die weniger als 200 Nanometer (millionstel Millimeter) voneinander entfernt sind, können nicht mehr getrennt wahrgenommen werden. Auch die häufig in der Biologie und Medizin eingesetzte Fluoreszenzmikroskopie musste bisher vor dieser Grenze (Abbe-Limit) halt machen. Für Biologen und Mediziner bedeutete dies eine massive Einschränkung – denn für sie sind weitaus kleinere Strukturen in lebenden Zellen interessant. Bei der von Hell

In 2014, Max Planck Innovation received applications for 131 inventions (2013: 127) and 80 licencing agreements (incl. agreements for joint inventions and technology transfers) - (2013: 93). The licencing proceeds are expected to reach 23.5 million euros (2013: 22.5 million). In 2014, the disposal of a company and an outstanding payment from a previous disposal bringing in around 50,000 euros contributed to these proceeds (2013: 0 euros). The final figures for the 2014 financial year will not be available until mid-2015 due to downstream settlement of accounts by various licencees. The royalties will benefit the Max Planck institutes, the inventors and the Max Planck Society.

Three new spin-offs emerged from various Max Planck Institutes in 2014 and a new shareholding was also concluded in the year under review. It is pleasing that, in addition to a seed financing round in 2014, four additional follow-up financing rounds with a total volume of around 8 million euros were successfully concluded. It is particularly noteworthy that funding from programmes such as EXIST Research Transfer, GO-BIO and M⁴ has also increasingly been attracted over recent years for the pre-charter phase. Total funding of around 16 million euros has been secured since 2010 from various funding programmes concerning technology validation and start-up preparation by 17 start-up projects alone which emerged from the Max Planck Society with support from Max Planck Innovation.

NOBEL PRIZE IN CHEMISTRY - AWARD-WINNING PRODUCTS FOR RESEARCH AND SCIENCE

Stefan Hell received the highest accolade in science on 10th December 2014, together with Eric Betzig and William E. Moerner: the Nobel Prize in Chemistry. With his discovery of STED (stimulated emission depletion) microscopy, Stefan Hell revolutionized light microscopy. Conventional light microscopy has a resolution limit restricted by the wave structure of light. Objects which are less than 200 nanometres (a millionth of a millimetre) apart cannot be seen separately. Fluorescence microscopy, which is often deployed in biology and medicine, was also previously confined by this restriction (Abbe limit). This signified a huge limitation for biologists and medical professionals because they are interested in far smaller structures in living cells. Thanks to STED microscopy discovered by Stefan Hell, resolution is no longer restricted by the light wave's length. This makes it possible for the first time to observe structures in a cell with up to ten times better resolution today compared to conventional fluorescence microscopes.

erfundenen STED-Mikroskopie ist die Auflösung nicht länger durch die Lichtwellenlänge begrenzt. Dadurch ist es erstmals möglich, Zellstrukturen mit einer heute bis zu zehnmals besseren Detailschärfe im Vergleich zu herkömmlichen Fluoreszenzmikroskopen zu beobachten.

STED ist inzwischen eine Schlüsseltechnologie für Forscher und Mediziner und so erwerben immer mehr Forschungseinrichtungen und Universitäten Geräte. Der Markt für Höchstleistungs-Mikroskopie beläuft sich nach Brancheninsidern auf bis zu eine Milliarde Euro. Max-Planck-Innovation unterstützt Hell und das MPI für biophysikalische Chemie seit Jahren bei der Vermarktung von STED und daran anknüpfende Technologien. So wurden Lizenzvereinbarungen über Verfahren wie gated STED und GSDIM (ground state depletion microscopy followed by individual molecule return) und RESOLFT (reversible saturable optical fluorescence transitions) zur Entwicklung hochauflösender Mikroskope mit verschiedenen Firmen abgeschlossen. Mit Leica TCS SP8 STED 3X und Leica SR GSD 3D vertreibt Leica Microsystems zurzeit als einzige Firma beide Höchstauflösungsmikroskope, die mit diesem Nobelpreis verbunden sind. Mit dem MicroTime 200 der Firma PicoQuant ist seit 2014 ein weiteres Mikroskop, basierend auf der gSTED-Technologie, auf dem Markt.

Darüber hinaus wurden in den Jahren 2011 und 2012 mit Abberior und Abberior Instruments zwei von Max-Planck-Innovation begleitete Ausgründungen aus der Abteilung Hell ins Leben gerufen. Basierend auf einer modularen Plattform bietet die Abberior Instruments GmbH kommerzielle STED und RESOLFT-Systeme an. Das aktuelle easy3D STED-Mikroskop bietet eine Auflösung von unter 25nm und ist damit

STED has now become a key technology for researchers and medical specialists. As a result, research institutes and universities are purchasing more and more of these devices. The market for high-resolution microscopy now stands at up to one billion euros, according to industry experts. Max Planck Innovation has been supporting Mr Hell and the MPI for Biophysical Chemistry with the marketing of their technologies for years. Licencing agreements have been concluded with various companies on procedures such as gated STED and GSDIM (ground state depletion microscopy followed by individual molecule return) and RESOLFT (reversible saturable optical fluorescence transitions) for the development of high-resolution microscopy. With its two microscopes, Leica TCS SP8 STED 3X and Leica SR GSD 3D, Leica Microsystems is currently the only company selling both maximum resolution technologies associated with this Nobel Prize. A further microscope based on gSTED technology, the MicroTime 200 from PicoQuant, has also been on the market since 2014.

Two spin-offs from Prof. Hell's Department supported by Max Planck Innovation were also created in 2011 and 2012 with Abberior and Abberior Instruments. Abberior Instruments GmbH supplies commercial STED and RESOLFT systems based on a modular platform. The latest easy3D STED microscope offers resolution of below 25nm and is therefore 10 times more powerful than a conventional confocal microscope. Microscopes have already been installed in many European countries and in China.

zehnmal besser als ein konventionelles Konfokalmikroskop. Installierte Mikroskope befinden sich bereits in vielen europäischen Ländern und in China.

LIZENZVERTRÄGE

Die New Yorker Firma **Body Labs** hat eine neuartige Software zur Erstellung dreidimensionaler Avatare lizenziert. Die am **Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme** und der **Brown University** entwickelte Technologie kann u.a. im Online-Kleidungsverkauf eingesetzt werden. Verbraucher können mit der neuen Technik Waren und Dienstleistungen auf der Grundlage ihrer individuellen Größe, Figur und Bewegungen aussuchen, vergleichen und einkaufen. Für die Herstellung eines Avatars laden die Kunden entweder einen Bodyscan in die Online-Anwendung BodyHub hoch oder geben dort bestimmte Maße ein. Modedesigner können solche Avatare dann in computergestützte CAD-Software laden. Dort lassen sich die virtuellen Figuren bekleiden und animieren, damit die Designer sehen, wie ihre Kleidungsentwürfe zu verschiedenen Körpertypen passen und wie sich die Kleidungsstücke bei Körperbewegungen verändern und verformen.

Die italienische Firma **Axxam** hat auf Basis einer Lizenz zur Nutzung biologischer Fotorezeptoren für die direkte licht-aktivierte Steuerung von Ionenkanälen, die u.a. am **Max-Planck-Institut für Biophysik** erforscht wurden, eine neue Technologie zum Medikamenten-Screening mit zellulären Lichtschaltern entwickelt. Die Technologie basiert auf der Optogenetik, bei der lichtempfindliche Proteine in unterschiedliche Zellen eingebaut und durch Licht an- und abgeschaltet werden können. Mit der neuen Ion ChannelFLASH-Plattform können Forscher eine große Zahl unterschiedlicher spannungsabhängiger Ionenkanäle parallel zueinander testen und so die Suche nach neuen Wirkstoffen für die Medizin beschleunigen.

LICENCE AGREEMENTS

The New York company **Body Labs** has licenced a new piece of software for creating three-dimensional avatars. One area where the technology developed at the **Max Planck Institute for Intelligent Systems** and **Brown University** is deployed is online clothing sales. The new technology enables consumers to look for, compare and buy goods and services based on their individual size, figure and body movements. In order for an avatar to be created, customers either upload a body scan to the online application BodyHub or enter certain measurements. Fashion designers can then transfer the avatars to CAD software with which virtual figures can be clothed and animated to enable the designers to see how their clothing designs fit various body types and how the items of clothing are altered and change shape with body movement.

On the basis of a licence to use biological photoreceptors for the direct light-activated control of ion channels, the research on which was carried out at the **Max Planck Institute of Biophysics**, the Italian company **Axxam** has developed a new drugs screening technology with cellular light switches. The technology is based on optogenetics whereby light-sensitive proteins are inserted into different cells and activated and deactivated using light. The new Ion ChannelFLASH platform now enables researchers to test a large number of different voltage-dependent ion channels in parallel thus accelerating the search for new active substances for medicine.

AUSGRÜNDUNGEN

Die **KonTEM GmbH**, eine Ausgründung des **Max-Planck-Instituts für Biophysik** und des **Forschungszentrums caesar**, wurde von **FEI Company** übernommen. Damit geht das von KonTEM entwickelte Phasenkontrastsystem für Transmissions-Elektronenmikroskope im Produktportfolio eines weltweit agierenden Marktführers für Hochleistungsmikroskopie auf. Die Technologie ermöglicht einen zwei- bis dreifach verbesserten Bildkontrast bei gleichzeitig hoher Objektauflösung und eröffnet damit neue Möglichkeiten bei der Untersuchung biologischer Proben im technologischen Grenzbereich.

SPIN-OFFS

KonTEM GmbH, a spin-off of the **Max Planck Institute of Biophysics** and the **caesar research centre**, was taken over by **FEI Company**. The phase-contrast system for transmission electron microscopy developed by KonTEM has thus been incorporated into the product portfolio of a global market leader in high-performance microscopy. The technology enables a two to three-fold improvement in image contrast while also providing high resolution, thus opening up new opportunities in the analysis of biological samples in the technological border area.

Die Max-Planck-Gesellschaft hat sich 2014 an der **Abberior GmbH** beteiligt, die 2012 aus dem MPI für biophysikalische Chemie in Göttingen ausgegründet wurde. Geeignete Farbstoffe sind ein zentraler Baustein aller bekannten Methoden der Höchstauflösung. Abberior GmbH entwickelt und vertreibt deshalb maßgeschneiderte Farbstoffe für die unterschiedlichen Methoden der optischen Nanoskopie wie STED.

In 2014, the Max Planck Society took a shareholding in **Abberior GmbH** which was spun off from the MPI for Biophysical Chemistry in Göttingen in 2012. Suitable dyes are also a key component of all known high-resolution methods in addition to systems perfectly aligned to the method and area of application. Abberior GmbH therefore develops and markets dyes tailored to the various methods of optical nanoscopy.

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

114 Ausgründungen, davon:

81 Projekte aktiv von Max-Planck-Innovation begleitet

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

7 börsennotierte Firmen

22 M&A-Deals

2.650 Arbeitsplätze

7 Beteiligungen von Max-Planck-Innovation,
davon 6 aktive Beteiligungen

32 MPG-Beteiligungen, davon 13 Exits, 3 Liquidationen
und 7 Abschreibungen

114 spin-offs, including:

81 projects actively managed by Max Planck Innovation

52 financed by venture capital (11 with corporate shareholding)

7 exchange-listed companies

22 M&A deals

2,650 jobs

7 shareholdings by Max Planck Innovation,
6 of which are active shareholdings

32 MPS shareholdings, 13 exits, 3 liquidations
and 7 write-offs

Stand 31.12.2014 | [as of 31.12.2014](#)

INKUBATOREN

Um Erfindungen, die aus der Grundlagenforschung der Max-Planck-Institute stammen, industriekompatibel zu validieren und damit näher an die Industrie und den Markt heranzubringen, hat Max-Planck-Innovation in den vergangenen Jahren verschiedene Inkubatoren ins Leben gerufen. Auch 2014 gab es hier zahlreiche positive Entwicklungen:

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 Entwicklung einer sogenannten Leitstruktur („Lead“) voran. 2014 hat das LDC eine Partnerschaft mit Daiichi Sankyo sowie der Arctic University of Norway abgeschlossen und ist eine Kollaboration mit der Helmholtz-Gemeinschaft eingegangen, um neue Wirkstoffe für verschiedene Krankheiten zu identifizieren und zu entwickeln.

Die **Life Science Inkubator GmbH (LSI)**, die seit 2009 in Bonn und seit 2013 in Dresden operativ verschiedene Ausgründungsvorhaben im Bereich der Lebenswissenschaften vorantreibt, hat nun im Rahmen eines Ausgründungsprojekts einen neuen Lösungsansatz zur dauerhaften Reduktion chronischer Schmerzen mit Hilfe eines „intelligenten Rückenbandes“ entwickelt. Die Ausgründung Bomedus konnte nach Erhalt der CE-Zertifizierung mit der Vermarktung des bomedus® Rückenbandes starten. Die Ausgründung NEUWAY Pharma GmbH hat in einer Finanzierungsrunde 2,7 Mio. Euro von einem Investorenkonsortium erhalten. NEUWAY fokussiert sich u.a. auf die Entwicklung und Vermarktung eines proprietären Drug-delivery-Systems.

Die **IT Inkubator GmbH** ist 2014 in Saarbrücken operativ an den Start gegangen. Die Firma wurde von der Universität des Saarlandes und Max-Planck-Innovation ins Leben gerufen und soll Erfolg versprechende Informationstechnologien aufnehmen, die an den Forschungseinrichtungen der saarländischen Universitäten und Fachhochschulen sowie den Max-Planck-Instituten entwickelt wurden. Ein Zuwendungsbescheid des Saarlandes über 1,6 Mio. Euro für die kommenden beiden Jahre liegt vor. Im Laufe des Jahres sind bereits zahlreiche Projekte für eine Inkubation evaluiert und erste, sehr Erfolg versprechende aufgenommen worden.

In Göttingen wurde 2014 die **Photonik Inkubator GmbH** operativ gestartet. Hier werden neue Erkenntnisse aus der Photonik-Forschung künftig über umfassend vorbereitete

INCUBATORS

In order to validate the industrial compatibility of inventions resulting from basic research conducted at the Max Planck Institutes and to achieve closer links with industry and the market, Max Planck Innovation has set up various incubators in recent years. There were also various positive developments here in 2014.

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 2014, the LDC entered into a partnership with Daiichi Sankyo and the Arctic University of Norway and is collaborating with the Helmholtz Association to identify and develop new active substances for various illnesses.

The **Life Science Inkubator GmbH (LSI)**, which since 2009 in Bonn and since 2013 in Dresden has been operationally driving forward various spin-off projects in the life sciences, has now developed a new solution for the permanent reduction of chronic pain using an intelligent dorsal band as part of a spin-off project. The spin-off Bomedus was able to start marketing the bomedus® dorsal band after obtaining CE certification. The spin-off NEUWAY Pharma GmbH secured 2.7 million euros from an investment consortium in a financing round. NEUWAY is focusing on the development and marketing of a proprietary drug-delivery system amongst other things.

The **IT Inkubator GmbH** started operations in Saarbrücken in 2014. The company was founded by Saarland University and Max Planck Innovation and is to take up promising IT solutions developed at the research facilities of the universities and universities of applied science in Saarland as well as at those of the Max Planck institutes. A grant of over 1.6 million euros from Saarland has been approved for the next two years and various projects have already been evaluated for incubation over the course of the year and the first highly promising ones have been accepted.

Photonik Inkubator GmbH was launched operationally in 2014 in Göttingen. New discoveries in photonic research will be transferred to application in future via extremely well prepared spin-offs. In 2014, suitable premises were obtained at the laser laboratory in Göttingen on the research campus of the University of Göttingen. The first project was accepted in November 2014, and further projects are currently being evaluated.

Ausgründungen in die Anwendung überführt. 2014 wurden geeignete Räumlichkeiten im Laser-Laboratorium in Göttingen inmitten des Forschungscampus an der Universität Göttingen bezogen. Im November 2014 konnte das erste Projekt aufgenommen werden, weitere Projekte werden zurzeit evaluiert.

VERANSTALTUNGEN

Die führenden deutschen Forschungsorganisationen luden zum dritten Mal zu den **Innovation Days** ein. Das seit 2012 bestehende Veranstaltungsformat, das 2014 federführend von der Max-Planck-Gesellschaft und Max-Planck-Innovation organisiert wurde, will den Transfer von Forschungsergebnissen fördern und Wissenschaft und Wirtschaft stärker miteinander vernetzen. Die Innovation Days sind eine ideale Plattform, um innovative Forscher, Technologietransferexperten, Business Development-Spezialisten aus der Wirtschaft und Venture Capital-Führungskräfte zusammenzubringen.

2014 hat Max-Planck-Innovation gemeinsam mit seinen Partnern auch wieder zum **Biotech NetWorkshop** und zu den **Start-up Days** eingeladen. Gründungsinteressierten Wissenschaftlern der Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaft, der Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaft sowie der Medizinischen Hochschule Hannover wurden im Rahmen von Vorträgen, Podiumsdiskussionen und interaktiven Workshops praxisrelevante Informationen und Erfahrungsberichte rund um die Gründung und Finanzierung von Unternehmen geboten.

EVENTS

Germany's leading research organizations held the **Innovation Days** for the third time. The event - that has existed since 2012 and which the Max Planck Society and Max Planck Innovation took the lead in organizing in 2014 - seeks to promote the transfer of research results and to foster stronger links between science and business.

The Innovation Days is an ideal platform for bringing together innovative researchers, technology transfer experts, business development specialists from industry and venture capital executives.

In 2014, Max Planck Innovation and its partners also once again organized the **Biotech NetWorkshop** and **Start-up Days** events. Scientists from the Max Planck Society and Fraunhofer-Gesellschaft, the Helmholtz and Leibniz Association and the Hannover Medical School interested in founding their own companies were provided with relevant practical information and experience reports on the set-up and financing of start-ups through a program of presentations, podium discussions and interactive workshops.

06

Kapitel | Chapter

Zentrale Angelegenheiten Central Matters

Seite **88**
Finanzen

Page **88**
Finances

Seite **93**
Personal

Page **93**
Staff

Seite **106**
Tochtergesellschaften

Page **106**
Subsidiaries

Seite **114**
Organigramm

Page **114**
Organigramme

Seite **116**
Personelle Zusammensetzung
der Organe

Page **116**
Staff of the Governing Bodies

Seite **124**
Forschungsstandorte

Page **124**
Overview of Research Facilities

Finanzen

Finances

Die Zuschüsse zum Haushalt der Max-Planck-Gesellschaft (**MPG-Antragsgemeinschaft**) werden von Bund und Ländern gemeinsam je zur Hälfte getragen. 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 (IPP)** 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. 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 Spenden und Entgelte für eigene Leistungen.

Germany's federal government and federal states each provide half of the subsidies for the Max Planck Society's budget (**MPG Application Collective**). The financial contributions provided by the federal 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 (IPP)** which – as an associated member of the Helmholtz Association – is funded by the German federal government and the home states of Bavaria and Mecklenburg-Western Pomerania in a ratio of 90:10. Collaboration with the European Community in the field of plasma physics is secured and coordinated on the basis of an association agreement with EURATOM.

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, donations and remuneration for services rendered.

MPG-Antragsgemeinschaft
MPG Application Collective

MPG e.V. ohne IPP | MPG e.V. not including IPP

Rechtlich unselbstständige Institute
Legally dependent Institutes

MPI für Eisenforschung GmbH
MPI für Iron Research GmbH

Rechtlich selbstständiges Institut
Legally independent Institute

MPI für Kohlenforschung (Rechtsfähige Stiftung)
MPI für Kohlenforschung (independent foundation)

Rechtlich selbstständiges Institut
Legally independent institute

MPI für Plasmaphysik (IPP)
MPI for Plasma Physics
(IPP)

Projektförderung durch Bund
und Länder
Sonstige Drittmittel
Zuschüsse aus nicht aus öffentlichen
Mitteln finanziertem Vermögen
Entgelte
Project funding from federal and
state governments
Other external funding
Subsidies from sources not
financed from public funds
Remuneration

Wirtschaftsplan 2015

2015 Budget

Die Antragsgemeinschaft der Max-Planck-Gesellschaft umfasst den MPG e.V. ohne IPP sowie die rechtlich selbstständigen Max-Planck-Institute für Eisenforschung GmbH und für Kohlenforschung (rechtsfähige Stiftung).

Die Betrachtung des MPG e.V. schließt dagegen das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) mit ein, während die beiden genannten rechtlich selbstständigen Institute nicht Teil des e.V. sind.

Zum 01.01.2015 wurde im Kontext der Einführung eines neuen Rechnungswesens, das auf den handelsrechtlichen Regelungen des Handelsgesetzbuches (HGB) für große Kapitalgesellschaften basiert, für die MPG erstmals ein Wirtschaftsplan aufgestellt, der den bisherigen Haushaltsplan und damit die Darstellung von Einnahmen und Ausgaben durch Aufwendungen und Erträge ablöst.

The Application Collective of the Max Planck Society comprises MPG e.V. not including IPP, as well as the legally independent Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH and Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (independent foundation).

The MPG e.V., on the other hand, includes the Max Planck Institute for Plasma Physics (IPP) while the two legally independent Institutes specified above do not form part of the registered association.

As part of the process of introducing a new accounting system which is based on the commercial rules of the HGB (Commercial Code) for large PLCs, a new budget format has been prepared for MPG with effect from 01.01.2015 which replaces the former budget and which shows expenditure and income as opposed to the old presentation of receipts and payments.

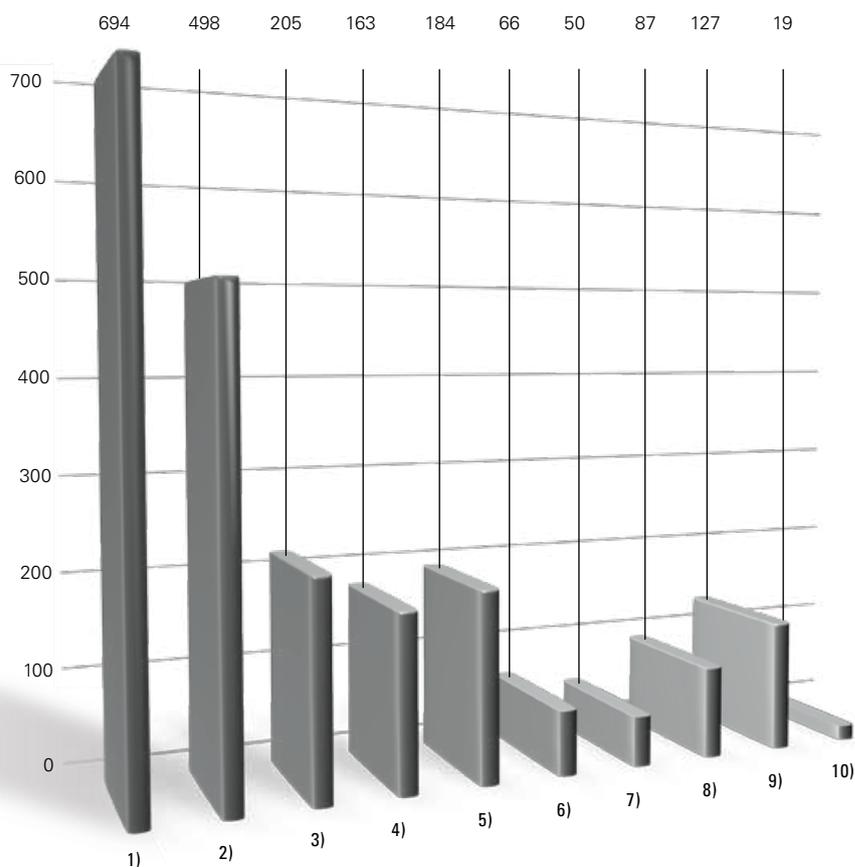
WIRTSCHAFTSPLAN 2015 (in 1 000 Euro) | 2015 BUDGET (in 1 000 Euro)

Antragsgemeinschaft zuzüglich IPP	Application Collective plus IPP	MPG e.V. ohne IPP, MPI für Eisenforschung GmbH, MPI für Kohlenforschung 2015 TEUR	IPP 2015 TEUR	Summe 2015 TEUR
		MPG e.V. excl. IPP, MPI für Eisenforschung GmbH, MPI für Kohlenforschung 2015 EUR thousand	IPP 2015 EUR thousand	Total 2015 EUR thousand
1. Zuschüsse aus Institutioneller Förderung	Subsidies from institutional funding	1.610.560	106.202	1.716.762
2. Sonstige betriebliche Erträge	Other operating income	62.050	31.145	93.195
3. Zuschüsse aus Projektförderung	Subsidies from project funding	264.014	19.000	283.014
4. Erträge Sonderposten (Finanzlagen)	Special income item (financial investments)	170	15	185
Erträge gesamt	Total income	1.936.794	156.362	2.093.156
1. Personalaufwendungen	Personnel costs	919.400	69.696	989.096
2. Sachaufwendungen	Material costs	606.254	42.775	649.029
3. Weiterleitung / Zuschüsse	Transfers and subsidies	60.044	3.165	63.209
4. Zuführung zum Sonderposten	Allocation to extraordinary item	351.096	40.726	391.822
Aufwendungen gesamt	Total expenditure	1.936.794	156.362	2.093.156

IPP (MPI für Plasmaphysik): Die Darstellung des Wirtschaftsplans 2015 des IPP stellt den Stand der Planungen zum 15.10.2014 dar.

IPP (MPI for Plasma Physics): The presentation of the 2015 budget for IPP represents the planning status as at 15.10.2014.

AUFWENDUNGEN 2015 NACH FORSCHUNGSBEREICHEN (in Mio. Euro)
2015 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](#)

MPG-ANTRAGSGEMEINSCHAFT

Der Senat der Max-Planck-Gesellschaft hat in seiner Sitzung am 21. November 2014 den Wirtschaftsplan 2015 auf der Grundlage des Beschlusses der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) vom 27. Juni 2014 festgestellt. Danach wurde der Max-Planck-Gesellschaft von Bund und Ländern eine Anhebung des Zuschusses um 5 % zugestanden.

Die institutionelle Förderung (Grundfinanzierung) des Bundes und der Länder beträgt 1.567,9 Mio. €. Der Zuschuss der Max-Planck-Gesellschaft erhöht sich gegenüber 2014 um 74,7 Mio. €.

Durch die Zugrundelegung der Regelungen des Handelsgesetzbuches (HGB) im Rechnungswesen ab 2015 kommt es in der Zuordnung Betrieb/Invest zu Verschiebungen.

MPG APPLICATION COLLECTIVE

In its meeting of 21 November 2014, the Senate of the Max Planck Society approved the 2015 budget on the basis of the resolution passed by the Joint Science Conference (GWK) on 27 June 2014, whereby the Max Planck Society was granted a 5 % increase in funding by the federal and state governments.

Institutional funding (basic financing) by the federal and state governments amounts to 1,567.9 mio. Euro. The Max Planck Society's subsidy will increase by 74.7 mio. Euro compared with 2014.

There have been shifts in the Operating/Investment allocation due to the fact that the accounts from 2015 are based on HGB rules.

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

		2015 TEUR 2015 in 1 000 Euro	2014 TEUR 2014 in 1 000 Euro	Veränderungen Change	
Grundfinanzierung	Basic finance	1.567.906	1.493.244	5,00 %	5.00 %
Zuschuss für Betriebsausgaben	Subsidies for operating expenditure	1.267.934	1.180.453	7,41 %	7.41 %
Zuschuss für Investitionen	Subsidies for investment	299.972	312.791	-4,10 %	-4.10 %
Sonderfinanzierung	Special funding	8.530	8.000	6,62 %	6.62 %

Die Projektförderung beträgt aufgrund der erwarteten Bewilligungen im Jahr 2015 264 Mio. €.

In view of expected subsidies, project funding amounts to 264 mio. Euro in 2015.

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 Wirtschaftsplan 2015 sind Aufwendungen in Höhe von 156,4 Mio. € veranschlagt.

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 2015 budget envisages expenditure of around 156.4 mio. Euro.

Personal Staff

FAMILIENFREUNDLICHE BESCHÄFTIGUNGSPOLITIK UND CHANCENGLEICHHEIT

Die Max-Planck-Gesellschaft betrachtet es seit Jahren 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. Dennoch erweist es sich immer noch als eine Herausforderung, mehr Wissenschaftlerinnen für Führungspositionen zu gewinnen, zumal auf jeder Karrierestufe neue Gewinnungsverfahren notwendig sind. Im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation hat sich die Max-Planck-Gesellschaft gegenüber ihren Zuwendungsgebern verpflichtet, die Chancengleichheit nachhaltig zu verbessern und die Wissenschaftlerinnen-Anteile auf allen Karrierestufen zu erhöhen. Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) hatte im Herbst 2011 flexible Zielquoten im Sinne eines Kaskadenmodells für die Forschungsorganisationen festgelegt. Im Zuge dessen hat sich die Max-Planck-Gesellschaft – in Anlehnung an eine bereits von 2005 bis 2010 erfolgreiche Selbstverpflichtung – 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 TVöD), das heißt in Führungspositionen, erneut um jeweils fünf Prozentpunkte zu steigern.

Das durch die zweite Auflage der **Selbstverpflichtung „Fünf-Prozentpunkt-Steigerung 2012 - 2017“** anvisierte Ziel ist hoch gesteckt: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler 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 daher überproportional viele Frauen berücksichtigt und

FAMILY-FRIENDLY EMPLOYMENT POLICY AND EQUAL OPPORTUNITIES

The Max Planck Society has long considered one of its key tasks as being to sustainably promote equal opportunity between women and men at all career stages and to utilize the potential of women in science even better. Recruiting more female scientists to management positions remains a challenge, nevertheless, especially since new recruitment procedures are necessary for each career stage. As part of the Joint Initiative for Research and Innovation, the Max Planck Society has made a commitment to its funding providers to sustainably improve equal opportunity and increase the proportions of female scientists at all career stages. In autumn 2011, the Joint Science Conference [Gemeinsame Wissenschaftskonferenz, GWK] set flexible target quotas for the research organizations according to a cascade principle. As a result, and in accordance with a resolution passed by its Senate, the Max Planck Society made a commitment to the GWK - along the lines of its already successful self-commitment from 2005 to 2010 - 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 the Civil Service [TVöD]) – i.e. in management positions – by five percentage points during the period from 2012 to 2017.

The target envisaged for the second phase of the **self-commitment “increase of five percentage points 2012 - 2017”** is ambitious: scientists in the qualifying phase usually stay for five to seven years on average; only Directors are permanently appointed as a rule. Where positions become available, a disproportionately high number of women must therefore be given consideration and recruited. At the same time, the

gewonnen werden. Gleichzeitig will die Max-Planck-Gesellschaft die Bestenauslese nach dem Harnack-Prinzip keinesfalls zur Disposition stellen – Geschlecht darf nicht vor Qualität gehen.

Konkret zeigen sich die ambitionierten Ziele der Selbstverpflichtung 2012 – 2017 in folgenden Zahlen:

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. Ausgehend vom derzeitigen Geschlechterverhältnis und bei gleichbleibender Anzahl an Stellen insgesamt sind pro Jahr zusätzlich fast 50 Frauen neu zu gewinnen.

Darüber hinaus werden vorhandene Maßnahmen zur Chancengleichheit regelmäßig geprüft und weiterentwickelt, um dynamische Änderungsprozesse auf den verschiedenen Karrierestufen sicherzustellen. Vor diesem Hintergrund werden auch alle Anstrengungen unternommen, um die Rekrutierungsverfahren für die weltweit besten Köpfe dazu zu nutzen, die jeweils höchstmögliche Zahl von Positionen mit Wissenschaftlerinnen zu besetzen.

Die Max-Planck-Gesellschaft nimmt im Vergleich zu den anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen nach wie vor eine führende Stellung ein. Es ist jedoch unabdingbar, die ergriffenen Maßnahmen weiterzuführen und zusätzlich neue zu entwickeln. Im Jahr 2014 wurde daher eine **Präsidentenkommission „Gender/Chancengleichheit“** eingerichtet, die innovative Ideen zur Steigerung der Wissenschaftlerinnen-Anteile auf allen Karrierestufen entwickeln soll.

Max Planck Society has no wish whatsoever to discard its merit-based selection system known as the Harnack principle – gender must not take precedence over quality.

The ambitious targets of the self-commitment for 2012 – 2017 in actual numbers are as follows:

With regard to W3 positions, the Max Planck Society will increase the proportion of women from 8.7 % (1 Jan. 2012) to 13.7 % (1 Jan. 2017). This is an ambitious goal, because the number of appointments to be realized in this period, up to approx. 70 (including appointing successors for six female Directors who will retire), means that it must be possible to appoint a female Director to almost one in three departments 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 % (1 Jan. 2012) to 32.4 % (1 Jan. 2017) – assuming no change in the gender ratio and number of positions.

The proportion of women employed under the Collective Wage Agreement for the Civil Service (E13 to E15 TVöD) is to be increased from 28.3 % on 1 Jan. 2012 to 33.3 % on 1 Jan. 2017. Based on the current gender ratio and assuming that the number of positions remains the same, the Max Planck Society will need to newly appoint nearly 50 women per year.

Moreover, existing measures for equal opportunity are regularly examined and improved in order to ensure dynamic change processes at the various career stages. Against this background, every effort is also being made to use the recruitment procedures for the best minds in the world to fill as many positions as possible with female scientists in each case.

The Max Planck Society continues to occupy a leading position compared to the other non-university research institutions. It is imperative, however, to continue the measures taken and develop new ones over and above these. Hence, in 2014, a **Presidential Committee “Gender Equality/Equal Opportunity”** was established, whose task is to develop innovative ideas to increase the proportion of female scientists at all career stages.

Die Empfehlungen des **Arbeitsausschusses zur „Förderung der Wissenschaftlerinnen/Direktorinnen“** des Wissenschaftlichen Rates werden in diesem Zusammenhang ebenfalls noch weiter vertieft.

Darüber hinaus hat die Max-Planck-Gesellschaft zur weiteren Verbesserung der Chancengleichheit und Nachwuchsförderung im Jahr 2014 neue Projekte gestartet:

- Im Januar 2014 wurde Prof. Dr. Nina Dethloff (Universität Bonn, Lehrstuhl für Bürgerliches Recht/Europäisches Privatrecht) beauftragt, ein Gutachten über den Stand der Chancengleichheit und der Wissenschaftlerinnen-Anteile in der Max-Planck-Gesellschaft, insbesondere im internationalen Vergleich, zu erstellen. Ziel ist es, anhand der Daten ausgewählter forschungsstarker europäischer und außereuropäischer, vor allem US-amerikanischer Einrichtungen, die Wissenschaftlerinnen-Anteile auf verschiedenen Karriereebenen zu vergleichen und auf diese Weise aufzuzeigen, inwieweit weltweit vergleichbare Probleme bestehen.
- Im Rahmen der Präsidentenkommissionen „Nachwuchsförderung“ und „Chancengleichheit“ wurde Frau Prof. Dr. Martina Schraudner (TU Berlin, Fachgebiet Gender- und Diversity-Aspekte in Organisationen) 2014 beauftragt, die Arbeits- und Lebenswirklichkeit des wissenschaftlichen Nachwuchses anhand einer Befragungsstudie mit Fokus auf die wahrgenommenen Unterschiede zwischen Frauen und Männern zu erfassen. Ziel der Befragung ist eine Standortbestimmung der MPG im Bereich Chancengleichheit. Dazu wurden im Sommer 2014 u.a. 1095 Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler über Zufriedenheit, persönliche Erwartungen und Karrierechancen innerhalb der MPG befragt.

KARRIEREFÖRDERMASSNAHMEN

Aufwertung des **Minerva W2-Programms** und Gleichstellung mit den themenoffenen Max-Planck-Forschungsgruppen (siehe Abschnitt *Minerva-Programm*).

Im **Elisabeth-Schiemann-Kolleg** der CPTS unterstützen die Wissenschaftlichen Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft hervorragende junge Wissenschaftlerinnen auf ihrem Weg zu einer Lebenszeitprofessur oder Direktorinnenstelle an Forschungseinrichtungen. Das Schieman-Kolleg fördert zudem weitere Aktivitäten (z.B. Mentoring, Netzwerkbildung) seiner Kollegiatinnen, die ihrer erfolgreichen Etablierung in der Wissenschaft dienen. Zugleich bietet das Kolleg ein interdisziplinäres Forum, in dem der fachübergreifende wissenschaftliche Austausch gepflegt wird.

The recommendations of the **Working Committee on the „Promotion of Female Scientists/Directors“** of the Max Planck Society's Scientific Council are also being expanded further in this context.

In addition, the Max Planck Society started new projects to further improve equal opportunity and the support of junior scientists in 2014:

- In January 2014, Prof. Dr. Nina Dethloff (University of Bonn, Chair of Civil Law/European Private Law) was commissioned to draw up an expert opinion on the status of equal opportunity and the percentage of female scientists in the Max Planck Society, particularly in the international comparison. The objective is to compare the proportions of female scientists at different career stages with the aid of data from selected European and non-European, especially US, institutions with a strong research focus, and thus show to what extent comparable problems exist on the global scale.
- As part of the Presidential Committees “Support of Junior Scientists” and “Equal Opportunity”, Prof. Dr. Martina Schraudner (TU Berlin, specialist subject gender and diversity aspects in organizations) was commissioned in 2014 to record the working and living reality of junior scientists with the aid of a survey study focusing on the perceived differences between women and men. The survey aims to determine where the MPS stands in respect of equal opportunity. To this end, 1095 junior scientists, among others, were asked in summer 2014 about satisfaction, personal expectations and career opportunities within the MPS.

CAREER PROMOTING MEASURES

Upgrading the **Minerva W2 Programme** and putting it on an equal footing with the open-topic Max Planck Research Groups (cf. *Section Minerva Programme*).

In the **Elisabeth-Schiemann-Kolleg** of the CPTS, the Scientific Members of the Max Planck Society support outstanding young female scientists on their path to a permanent professorship or directorial position at research institutions. The Schieman-Kolleg also promotes further activities (e.g. mentoring, establishment of networks) of its female members, which serve to successfully establish them in science. In addition, the Kolleg provides an interdisciplinary forum in which an interdisciplinary scientific exchange is conducted.

Karriereförderung der Max-Planck-Gesellschaft Max Planck Society – Career promotion

Sign UP! Career Building | [Sing Up! Career Building](#)

Fit for Success • Learn2Lead • Strategic Planning of Research Careers •
 Careerbuilding für Docs und Postdocs • Manage your Research Projects Successfully •
 PerForming Teams for Postdocs • Managementseminare zur Leitung und Führung einer Forschungsgruppe
[Fit for Success • Learn2Lead • Strategic Planning of Research Careers •](#)
[Careerbuilding für Docs und Postdocs • Manage your Research Projects Successfully •](#)
[PerForming Teams for Postdocs • Management seminars for Research Group Leadership](#)

Minerva-FemmeNet | [Minerva-FemmeNet](#)

Regionale Mentoring-Kooperationen:
 SciMento, Mut, Hessisches Mentorinnen-Netzwerk
[Regional Mentoring Cooperations:](#)
[SciMento, Mut, Hessian Mentoring Network](#)

Christiane-Nüsslein-Volhard-Stiftung
[Christiane Nüsslein Volhard Foundation](#)

Rampacher-Preis
[Rampacher Award](#)

Otto-Hahn-Medaille
[Otto Hahn Medal](#)

Nobel Laureate Fellowships
[Nobel Laureate Fellowships](#)

Reimar-Lüst-Stipendium
[Reimar Lüst Stipend](#)

Peter-Hans-Hofschneider-Preis
[Peter Hans Hofschneider Award](#)

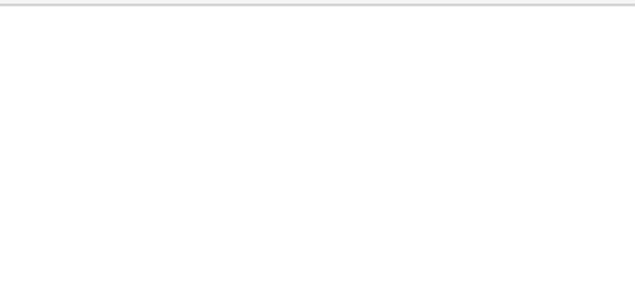
International Max Planck Research Schools
[International Max Planck Research Schools](#)

Minerva Fast Track der CPT-Sektion
[Minerva Fast Track of the CPTS](#)

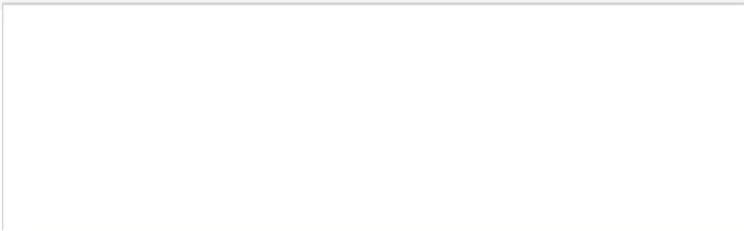
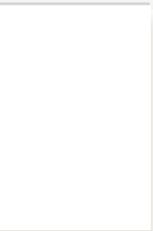
AcademiaNet
[AcademiaNet](#)

Doktoranden
Doctorands

Post-Doktoranden
Postdocs



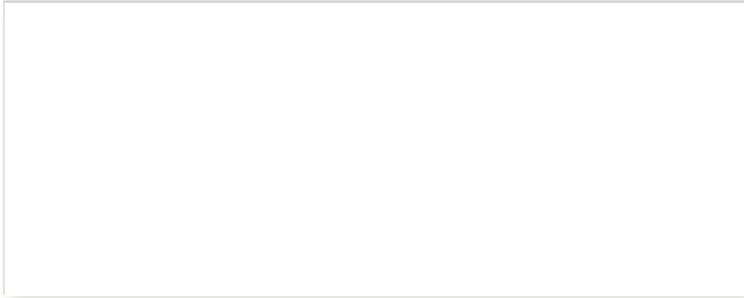
Trainings
Trainings



Mentoring
Mentoring

Elisabeth-Schiemann-Kolleg der CPTS
Elisabeth Schiemann Kolleg of the CPTS

Stiftung/Netzwerk
Foundation/Networks



Preise
Awards

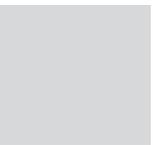
Otto Hahn Award | Otto Hahn Award



„Free-floating“ Max-Planck-Forschungsgruppen inkl. Minerva W2-Gruppen
“Free floating“ Max Planck Research Groups including Minerva W2 Groups

Forschungsgruppen
Research Groups

Programme
Programmes



Wissenschaftl. MA/ W2 / FGL
Wissenschaftl. MA/ W2 / FGL

BESCHÄFTIGTE, STIPENDIATEN UND GASTWISSENSCHAFTLER IN DER MPG ZUM 1. JANUAR 2015
EMPLOYEES, GRANTEES AND VISITING SCIENTISTS IN THE MPS ON JANUARY 1, 2015

		Gesamt	Frauen- anteil	Institutionelle Mittel	Drittmittel	Personal aus Haushalten Dritter
		Total	Percentage of women	Institutional funds	Third-party funds	Staff not on payroll register
Direktoren und Wissenschaftliche Mitglieder	Directors and Scientific Members	291	11,0 %	291	0	0
MP Forschungsgruppenleiter	MP Research Group leaders	114	34,2 %	107	7	0
Forschungsgruppenleiter W2	Senior Research Scientists W2	236	29,7 %	222	14	0
Wissenschaftliche Mitarbeiter	Academic staff	5.013	30,3 %	3.403	1.610	0
Wissenschaftler	Scientists	5.654	29,4 %	4.023	1.631	0
Doktoranden mit Fördervertrag	PhD students with grant agreement	1.341	38,6 %	890	451	0
Technik	Technical and IT staff	3.809	41,5 %	3.551	258	0
Administration	Administration	4.315	67,6 %	4.246	69	0
Nichtwissenschaftlich Beschäftigte	Total non-scientific staff	8.124	55,4 %	7.797	327	0
Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte	Student and scientific assistants	1.563	51,2%	1.341	222	0
Auszubildende	Trainees	491	36,7 %	491	0	0
Praktikanten	Interns	111	44,1 %	108	3	0
Auszubildende und Praktikanten	Trainees and Interns	602	38,0 %	599	3	0
Beschäftigte	Total number of employees	17.284	44,6 %	14.650	2.634	0
Bachelor IMPRS	Bachelor IMPRS	57	35,1 %	57	0	0
Doktoranden mit Stipendium	PhD Students with stipend	2.078	42,3 %	1.928	150	0
Postdoktoranden mit Stipendium	Postdocs with stipend	1.227	32,8 %	1.131	96	0
Forschungsstipendiaten	Research Fellows	256	24,2 %	243	13	0
Stipendiaten	Grantees	3.618	37,7 %	3.359	259	0
Gastwissenschaftler	Visiting scientists	1.100	37,9 %	0	0	1.100
Stipendiaten und Gast- wissenschaftler	Total number of Grantees and Visiting scientists	4.718	37,7 %	3.359	259	1.100
MPG gesamt	MPS total	22.002	43,1 %	18.009	2.893	1.100

Die ideale Elisabeth-Schiemann-Kollegiatin hat nach der Promotion als Postdoc hervorragend auf einem Gebiet geforscht, das dem Bereich Chemie, Physik, Mathematik, Informatik oder den technischen Disziplinen angehört. Sie steht an der Schwelle zum selbstverantwortlichen Anleiten von Doktorandinnen und Doktoranden, ob als Gruppenleiterin, Juniorprofessorin oder Habilitandin.

Im **Minerva-Fast-Track-Fellow-Programm** der CPTS werden junge Wissenschaftlerinnen unmittelbar im Anschluss an die Dissertation oder nach dem ersten Postdoc-Jahr gefördert. Als Ausstattung ist eine TVöD-Stelle (E13/14) für max. zwei Jahre aus zentralen Mitteln sowie Sachmittel und Personal aus Instituts- oder Drittmitteln vorgesehen. Bei positiver Evaluation nach der Post-Doc-Phase kann ggfs. im Anschluss eine Bewerbung für eine themenoffene Max-Planck-Forschungsgruppe/Minerva W2-Forschungsgruppe erfolgen. Das Programm ermöglicht durch seine zwei Phasen hervorragenden Wissenschaftlerinnen nach der Doktorarbeit die Chance einer langfristigen Karriereplanung an einem Ort.

Das seit 2001 bestehende **Mentoring-Programm** der Max-Planck-Gesellschaft **Minerva-FemmeNet** für Nachwuchswissenschaftlerinnen unterstützt junge Wissenschaftlerinnen auf ihrem Karriereweg in der Wissenschaft durch Fort- und Weiterbildungsangebote, durch Netzbildungen und durch Mentorinnen und Mentoren, die auf allen Karrierestufen als Ratgeber zur Verfügung stehen. So werden sie bestmöglich auf Leitungspositionen in der Wissenschaft vorbereitet. Das Netzwerk steht (Nachwuchs-)Wissenschaftlerinnen – von der Diplomandin bis zur Juniorprofessorin – aller Sektionen und Institute der Max-Planck-Gesellschaft sowie den Alumnae offen. Die Mentees und Mentorinnen bei Minerva-FemmeNet sind Wissenschaftlerinnen oder ehemalige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von inzwischen über 70 Instituten. Aktive und ehemalige Mentorinnen und Mentees, mehrere Max-Planck-Direktorinnen und -Direktoren sowie viele Alumni der Max-Planck-Gesellschaft stehen zur Verfügung.

Neben dem MPG-Programm Minerva-FemmeNet bestehen zusätzliche regionale Mentoring-Netzwerke in Hessen und Baden-Württemberg.

The ideal Elisabeth-Schiemann-Kolleg member has conducted outstanding research in a field which includes chemistry, physics, mathematics, information technology or the engineering disciplines as a postdoc after her doctoral studies. She is on the threshold of independently supervising doctoral students, whether as a group leader, junior professor or working towards the German postdoctoral lecturing qualification.

In the **Minerva Fast-Track Fellow Programme** of the CPTS, young female scientists are supported immediately after their doctoral thesis or after the first postdoc year. A TVöD position (E13/14) is provided from central funds for a maximum of two years and research-related funds and staff from Institute or third-party funding. Following a positive evaluation after the postdoc phase, it is then possible to apply for an open-topic Max Planck Research Group/Minerva W2 Research Group, if required. The two-phase structure of the programme gives outstanding female scientists the opportunity for long-term career planning at one location after they have completed their doctoral thesis.

The Max Planck Society's **Minerva-FemmeNet Mentoring Programme** for female junior scientists, which has been in existence since 2001, assists young female scientists on their career path in science by providing further education and advanced training courses, by establishing networks and providing female and male mentors who are available as advisors at all career stages. They are thus given the best possible preparation for management positions in science. The network is available to all female (junior) scientists - from diploma candidates to junior professors - from all sections and Institutes of the Max Planck Society and their alumnae. The female mentees and mentors of the Minerva-FemmeNet are scientists or alumnae from more than 70 Institutes meanwhile. Currently active and former mentors and mentees, several female and male Max Planck Directors, and numerous alumnae of the Max Planck Society are available.

Besides the MPS Minerva-FemmeNet Programme, there are additional regional mentoring networks in Hesse and Baden-Württemberg.

Nach einem erfolgreichen ersten und zweiten Lauf des „**Sign up! Careerbuilding**“-Programms für exzellente weibliche Postdocs der MPG 2009/10 und 2012/13 entschied sich die Max-Planck-Gesellschaft für eine 3. Auflage des Programms in drei Modulen von Mitte 2014 bis in die erste Hälfte 2015 - wieder zusammen mit der „EAF Berlin. Diversity in Leadership“. Ziel war und ist es, die Postdoktorandinnen durch das Training von Führungskompetenzen und die Vermittlung von Wissen auf Führungsaufgaben in der Wissenschaft hinzuführen und sie durch ein explizit karriereorientiertes Netzwerk zu stärken. Damit möchte die MPG auch ihrer Verpflichtung, sich für mehr Frauen in Leitungspositionen zu engagieren, nachkommen.

Die MPG partizipiert auch am **AcademiaNet**, einem Internetportal exzellenter Wissenschaftlerinnen aller Fachdisziplinen der Robert Bosch Stiftung in Kooperation mit *Spektrum der Wissenschaft* und *Nature* mit angesehenen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft, wie beispielsweise der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Leopoldina. Die Internetplattform hilft Entscheidungsträgern, geeignete Kandidatinnen für die Besetzung wissenschaftlicher Führungspositionen und Gremien zu finden. Gleichzeitig werden herausragende Wissenschaftlerinnen in das Blickfeld derer gerückt, die wissenschaftliche Gremien oder Führungspositionen besetzen oder Expertise suchen.

Um die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für den eigenen Standort zu gewinnen, müssen über das wissenschaftliche Umfeld hinaus auch die weiteren Rahmenbedingungen stimmen. Daher unterstützt die Max-Planck-Gesellschaft die Willkommenskultur der Institute schon seit langem durch konkrete Maßnahmen. So werden im Rahmen von **Dual Career** MPG-weit mittels regionaler Netzwerke Serviceleistungen für berufstätige Paare angeboten, um für exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler als Forschungsorganisation noch attraktiver zu werden.

Zudem gibt es ein Kooperationsprojekt zur **Gästebetreuung** der Max-Planck-Gesellschaft mit der Technischen Universität München (TUM): **MUNICH WELCOME!** Diese strategische Kooperation nutzen TUM und MPG (zusammen mit einem Netzwerk der führenden Organisationen in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik) zur Gewinnung und Weiterentwicklung exzellenter, internationaler Wissenschaftstalente. Gemeinsam werden passgenaue Services für Hochqualifizierte angeboten. Darüber hinaus bieten auch viele Institute lokal fokussierte Gästebetreuungs-Services an.

After a successful first and second run of the “**Sign up! Careerbuilding**” programme for outstanding female postdocs of the MPG in 2009/10 and 2012/13, the Max Planck Society decided to have a 3rd phase of the programme in three modules from the middle of 2014 to the first half of 2015 - again together with the “EAF Berlin. Diversity in Leadership“. The objective was and is to guide the female postdocs to management tasks in science by training management skills and imparting knowledge and strengthening them through an explicitly career-oriented network. The MPS thus wants to fulfil its commitment to helping more women achieve management positions.

The MPG also participates in **AcademiaNet**, an Internet portal of outstanding female scientists from all specialist disciplines established by the Robert Bosch Foundation together with *Spektrum der Wissenschaft* and *Nature* with respected partners from science and industry, such as the German Research Foundation and the Leopoldina. The Internet platform assists decision-makers to find suitable female candidates to fill scientific management positions and those in committees. At the same time, outstanding female scientists are brought to the attention of those responsible for appointments to scientific committees or management positions or those looking for expertise.

In order to attract the best scientists for their own location, not only the scientific environment but also the other general conditions have to be right. The Max Planck Society has therefore long been supporting the welcoming culture of the Institutes by implementing very specific measures. As part of its **dual career** measures, services are offered for working couples across the whole MPS with the aid of regional networks in order for the MPS as a research organization to become even more attractive for scientists.

In addition, the Max Planck Society and the Technische Universität München (TUM) have set up a cooperative project for **looking after guests: MUNICH WELCOME!** The TUM and the Max Planck Society (together with a network of leading scientific, business and political organizations) use this strategic cooperation to recruit and foster highly talented, excellent, international scientists. Together they offer a range of tailored services for highly qualified candidates. In addition, many Institutes also offer locally focused services to look after guests.

Seit über zehn Jahren verfolgt die Max-Planck-Gesellschaft das Thema **Vereinbarkeit von Beruf und Familie** mit Nachdruck, um leichter hochqualifizierte neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu gewinnen und die Identifikation der Beschäftigten mit der MPG durch familienfreundliche Bedingungen zu steigern. 2006 erhielt die MPG als erste Wissenschaftsorganisation in Gänze das **Audit**-Zertifikat der gemeinnützigen GmbH berufundfamilie, nachdem der Bestand familienorientierter Maßnahmen begutachtet sowie weiterführende Initiativen zur Verwirklichung einer familienbewussten Unternehmenspolitik definiert worden waren. 2009 und 2012 folgten eine Re-Auditierung und dann die Verlängerung des Zertifikats bis 2015, nachdem in einer Selbstverpflichtung 2012 – 2015 zusätzliche Work-Life-Balance-Maßnahmen festgeschrieben worden waren. Dadurch sind die Institute bis 2015 berechtigt, das europaweit geschützte Zertifikatslogo auf Veröffentlichungen, Druckschriften, Korrespondenzen und Stellenanzeigen zu verwenden.

Durch die Schaffung **zusätzlicher Kinderbetreuungsangebote** (Kooperationsvereinbarungen zur Sicherung von Plätzen für die Kinder von Max-Planck-Mitarbeitern) und die Verbesserung der Konditionen bereits vorhandener Einrichtungen sind neue Fortschritte erzielt worden. Derzeit gibt es an rund 60 Max-Planck-Instituten Kooperationsvereinbarungen (der unterschiedlichsten Art) mit externen Trägern. Verschiedene weitere Kooperationsvereinbarungen befinden sich noch im Planungsstadium. Für die Max-Planck-Institute im Raum München gibt es zusätzlich ein Betreuungsangebot der „Citykrippe“ über den pme Familienservice.

Darüber hinaus können Beschäftigte der MPG Serviceleistungen eines bundesweiten Kinderbetreuungs- und Pflegeservices in Anspruch nehmen.

For more than ten years, the Max Planck Society has been vigorously pursuing the issue of **reconciling career and family** in order to facilitate the recruitment of highly qualified new members of staff and enhance employee identification with the MPG by creating family-friendly conditions. In 2006, the MPG became the first scientific organization as a whole to receive the **audit**-certificate of the non-profit organization berufundfamilie after the existing family-oriented measures had been evaluated and further initiatives to realize a family-conscious corporate policy had been defined. Re-audits were carried out in 2009 and 2012, and the certification was then extended to 2015 after additional work-life-balance measures had been laid down in a self-commitment 2012 – 2015. The Institutes are thus entitled to use the certificate logo (which is protected at European level) in publications, printed documents, correspondence and job advertisements until 2015.

Progress was achieved by creating **additional childcare provisions** (cooperation agreements to guarantee places for children of Max Planck staff) and by improving the conditions of existing services. There are currently cooperation agreements (of various types) with external providers at around 60 Max Planck Institutes. A number of further cooperation agreements are still at the planning stage. The “Citykrippe” also provides a childcare service via the pme Familienservice for the Max Planck Institutes in the Munich area.

Furthermore, MPG staff can also use the nationwide services to arrange childcare and nursing care.

GESAMTENTWICKLUNG

In der Max-Planck-Gesellschaft waren am 01. Januar 2015 insgesamt 17.284 Mitarbeiter (Vorjahr 16.998) beschäftigt, davon 5.654 Wissenschaftler (Vorjahr: 5.516), das entspricht einem Anteil von 32,7% an den Gesamtbeschäftigten und einem Plus von 1,7%. Zusätzlich forschten am 01.01.2015 in den 83¹ Forschungseinrichtungen 4.718 Stipendiaten und Gastwissenschaftler (Vorjahr: 4.642). Insgesamt waren 22.002 Mitarbeiter (17.284 Beschäftigte und 3.618 Stipendiaten und 1.100 Gastwissenschaftler) in der Max-Planck-Gesellschaft tätig (Vorjahr: 21.640 Mitarbeiter), das entspricht im Vergleich zum Vorjahr einer Zunahme von 1,7%.

OVERALL DEVELOPMENT

On 1st January 2015, the Max Planck Society employed a total of 17,284 staff (previous year 16,998), of whom 5,654 were scientists (previous year: 5,516). This represents 32.7 % of the total number of employees and an increase of 1.7%. Additionally, as of 1.1.2015 there were 4,718 junior and visiting scientists (previous year: 4,642) working in the 83¹ institutes of the Max Planck Society. A total of 22,002 people (17,284 staff and 3,618 junior and 1,100 visiting scientists) worked at the MPS (previous year: 21,640), representing an increase of 1.7 % as compared with the previous year.

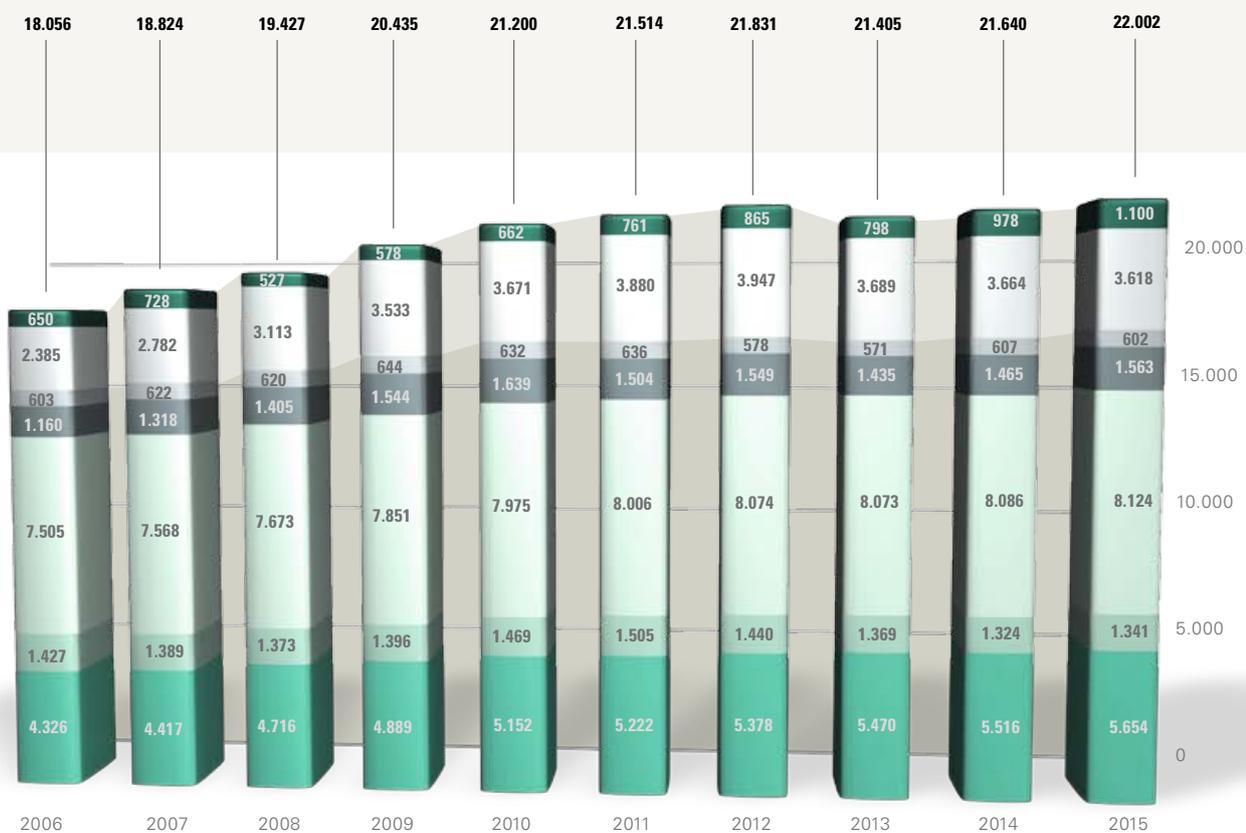
1) Sowohl das „Max-Planck Florida Institute for Neuroscience“, als auch das „Max Planck Institute Luxembourg for International, European and Regulatory Procedural Law“ sind zahlenmäßig nur durch zwei wissenschaftliche Mitglieder repräsentiert.

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

NACHWUCHS- UND GASTWISSENSCHAFTLER IM JAHR 2014 | JUNIOR AND VISITING SCIENTISTS IN 2014

		Männer Men	Frauen Women	Gesamt Total
Studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte	Student and scientific assistants	1.409	1.454	2.863
IMPRS Bachelors	IMPRS Bachelors	64	33	97
Doktoranden (mit Fördervertrag und Stipendium)	PhD-Students (with grant agreement and stipend)	2.863	2.046	4.909
Postdoktoranden (mit TVöD-Vertrag und Stipendium)	Postdocs (with TVöD and stipend)	2.573	1.199	3.772
Forschungsstipendiaten	Research Fellows	592	135	727
Wiss. Nachwuchs	Junior scientists	7.501	4.867	12.368
Gastwissenschaftler (EU)	Visiting scientists (EU)	70	54	124
Gastwissenschaftler (Personal finanziert aus Haushalten Dritter)	Visiting scientists (Staff funded from third party budgets)	1.525	842	2.367
Gastwissenschaftler	Visiting scientists	1.595	896	2.491
Gesamt	Total	9.096	5.763	14.859

**ENTWICKLUNG PERSONAL GESAMT (BESCHÄFTIGTE, STIPENDIATEN UND GASTWISSENSCHAFTLER)
DER MPG 2006–2015, STICHTAG JEWEILS 1.1. | GENERAL STAFF DEVELOPMENT (EMPLOYEES, GRANTEES
AND VISITING SCIENTISTS) OF THE MPS 2006–2015, AS OF JANUARY 1 IN EACH CASE**



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

Im Verlauf des Jahres 2014 waren in der Max-Planck-Gesellschaft 14.859² studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte, IMPRS Bachelor, Stipendiaten der International Max Planck Research Schools, Doktoranden, Postdoktoranden, Forschungsstipendiaten und Gastwissenschaftler tätig (Vorjahr 13.178).

Von den 17.284 Gesamtbeschäftigten wurden 14.650 Mitarbeiter (davon 4.023 Wissenschaftler) aus institutioneller Förderung und 2.634 Mitarbeiter (davon 1.631 Wissenschaftler) aus Drittmitteln finanziert.

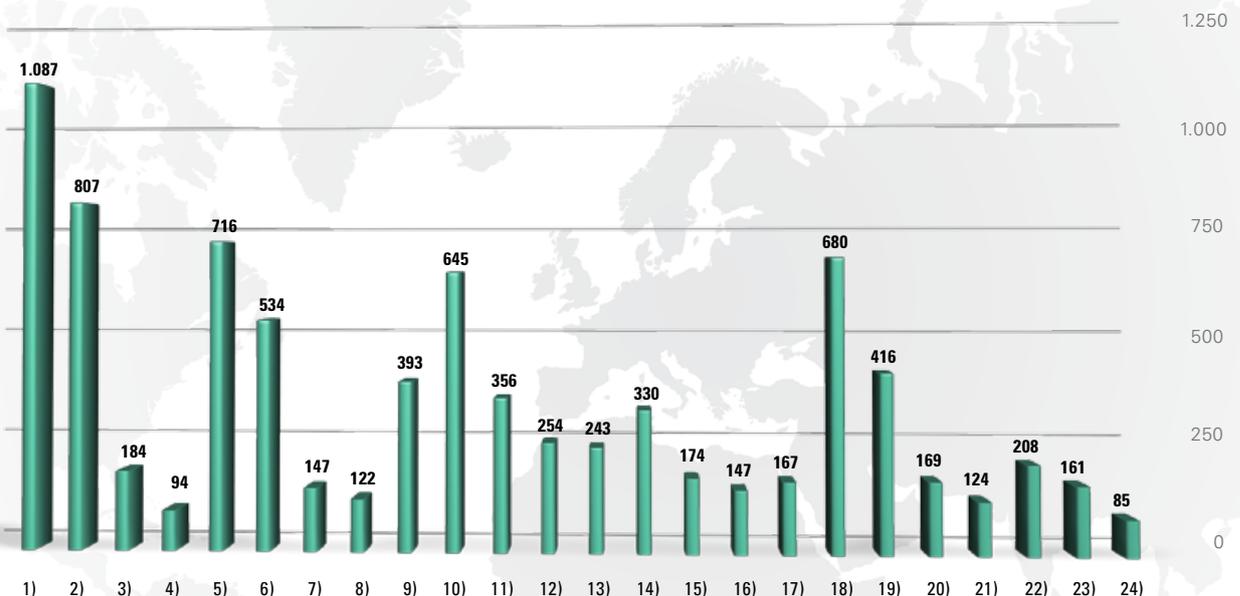
A total of 14,859² student and scientific assistants, fellows of the International Max Planck Research Schools, doctoral students, postdoctoral students, research fellows and visiting scientists worked at the MPS in the course of 2014, previous year (13,178).

Of the total staff of 17,284, 14,650 (including 4,023 scientists) were paid from institutional funds and 2,634 staff members (including 1,631 scientists) were paid from project funding.

2) Im Berichtsjahr 2013 wurden die Postdoktoranden mit TVöD-Vertrag noch nicht beim Wissenschaftlichen Nachwuchs geführt. Dies ist unter anderem ein Grund für die geringere Anzahl des Wissenschaftlichen Nachwuchses im letzten Berichtsjahr gegenüber dem Berichtsjahr 2014.

2) In the 2013 reporting year, postdocs with contracts based on the Collective Wage Agreement for the Civil Service (TVöD) were not yet included among junior scientists. This is one reason for the low number of junior scientists in the most recent reporting year compared to 2014.

NATIONALITÄTEN DER AUSLÄNDISCHEN NACHWUCHS- UND GASTWISSENSCHAFTLER IM JAHR 2014 NATIONALITIES OF JUNIOR AND VISITING SCIENTISTS FROM ABROAD IN 2014



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](#)

Der Anteil der Frauen ist insbesondere bei den Wissenschaftlern gestiegen: zum Stichtag 01.01.2015 betrug er unter den Wissenschaftlern insgesamt 29,4 % (Vorjahr: 28,5 %), 22,0 % unter den W3- und W2-Wissenschaftlern (Vorjahr: 19,9 %), 30, % unter den wissenschaftlichen TVöD-Beschäftigten (Vorjahr: 29,4 %). Unter den nichtwissenschaftlichen Beschäftigten lag der Frauenanteil bei 55,4 % (Vorjahr: 55,6 %). 38,8 % der Nachwuchs- und Gastwissenschaftler im Jahr 2014 waren Frauen (Vorjahr: 39,9 %). Bei den Beschäftigten insgesamt ist der Frauenanteil, im Vergleich zum Vorjahr, mit 44,6 % gleich geblieben.

Zum Stichtag 01.01.2015 betrug das Durchschnittsalter der Beschäftigten gesamt 39,4 Jahre, das der Wissenschaftler lag bei 39,9 Jahren.

29,2 % der Beschäftigten arbeiteten in Teilzeit (Vorjahr: 28,3 %). 62,9 % der Teilzeitbeschäftigten waren Frauen (Vorjahr: 63,3 %).

20,5 % der Gesamtbeschäftigten kamen aus dem Ausland (Vorjahr: 19,7 %). Unter den Wissenschaftlern betrug der Anteil der Ausländer 39,6 % (Vorjahr: 38,3 %), 96 der 291 Direktorenposten (33,0 %) an den Instituten waren international besetzt (Vorjahr 33,2 %). 55,5 % der Nachwuchs- und Gastwissenschaftler im Jahr 2014 hatten eine ausländische Staatsangehörigkeit (Vorjahr: 54,7 %).

AUSBILDUNGSPLÄTZE

In der Max-Planck-Gesellschaft bieten derzeit 70 Einrichtungen Ausbildungsplätze in 33 verschiedenen Ausbildungsberufen an. Zum Stichtag 01.09.2014 befanden sich insgesamt 514 Jugendliche (Vorjahr: 531) in einer Berufsausbildung. Der Anteil der weiblichen Auszubildenden liegt bei 36 %. Von den im Vorjahr angekündigten 178 Ausbildungsstellen konnten 2014 nur 146 Stellen mit Auszubildenden besetzt werden; 32 Ausbildungsplätze konnten nicht besetzt werden. Von 148 Ausbildungsabsolventen wurden 130 Jugendliche weiterbeschäftigt. Für das Ausbildungsjahr 2015/2016 wurden bisher 163 neue Ausbildungsverhältnisse angekündigt; das sind 113 über dem eigenen Bedarf.

BESCHÄFTIGUNG VON SCHWERBEHINDERTEN

Die Quote zur Beschäftigung schwerbehinderter Menschen beträgt 5 %. Die Beschäftigungsquote in der Max-Planck-Gesellschaft lag 2014 bei 4,08 % (ohne Kohlen- und Eisenforschung) und damit 0,02 Prozentpunkte höher als im Vorjahr. Es wurden durchschnittlich 562 schwerbehinderte Menschen beschäftigt. Zur Erfüllung der Pflichtquote fehlten 125 Beschäftigte mit anerkannter Schwerbehinderung.

The percentage of women employed by the MPS has increased especially for the scientists: At 1st of January 2015 it was 29.4 % among scientific staff (previous year: 28.5 %), 22.0 % for scientists on W3 and W2 level (previous year: 19.9 %) and 30.1 % for scientific staff with TVöD (public remuneration scheme) (previous year: 29.4 %). Among nonscientific staff it was 55.4 % (previous year: 55.6 %). 38.8 % of junior and visiting scientists in 2014 were women (previous year: 39.9 %). The percentage of the total staff members represented by women was 44.6 %, the same as in the previous year.

The average age of the employees of the Max Planck Society on 1st of January 2015 was 39.4 years; among scientists it was 39.9.

29.2 % of staff members worked part-time (previous year: 28.3 %). 62.9 % of the part-time employees were women (previous year: 63.3 %).

Of the entire workforce, 20.5 % were from abroad (previous year: 19.7 %). Among scientists, the percentage of foreign workers was 39.6 % (previous year: 38.3 %), 96 of the 291 Directors (33.0 %) at the institutes were held by people from abroad (previous year 33.2 %). 55.5 % of the junior and visiting scientists in 2014 came from abroad (previous year: 54.7 %).

TRAINEE POSITIONS

Within the Max Planck Society, 70 institutions currently offer trainee positions in 33 different special fields. At the 1st of September 2014 a total of 514 young people were in the process of completing a vocational training (previous year: 531). Women account for 36 % of all trainees. Of the 178 trainee positions announced in the previous year, 146 could be filled with trainees. 32 trainee positions remained vacant. 130 of the 148 candidates who had completed a vocational training were offered follow-up contracts. A total of 163 new trainee positions are planned so far for 2015/2016; this exceeds our own requirements by 113.

EMPLOYMENT OF SEVERELY DISABLED PERSONS

A 5 % quota of positions is to be filled with severely disabled persons. In 2014, the quota reached throughout the Max Planck Society (excluding the MPI für Kohlenforschung and the MPI für Eisenforschung) was 4.08 %, which meant a 0.02% increase compared to the previous year. Over the year the MPS employs a total of 562 severely disabled persons. To fulfil the mandatory quota, another 125 employees with a certified severe disability would need to be employed.

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, vor allem in Israel. Dies umfasst die Vergabe von Stipendien, die Auslobung von Preisen für hervorragende wissenschaftliche Arbeiten, das Ausrichten von wissenschaftlichen Tagungen und die finanzielle Unterstützung von Forschungszentren.
Geschäftsführung: Prof. Dr. Angela D. Friederici (Vizepräsidentin der Max-Planck-Gesellschaft) und Angelika Lange-Gao.

Stand: Februar 2015

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. This includes the award of grants, the establishment of awards for outstanding scientific activities, the organisation of scientific conferences and the financial support of research centres.
CEOs: Prof. Dr. Angela D. Friederici (Vice President of the Max Planck Society) and Angelika Lange-Gao.

As of February 2015

**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: N.N.

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: N. N.

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 2015 durch den neuen HLRE3-Rechner ersetzt; die erste Inbetriebnahme ist für Juni/Juli 2015 geplant.

Geschäftsführer: 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 Rechanlagen zu lösen. In diesem Zusammenhang betreibt sie wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Informatik und fördert die Ausbildung von Fachkräften für Rechanlagen.

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

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) in 2015. The first operation is planned in June/July 2015. CEO: Prof. Dr. Thomas Ludwig

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 und für extraterrestrische Physik – 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 and for Extraterrestrial Physics – 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. Raimund Seidel und Heike Meißner

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. Raimund Seidel and Heike Meißner

**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

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

**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, 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

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 2014 wurden im MPGC 44 Promotionen abgeschlossen, 19 davon mit „Summa cum laude“. Derzeit promovieren dort 43 Doktorandinnen und Doktoranden, was einer Vollausslastung des Graduate Centers entspricht.

Geschäftsführer: Udo Schreiner und Dr. Ralf Eßmann

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. Fortyfour doctorates had been completed at the MPGC by up to and including 2014, including 19 with highest honours. 43 students are currently undertaking doctorates there, fully utilizing the Graduate Center's capacity. Managing directors: Udo Schreiner and Dr. Ralf Eßmann

EINRICHTUNGEN

MAX PLANCK DIGITAL LIBRARY, MÜNCHEN

Die Max Planck Digital Library (MPDL) ist eine anwendungs- und informationsorientierte IT-Einrichtung, die zugleich gemeinsam mit den Institutsbibliotheken das Bibliothekswesen der Max-Planck-Gesellschaft bildet und so einen wesentlichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Max Planck Gesellschaft im internationalen Wissenschaftsbetrieb leistet. Sie unterstützt die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Max-Planck-Institute mit einem breiten Portfolio an Services: Sie organisiert den Zugang zu wissenschaftlichen Zeitschriften, eBooks, Fachdatenbanken und umfangreichen Open-Access-Publikationsdienstleistungen. Die MPDL bietet umfangreiche analytische Services rund um Publikations- und publikationsmarktbezogene Daten. Teams der MPDL sind laufend in der Aufbereitung und Bereitstellung von Forschungsdaten und Forschungsergebnissen aus den 83 Max-Planck-Instituten aktiv. Die MPDL ist eine vom Senat geschaffene übergreifende Einrichtung mit einem Beirat als konstitutivem Bindeglied zwischen der MPDL und den Instituten. Der Beirat der MPDL berät gleichzeitig den Präsidenten in Bezug auf elektronische wissenschaftliche Medien und die langfristige Open Access Policy der MPG.

Leitung: Dr. Frank Sander

ARCHIV DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT, BERLIN

TAGUNGSSTÄTTEN

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

FACILITIES

MAX PLANCK DIGITAL LIBRARY, MUNICH

The Max Planck Digital Library (MPDL) is an application and information-orientated IT facility which, together with the Institute libraries, forms the library system of the Max Planck Society and thereby makes an important contribution to the competitiveness of the Max Planck Society in the international scientific arena. It supports researchers at all Max Planck Institutes with a broad portfolio of services: it organizes access to scientific journals, e-books, specialist databases and wide-ranging Open Access publication services. The MPDL provides a broad spectrum of analytical services relating to publication and publication-market data. MPDL teams are continuously involved in preparing and disseminating research data and findings from the 83 Max Planck Institutes. The MPDL is a multidisciplinary facility created by the Senate with an Advisory Board that forges a link between the MPDL and the Institutes. At the same time, the MPDL Advisory Board advises the President about electronic scientific media and tools and the long-term Open Access policy of the MPG.

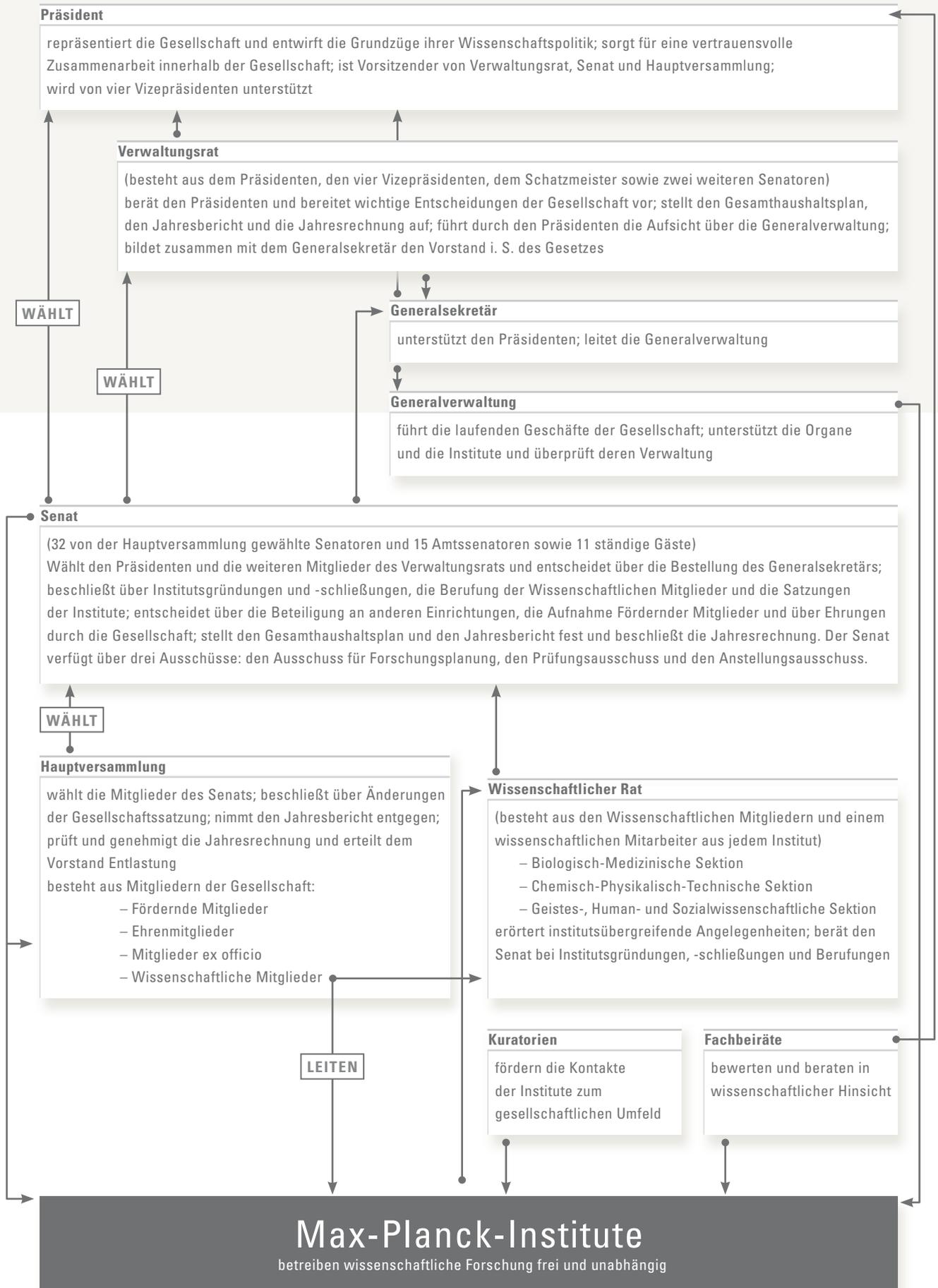
Director: Dr. Frank Sander

ARCHIVE OF THE MAX PLANCK SOCIETY, BERLIN

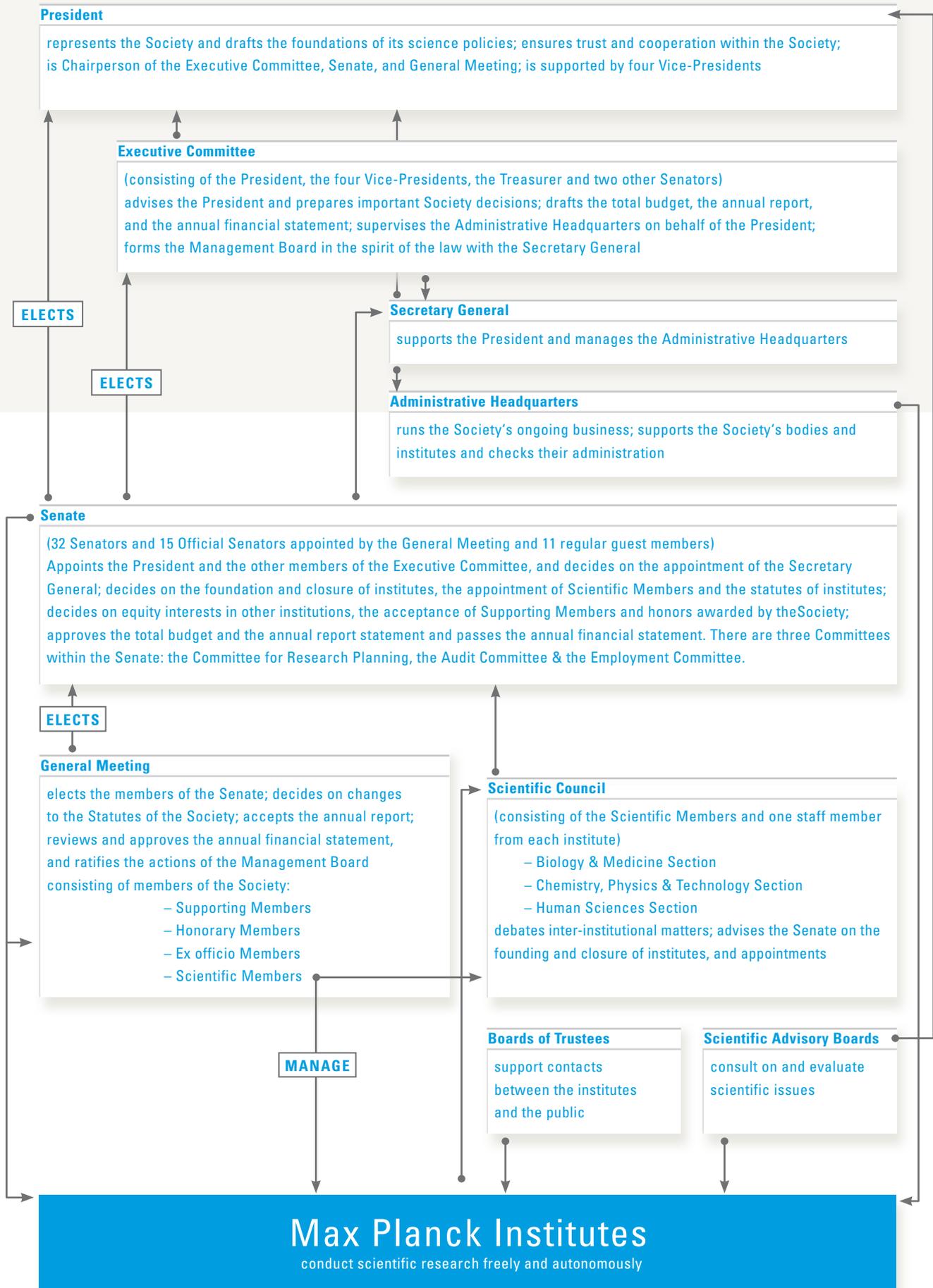
CONFERENCE SITES

Harnack-Haus Conference Venue, Berlin
Max Planck House Conference Center, Heidelberg
Max Planck House Conference Site and Guest House, Tübingen
Schloss Ringberg Conference Site, Rottach-Egern

Organigramm



Organigramme



Personelle Zusammensetzung der Organe

Staff of the Governing Bodies

Stand: März 2015 | As of: March 2015

PRÄSIDENT | PRESIDENT

Martin Stratmann, Prof. Dr., München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

VERWALTUNGSRAT | EXECUTIVE COMMITTEE

Präsident – Vorsitzender | President – Chairperson

Martin Stratmann, Prof. Dr., München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Vizepräsidenten | Vice-Presidents

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

Bill S. Hansson, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena

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

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

Schatzmeister | Treasurer

Ralf P. Thomas, Dr., Finanzvorstand der Siemens AG, 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 ab 14. Juni 2013 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, as President of the Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, he has also been a permanent guest of the Senate of the Max Planck Society since 14 June 2013.

SENAT | SENATE

Vorsitzender | Chairperson

Martin Stratmann, Prof. Dr., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Wahlensatoren | Elected Senators

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

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

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

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

Nikolaus von Bomhard, Dr., Vorsitzender des Vorstands der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München

Thomas Enders, Dr., Chief Executive Officer der Airbus Group, Blagnac, Frankreich

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

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

Sibylle Günter, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Wissenschaftliche Direktorin des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik, Garching

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

2) As President of the Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Prof. Barner is also a permanent guest of the Senate of the Max Planck Society.

Bill S. Hansson, Prof. Dr., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena

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

Berthold Huber, ehem. Erster Vorsitzender der IG Metall, Frankfurt/Main

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

Annegret Kramp-Karrenbauer, MdL, Ministerpräsidentin des Saarlandes, Saarbrücken

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

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

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

Angelika Niebler, MdeP, Dr., Vaterstetten, Mitglied des Europäischen Parlaments

Krista Sager, Hamburg, ehem. Mitglied des Deutschen Bundestages

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

Ralf P. Thomas, Dr., Schatzmeister der Max-Planck-Gesellschaft, Finanzvorstand der Siemens AG, München

Stanislaw Tillich, MdL, 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., Stellv. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie, Potsdam

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

Amtssenatoren | Ex officio members

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

Rudolf I. Amann, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Bremen, als Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

Eberhard Bodenschatz, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen, als Vorsitzender der Chemisch-Technisch-Physikalischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

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

Jens Bullerjahn, MdL, 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 Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts zur Erforschung von Gemeinschaftsgütern, Bonn, als Vorsitzender der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft

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

Ariane Leendertz, Dr., wissenschaftliche Mitarbeiterin des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung, Köln, als von der Geistes-, Sozial- und Humanwissenschaftlichen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft gewähltes Mitglied

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

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

Ehrenmitglieder des Senats | **Honorary Members of the Senate**

Peter Gruss, Prof. Dr., Martinsried, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft von 2002 bis 2014, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut)

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

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

Jean-Pierre Bourguignon, Prof., als Präsident des European Research Council, Brüssel, Belgien

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

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

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

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

Hartmut Möllring, Minister für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg, als Vertreter der Länder

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

Manfred Prenzel, Prof. Dr., als Vorsitzender des Wissenschaftsrates, Köln

Cornelia Quennet-Thielen, Staatssekretärin im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, als Vertreterin des Bundes

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

**SENATSAUSSCHUSS FÜR FORSCHUNGSPLANUNG
SENATE COMMITTEE FOR RESEARCH PLANNING****Vorsitzender | Chairperson**

Martin Stratmann, Prof. Dr., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Mitglieder von Amts wegen | Ex officio members

Rudolf I. Amann, Prof. Dr., Vorsitzender der Biologisch-Medizinischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Bremen

Eberhard Bodenschatz, Prof. Dr., Vorsitzender der Chemisch-Technisch-Physikalischen Sektion des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen

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

Ute Frevert, Prof. Dr., Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rates der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktorin am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin

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

Bill S. Hansson, Prof. Dr., Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft, Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Jena

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

3) Prof. Barner is also an elected Senator of the Max Planck Society.

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

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

Ariane Leendertz, Dr., wissenschaftliche Mitarbeiterin des Max-Planck-Instituts für Gesellschaftsforschung, Köln

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

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

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

4) Professor Barner is an elected Senator of the Max Planck Society and, as President of the Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, he is also a permanent guest of the Senate of the Max Planck Society.

Vom Senat gewählte Mitglieder | Elected members

Andreas Barner⁴, 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 Zylicz, Prof. Dr. Dr. h. c., President and Executive Director of the Foundation for Polish Science, Warschau, Polen

ANSTELLUNGS-AUSSCHUSS DES SENATS
EMPLOYMENT COMMITTEE OF THE SENATE

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

Berthold Huber, Frankfurt/Main, ehem. Erster Vorsitzender 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

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

Martin Stratmann, Prof. Dr., Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München, Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf

Mitglieder | Members

s. im Internet unter www.mpg.de/foerdernde_mitglieder, über Fördernde Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft, unter www.mpg.de/115921/Wissenschaftliche_Mitglieder, Wissenschaftliche Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft
For details on our supporting members please go to the link on our homepage at http://www.mpg.de/7676054/supporting_members, for the scientific members see www.mpg.de/115929/scientific-members.

WISSENSCHAFTLICHER RAT | SCIENTIFIC COUNCIL

Vorsitzende | Chairperson

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

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson

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

Mitglieder und Gäste | Members and Guests

s. die Darstellung über den Wissenschaftlichen Rat im Organigramm im Internet unter

<http://www.mpg.de/246428/Organigramm>

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

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

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson

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

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

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

Stellvertretender Vorsitzender | Vice Chairperson

Jan-Michael Rost, Prof. Dr., Wissenschaftliches Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

Schlichtungsberater | Mediators

Rüdiger Berger, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung, Mainz

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 Geschäftsführender Direktor des Max-Planck-Instituts 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 Direktor am Max-Planck-Institut für ausländisches und internationales Strafrecht, Freiburg

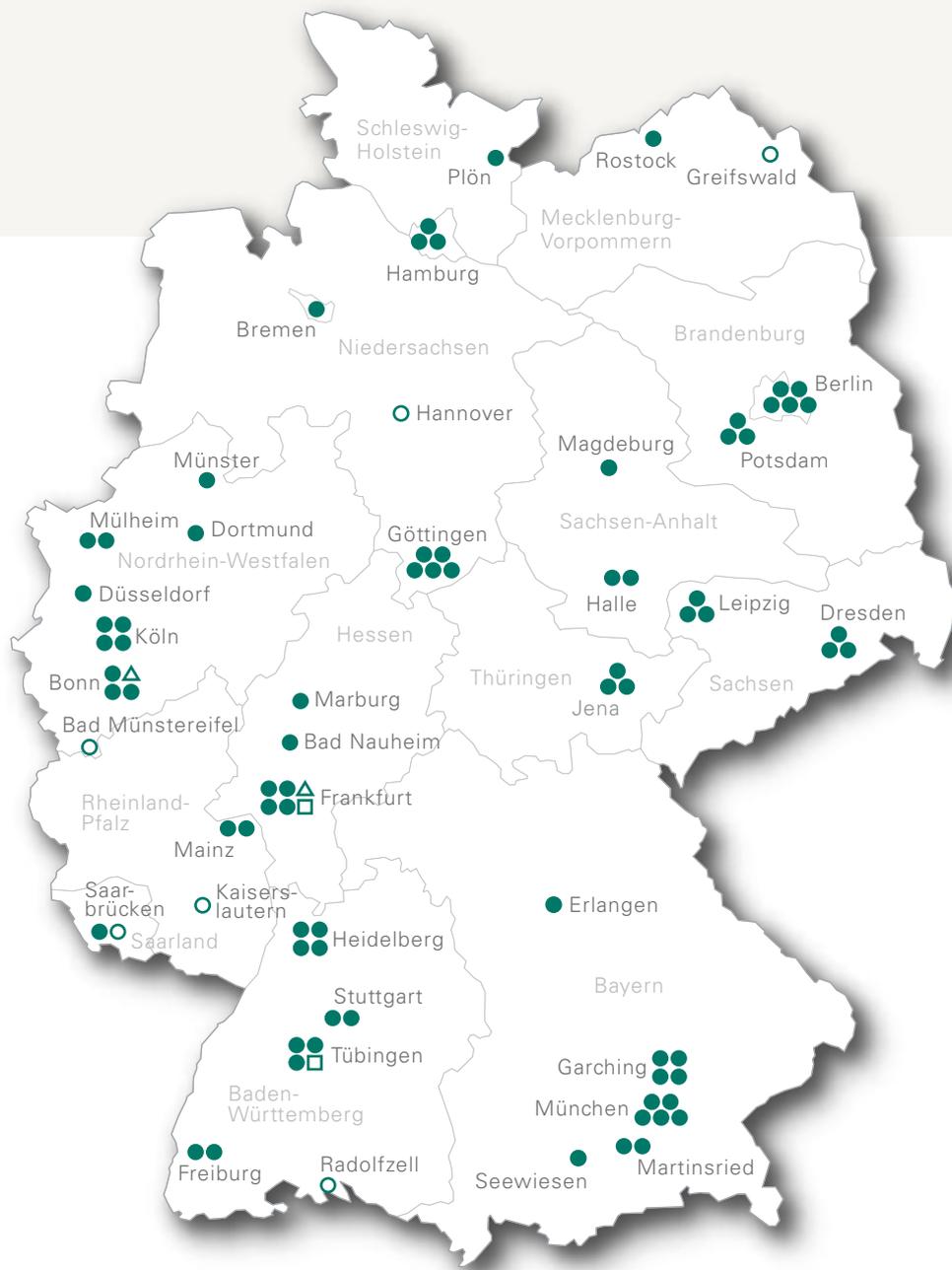
Wolfgang Prinz, Prof. Dr., Steinhagen, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften

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: 1. März 2015 | As of 1st March 2015



- 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 Selbst-organisation
- MPI zur Erforschung multireligiöser und multiethnischer Gesellschaften
- MPI für experimentelle Medizin
- MPI für Sonnensystemforschung
[MPI for Biophysical Chemistry](#)
[MPI for Dynamics and Self-Organization](#)
[MPI for the Study of Religious and Ethnic Diversity](#)
[MPI for Experimental Medicine](#)
[MPI for Solar System Research](#)

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 Menschheitsgeschichte
[MPI for Biogeochemistry](#)
[MPI for Chemical Ecology](#)
[MPI for the Science of Human History](#)

Kaiserslautern

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

Köln | Cologne

- MPI für Biologie des Alterns
- MPI für Gesellschaftsforschung
- MPI für Stoffwechselforschung
- MPI für Pflanzenzüchtungsforschung
[MPI for Biology of Ageing](#)
[MPI for the Study of Societies](#)
[MPI for Metabolism Research](#)
[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

- MPI für Ornithologie, Seewiesen, Teilinstitut Radolfzell
[MPI for Ornithology, Radolfzell](#)

Rostock

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

Saarbrücken

- MPI für Informatik
- Teilinstitut des MPI für Softwaresysteme (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 2014 der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.

ALLGEMEINES

Als Anhang zum Jahresbericht 2014 wird der Hauptversammlung der Mitglieder der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (Max-Planck-Gesellschaft) die geprüfte Jahresrechnung 2014¹ - vorbehaltlich der satzungsgemäßen Behandlung durch den Verwaltungsrat in der Sitzung am 17. Juni 2015 und durch den Senat in der Sitzung am 18. Juni 2015² - zur Prüfung und Genehmigung in der Sitzung am 18. Juni 2015² vorgelegt.

Die Jahresrechnung 2014 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 2014 entsprechend dem ihr von der Hauptversammlung der Mitglieder im Jahr 2014 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 (ab 2015 „Nicht aus öffentlichen Mitteln finanziertes Vermögen“ gem. BewGr-MPG) der Max-Planck-Gesellschaft – gemäß den von der Hauptversammlung der Mitglieder 2014 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 Anteilfinanzierung im Jahr 2014 wieder deutlich. Dies sichert der Max-Planck-Gesellschaft eine verlässliche Planungsperspektive, um angesichts des stetig steigenden Investitionsbedarfs in der Spitzenforschung über die Kompensation von Preis- und Tarifsteigerungen hinaus weiterhin innovative Forschungsgebiete frühzeitig zu erschließen und im internationalen wissenschaftlichen Wettbewerb zu den besten Forschungseinrichtungen weltweit gehören zu können.

Das Rechnungsjahr 2014 schloss für die Max-Planck-Gesellschaft insgesamt mit Einnahmen und Ausgaben in Höhe von 2.068,9 Mio. EUR (2013: 1.940,5 Mio. EUR), was einem Anstieg gegenüber dem Vorjahr um 128,4 Mio. EUR (6,6 %) entspricht. Im Rechnungsjahr nicht verausgabte Mittel werden innerhalb der besonderen Finanzierungsausgaben in das Folgejahr zur plan- und zielgerechten Verausgabung übertragen. Im Bereich der Anteilfinanzierung übertragbare Mittel werden insbesondere für die Verwirklichung strategischer Vorhaben eingesetzt, die nach erfolgtem Präsidentenwechsel sukzessive realisiert werden.

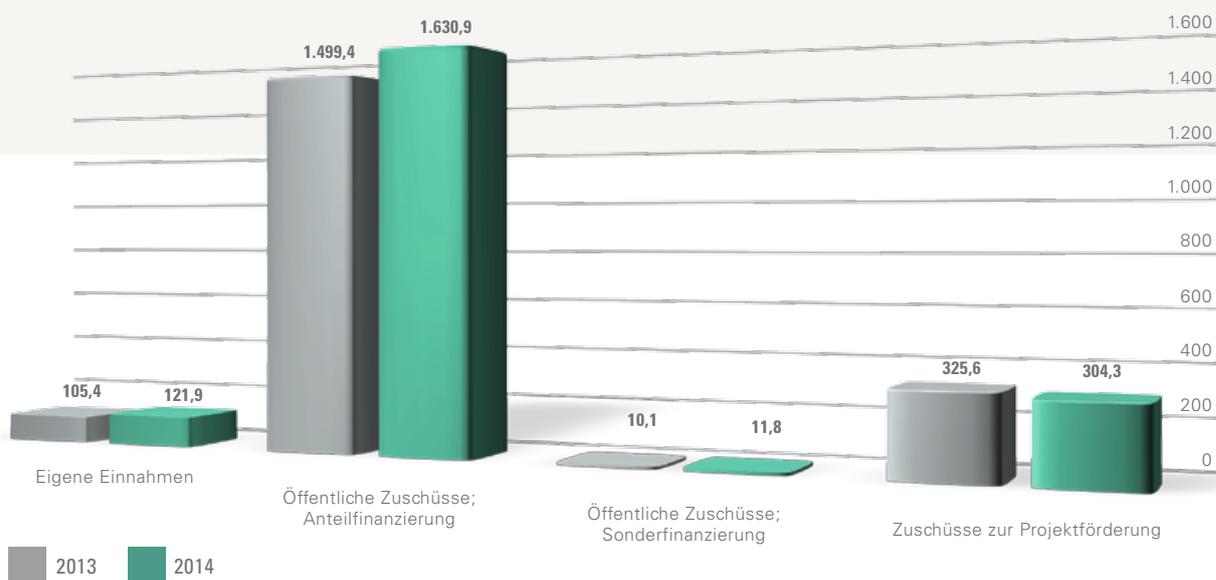
Die nachfolgende Übersicht stellt die Einnahmen und Ausgaben des Rechnungsjahres im Vergleich zum Vorjahr dar. Die Veränderung gegenüber dem Vorjahr ist absolut und prozentual für jeden Posten angegeben:

Einnahmen (in Mio. Euro)	2014		2013		Veränderung zum Vorjahr	
Eigene Einnahmen	121,9	(5,9 %)	105,4	(5,4 %)	16,5	(15,7 %)
Öffentliche Zuschüsse zur institutionellen Förderung						
• Anteilfinanzierung	1.630,9	(78,8 %)	1.499,4	(77,3 %)	131,5	(8,8 %)
• Sonderfinanzierung	11,8	(0,6 %)	10,1	(0,5 %)	1,7	(16,8 %)
Zuschüsse zur Projektförderung	304,3	(14,7 %)	325,6	(16,8 %)	-21,3	(-6,5 %)
SUMME EINNAHMEN	2.068,9	(100,0 %)	1.940,5	(100,0 %)	128,4	(6,6 %)
Ausgaben (in Mio. Euro)						
Personalausgaben	777,3	(37,6 %)	750,1	(38,7 %)	27,2	(3,6 %)
Sächliche Ausgaben	595,4	(28,7 %)	554,4	(28,5 %)	41,0	(7,4 %)
Zuschüsse (ohne Investitionen)	176,2	(8,5 %)	168,8	(8,7 %)	7,4	(4,4 %)
Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen	402,5	(19,5 %)	345,2	(17,8 %)	57,3	(16,6 %)
SUMME AUSGABEN	1.951,4	(94,3 %)	1.818,5	(93,7 %)	132,9	(7,3 %)
Besondere Finanzierungsausgaben	117,5	(5,7 %)	122,0	(6,3 %)	-4,5	(-3,7 %)
MITTELVERWENDUNG	2.068,9	(100,0 %)	1.940,5	(100,0 %)	128,4	(6,6 %)

Einnahmen

Die **Einnahmen** der Max-Planck-Gesellschaft erhöhten sich im Jahr 2014 um 128,4 Mio. EUR (6,6 %) auf 2.068,9 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 2013 / 2014 (in Mio. Euro)



Die **eigenen Einnahmen** erhöhten sich um 16,5 Mio. EUR (15,7 %) auf 121,9 Mio. EUR. Ausgewiesen werden u. a. die Einnahmen aus Lizenzen bzw. Patentverwertungen, Einnahmen aus wissenschaftlichen Untersuchungen und Gutachten sowie sonstige Einnahmen.

Die **Zuschüsse zur Anteilfinanzierung** erhöhten sich insgesamt um 131,5 Mio. EUR (8,8 %) auf 1.630,9 Mio. EUR. Sie enthalten die laufenden Zuschüsse des Jahres sowie übertragbare Mittel aus dem Vorjahr.

Die Aufteilung der Zuschüsse zwischen dem Allgemeinen Haushalt und dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik ist aus nachfolgender Übersicht ersichtlich:

Anteilfinanzierung (in Mio. Euro)	2014	2013	Veränderung zum Vorjahr	
Allgemeiner Haushalt				
Laufende Zuschüsse				
Bewilligte Zuschüsse (ohne Anteil der MPI für Eisenforschung und für Kohlenforschung)	1.467,4	1.397,1	70,3	(5,0 %)
Umsetzungen in der Antragsgemeinschaft	-6,6	-0,9	-5,7	(-0,4 %)
Summe laufende Zuschüsse	1.460,8	1.396,2	64,6	(4,6 %)
Übertragbare Mittel aus Vorjahren	62,2	-2,4	64,6	
MPI für Plasmaphysik				
Laufende Zuschüsse	106,7	105,6	1,1	(1,0 %)
Übertragbare Mittel aus Vorjahren	1,2	0,0	1,2	
GESAMT	1.630,9	1.499,4	131,5	(8,8 %)

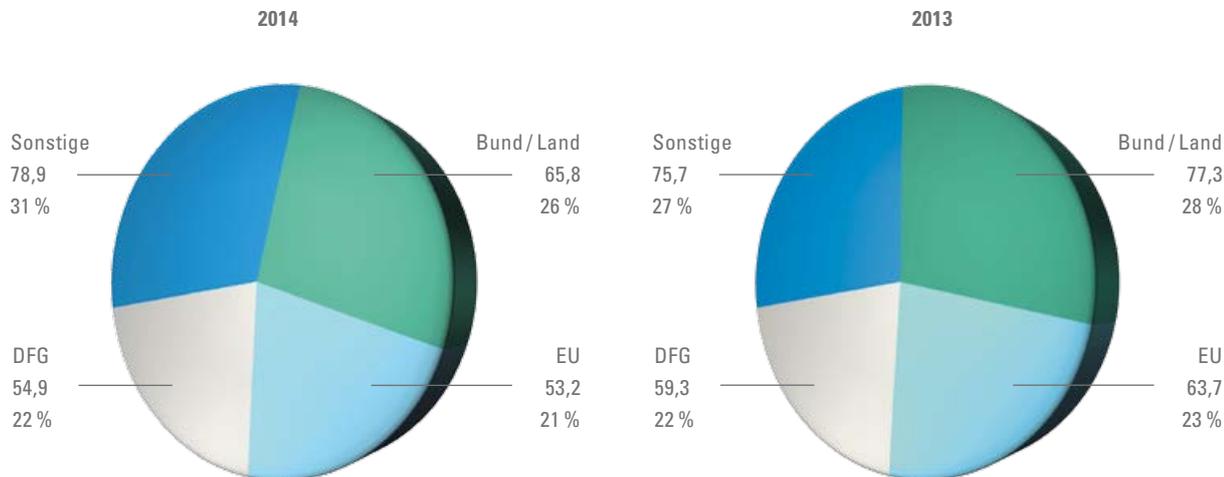
Die bewilligten Zuschüsse des Allgemeinen Haushalts weisen aufgrund der **Fortschreibung des Pakts für Forschung und Innovation** gegenüber dem Vorjahr einen Anstieg um 5,0 % auf. Nach Umsetzungen innerhalb der Antragsgemeinschaft ergibt sich ein Anstieg der laufenden Zuschüsse für die Max-Planck-Gesellschaft (ohne die rechtlich selbständigen Institute für Eisenforschung und für Kohlenforschung) um 64,6 Mio. EUR (4,6 %) auf 1.460,8 Mio. EUR. Die überjährig verfügbaren Mittel der Anteilfinanzierung des Allgemeinen Haushalts aus dem Vorjahr in Höhe von 62,2 Mio. EUR wurden in das Berichtsjahr übertragen und erhöhten die ausgewiesenen Zuschüsse.

Die **Zuschüsse zur Sonderfinanzierung** (siehe Tabelle S. 129) betreffen nur den Allgemeinen Haushalt. Gegenüber dem Vorjahr ergibt sich insgesamt ein Anstieg um 1,7 Mio. EUR (16,8 %) auf 11,8 Mio. EUR.

Die **Zuschüsse zur Projektförderung** (siehe Tabelle S. 129) verminderten sich um 21,3 Mio. EUR (-6,5 %) auf 304,3 Mio. EUR. Sie umfassen damit insgesamt 14,7 % der Gesamteinnahmen.

Die laufenden Zuschüsse zur Projektförderung in Höhe von 252,8 Mio. EUR (Vorjahr: 276,0 Mio. EUR) – ohne übertragbare Mittel aus dem Vorjahr in Höhe von 51,5 Mio. EUR (Vorjahr: 49,6 Mio. EUR) – gliedern sich wie folgt nach Zuschussgebern auf:

AUFGLIEDERUNG NACH ZUSCHUSSGEBER (in Mio. Euro)

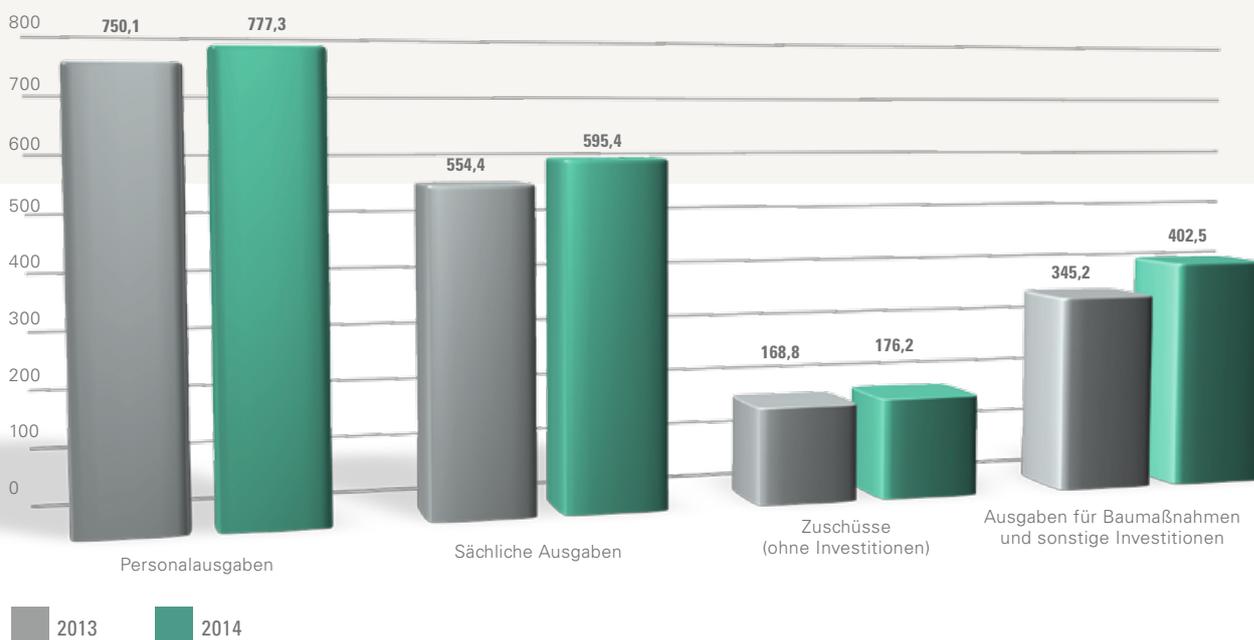


Im Allgemeinen Haushalt verminderten sich im Vergleich zum Vorjahr die laufenden Zuschüsse zur Projektförderung von 255,6 Mio. EUR auf 221,3 Mio. EUR, während im Haushalt B ein Anstieg von 20,4 Mio. EUR im Vorjahr auf 31,5 Mio. EUR zu verzeichnen ist.

Ausgaben

Die **Ausgaben** erhöhten sich im Jahr 2014 gegenüber dem Vorjahr um 132,9 Mio. EUR (7,3 %) auf 1.951,4 Mio. EUR. Die Ausgaben sind im nachfolgenden Diagramm graphisch dargestellt:

AUFGLIEDERUNG DER AUSGABEN 2013 / 2014 (in Mio. Euro)



Die einzelnen Posten sowie ihre Veränderung gegenüber dem Vorjahr (siehe Tabelle S. 129) werden nachfolgend näher erläutert.

Die **Personalausgaben** weisen vor dem Hintergrund der Anhebung der TVöD-Entgelte sowie der Dienstbezüge nach dem Bundesbesoldungsgesetz (im Berichtsjahr zum 1. März 2014) einen Anstieg um 27,2 Mio. EUR (3,6 %) auf 777,3 Mio. EUR auf. Detaillierte Ausführungen zum Bereich Personal finden sich im Jahresbericht (Kapitel „Zentrale Angelegenheiten, Personal“).

Die **sächlichen Ausgaben** erhöhten sich um 41,0 Mio. EUR (7,4 %) auf 595,4 Mio. EUR. Im Allgemeinen Haushalt sind insbesondere höhere Ausgaben für Gebäudeunterhalt (+10,6 Mio. EUR), Gebäudebewirtschaftung (+3,5 Mio. EUR) sowie für Softwarelizenzen (+8,0 Mio. EUR) angefallen.

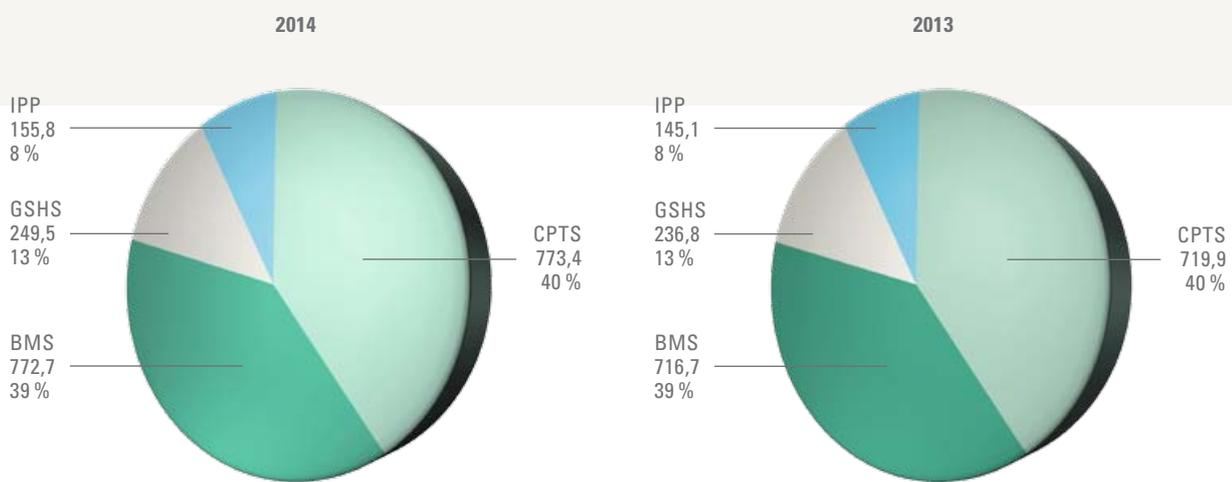
Die **Zuschüsse (ohne Investitionen)** erhöhten sich um 7,4 Mio. EUR (4,4 %) auf 176,2 Mio. EUR. In dieser Position werden im Wesentlichen die Ausgaben für die Nachwuchsförderung in Höhe von 123,9 Mio. EUR ausgewiesen.

Die **Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen** weisen gegenüber dem Vorjahr einen Anstieg um 57,3 Mio. EUR (16,6 %) auf 402,5 Mio. EUR aus. Während die Ausgaben für Baumaßnahmen in Höhe von 137,4 Mio. EUR im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert sind, sind die Ausgaben für sonstige Investitionen deutlich auf 265,1 Mio. EUR (Vorjahr 205,8 Mio. EUR) gestiegen. Der Anstieg ist im Allgemeinen Haushalt maßgeblich auf das im Berichtsjahr beschlossene und durchgeführte Programm zur Erneuerung der apparativen Ausstattung der Institute und Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft (Großgeräte-Erneuerungsprogramm) zurückzuführen.

In den Ausgaben für Baumaßnahmen sind im Jahr 2014 wesentliche Beträge unter anderem für die Institutsneubauten des MPI für die Physik des Lichts in Erlangen (14,7 Mio. EUR), des MPI für Hirnforschung in Frankfurt/Main (9,0 Mio. EUR), des MPI für Sonnensystemforschung in Göttingen (8,1 Mio. EUR) sowie des MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam-Golm (7,3 Mio. EUR) enthalten.

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

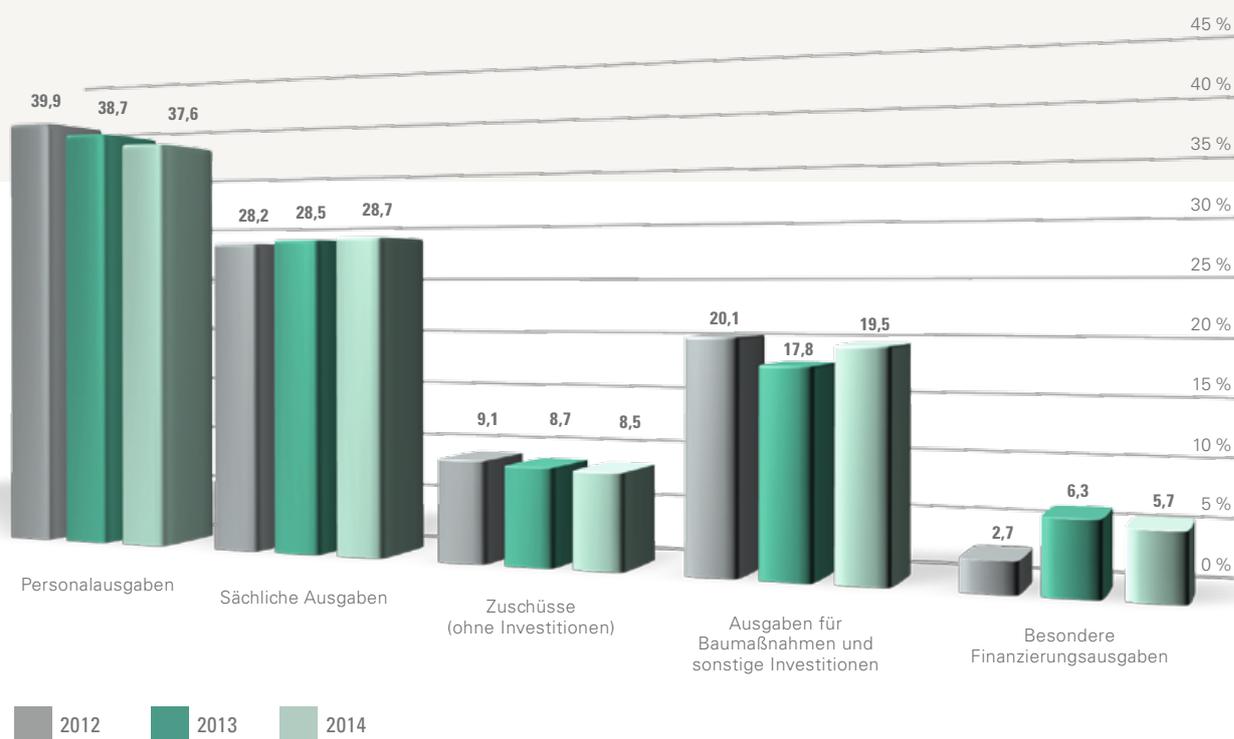
AUFTEILUNG DER AUSGABEN NACH SEKTIONEN (in Mio. Euro)



- 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 2012 – 2014 (in % der Gesamtausgaben)



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

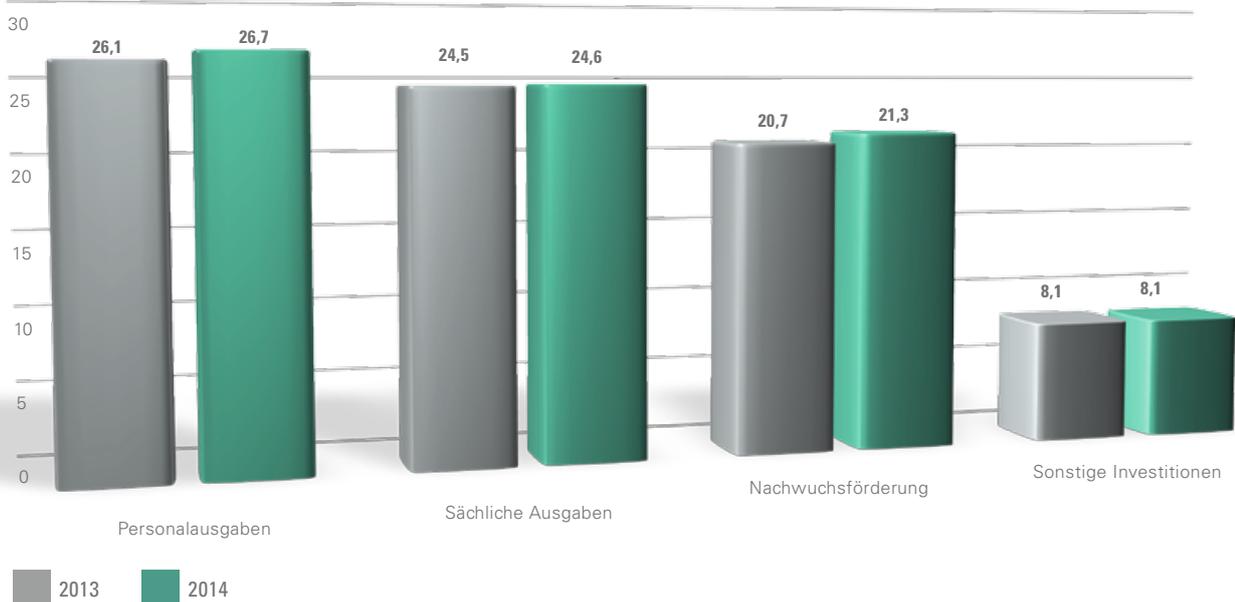
Gegenüber dem Vorjahr zeigt die Ausgabenentwicklung im Jahr 2014, dass der Anteil der sächlichen Ausgaben mit 28,7 % der Gesamtausgaben leicht gestiegen ist. Ebenfalls gestiegen ist der Anteil der Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen auf 19,5 % der Gesamtausgaben. Leicht vermindert haben sich jeweils der quotale Anteil der Personalausgaben mit 37,6 % und der Zuschüsse (ohne Investitionen) mit 8,5 % der Gesamtausgaben. Die besonderen Finanzierungsausgaben (siehe Seite 135) machen einen Anteil von 5,7 % aus.

Eines der wichtigen Elemente des Haushaltsvollzugs war im Jahr 2014 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 für Maßnahmen 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 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 2014 auf 80,7 Mio. EUR (Vorjahr: 79,4 Mio. EUR) und ist damit nahezu unverändert zum Vorjahr.

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. Gegenüber dem Vorjahr verminderten sich die besonderen Finanzierungsausgaben um 4,5 Mio. EUR (-3,7 %) auf 117,5 Mio. EUR. Bezogen auf den Allgemeinen Haushalt ergibt sich für den Bereich der Anteilfinanzierung ein Volumen von 78,0 Mio. EUR (Vorjahr: 62,2 Mio. EUR) an überjährig verfügbaren Mitteln. Die Übertragung in das Folgejahr ist im Rahmen der Selbstbewirtschaftung erfolgt. Im Bereich der Projektförderung im Allgemeinen Haushalt ergeben sich besondere Finanzierungsausgaben (bereits saldiert mit Vorgriffen) in Höhe von 36,7 Mio. EUR (Vorjahr: 57,2 Mio. EUR).

II. Erläuterungen zur Vermögensübersicht

Die Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2014 weist eine Bilanzsumme von 2.598,9 Mio. EUR (2013: 2.894,9 Mio. EUR) aus.⁴ Der Rückgang der Bilanzsumme um 296,0 Mio. EUR (-10,2 %) ist hauptsächlich durch den verminderten Ausweis des Sachanlagevermögens im Hinblick auf die ab dem 1.1.2015 für die Max-Planck-Gesellschaft anzuwendende handelsrechtliche Bilanzierung bedingt.

Nachfolgende Aufstellung zeigt die Veränderung der einzelnen Bilanzposten der **Aktiva** zum 31. Dezember 2014 gegenüber dem Vorjahresstichtag. Die Veränderung der Posten ist absolut und prozentual zum Vorjahr angegeben:

Aktiva (in Mio. Euro)	2014		2013		Veränderung	
Anlagevermögen						
Immaterielle Vermögensgegenstände	7,8	(0,3 %)	9,1	(0,3 %)	-1,3	(-14,3 %)
Sachanlagen	2.125,9	(81,8 %)	2.470,4	(85,3 %)	-344,5	(-13,9 %)
Finanzanlagen	128,0	(4,9 %)	133,5	(4,6 %)	-5,5	(-4,1 %)
Summe Anlagevermögen	2.261,7	(87,0 %)	2.613,0	(90,2 %)	-351,3	(-13,4 %)
Umlaufvermögen						
Vorräte	10,5	(0,4 %)	10,2	(0,4 %)	0,3	(2,9 %)
Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände	252,4	(9,7 %)	146,9	(5,1 %)	105,5	(71,8 %)
Wertpapiere	0,6	(0,0 %)	0,6	(0,0 %)	0,0	(0,0 %)
Kasse, Bank-, Postgiroguthaben	65,0	(2,5 %)	116,3	(4,0 %)	-51,3	(-44,1 %)
Summe Umlaufvermögen	328,5	(12,6 %)	274,0	(9,5 %)	54,5	(19,9 %)
Aktive Rechnungsabgrenzungsposten	8,7	(0,4 %)	7,9	(0,3 %)	0,8	(10,1 %)
GESAMT	2.598,9	(100,0 %)	2.894,9	(100,0 %)	-296,0	(-10,2 %)

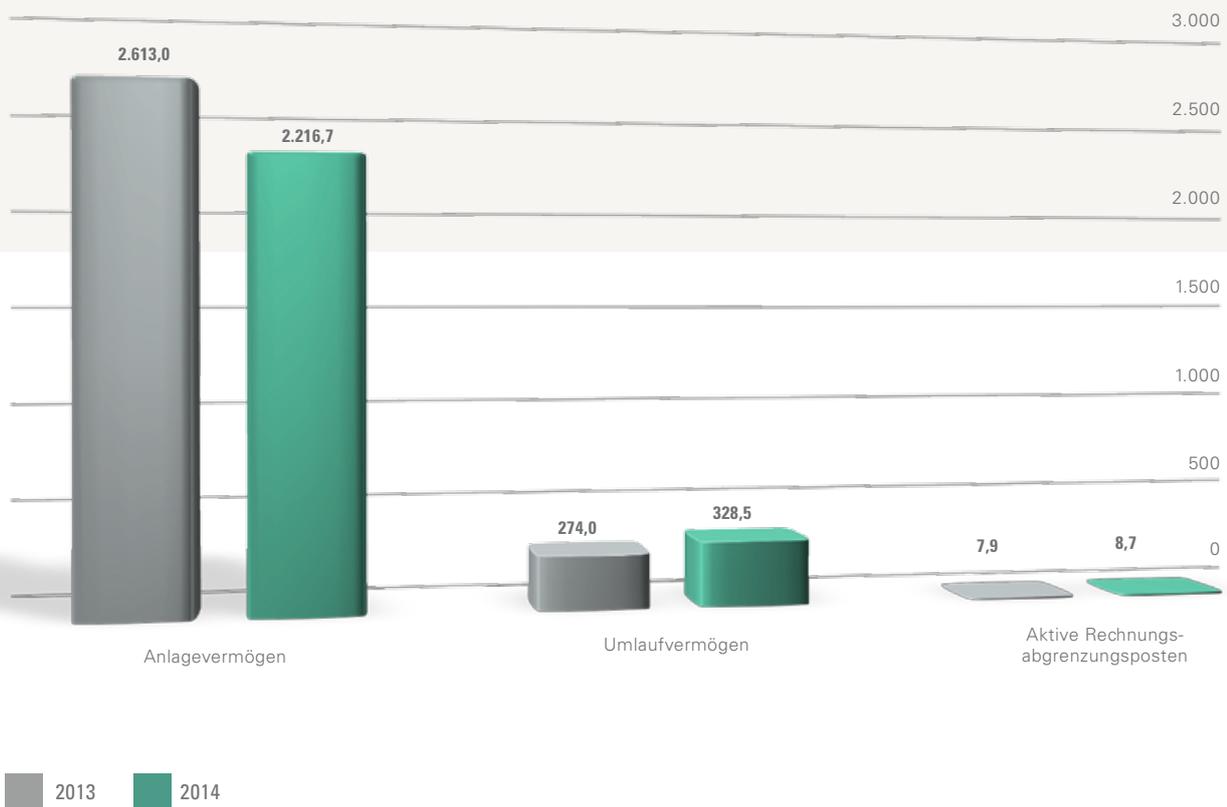
Nachfolgende Aufstellung zeigt die Veränderung der einzelnen Bilanzposten der **Passiva** zum 31. Dezember 2014 gegenüber dem Vorjahresstichtag. Die Veränderung der Posten ist absolut und prozentual zum Vorjahr angegeben:

Passiva (in Mio. Euro)	2014		2013		Veränderung	
Reinvermögen	1.983,8	(76,3 %)	2.354,8	(81,3 %)	-371,0	(-15,8 %)
Rückstellungen	349,6	(13,5 %)	315,2	(10,9 %)	34,4	(10,9 %)
Verbindlichkeiten						
• gegenüber Kreditinstituten	0,8	(0,0 %)	1,2	(0,0 %)	-0,4	(-33,3 %)
• aus Lieferungen und Leistungen	51,9	(2,0 %)	44,6	(1,5 %)	7,3	(16,4 %)
• gegenüber verbundenen Unternehmen und Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	7,8	(0,3 %)	5,9	(0,2 %)	1,9	(32,2 %)
• sonstige Verbindlichkeiten	33,2	(1,3 %)	16,7	(0,6 %)	16,5	(98,8 %)
Summe Verbindlichkeiten	93,7	(3,6 %)	68,4	(2,4 %)	25,3	(37,0 %)
Passive Rechnungsabgrenzungsposten	171,8	(6,6 %)	156,5	(5,4 %)	15,3	(9,8 %)
GESAMT	2.598,9	(100,0 %)	2.894,9	(100,0 %)	-296,0	(-10,2 %)

⁴ Die Gliederung der Vermögensübersicht des MPI für Plasmaphysik wurde an die Gliederung des Allgemeinen Haushalts der Max-Planck-Gesellschaft angepasst.

Aktiva

AKTIVA 2013 / 2014 (in Mio. Euro)



Das **Anlagevermögen** weist gegenüber dem Vorjahr einen um insgesamt 351,3 Mio. EUR (-13,4 %) verminderten Bestand von 2.261,7 Mio. EUR aus.

Wesentlich verminderte sich dabei das Sachanlagevermögen. Die Entwicklung des Sachanlagevermögens zum 31.12.2014 wurde im Berichtsjahr wesentlich geprägt durch Ansatz- und Bewertungsanpassungen, die in Vorbereitung auf die ab dem 1.1.2015 für die Max-Planck-Gesellschaft anzuwendende Bilanzierung nach handelsrechtlichen Grundsätzen vorzunehmen waren. Dies führte insbesondere im Immobilienbereich einschließlich Anlagen im Bau zu Bereinigungen um nicht aktivierungsfähige Baukosten in Höhe von ca. 350 Mio. EUR. Bei den übrigen Sachanlagen wirkten sich insbesondere eine einmalige Wertberichtigung in Höhe von 67,1 Mio. EUR (Bibliotheksbestände), die aufgrund der ab dem 1.1.2015 anzuwendenden Bilanzierungsregeln vorgenommen wurde, sowie eine im Berichtsjahr flächendeckend durchgeführte körperliche Bestandsaufnahme auf die Entwicklung zum 31.12.2014 aus.

Der Anlagenspiegel (Seite 144) zeigt die Buchwertentwicklung der **immateriellen Vermögensgegenstände** und der **Sachanlagen** für das Berichtsjahr. Insgesamt wurden Zugänge in Höhe von 505,2 Mio. EUR aktiviert. Der Bestand verminderte sich durch Abgänge von insgesamt 466,2 Mio. EUR, die insbesondere durch die Bereinigungen im Immobilienbereich einschließlich Anlagen im Bau beeinflusst sind. Die Abschreibungen beliefen sich auf 384,8 Mio. EUR (inklusive Wertberichtigung Bibliotheksbestände).

Die **Finanzanlagen** verminderten sich um 5,5 Mio. EUR (-4,1%) auf 128,0 Mio. EUR. Im Berichtsjahr sind Finanzanlagen veräußert worden, um daraus erzielte liquide Mittel zweckentsprechend zu verwenden.

Das **Umlaufvermögen** weist einen Anstieg um 54,5 Mio. EUR (19,9%) auf 328,5 Mio. EUR aus.

Der Bestand an **Vorräten** erhöhte sich geringfügig um 0,3 Mio. EUR (2,9%) auf 10,5 Mio. EUR. In der Position sind im Wesentlichen die Materialbestände der Institute ausgewiesen.

Die **Forderungen und sonstigen Vermögensgegenstände** erhöhten sich gegenüber dem Vorjahresstichtag um 105,5 Mio. EUR (71,8%) auf 252,4 Mio. EUR. In der Position sind Forderungen an Zuwendungsgeber wesentlich. Diese enthalten zum Stichtag Selbstbewirtschaftungsmittel in Höhe von 113,0 Mio. EUR (Vorjahr: 55,2 Mio. EUR).

Die **Wertpapiere des Umlaufvermögens** sind mit 0,6 Mio. EUR unverändert.

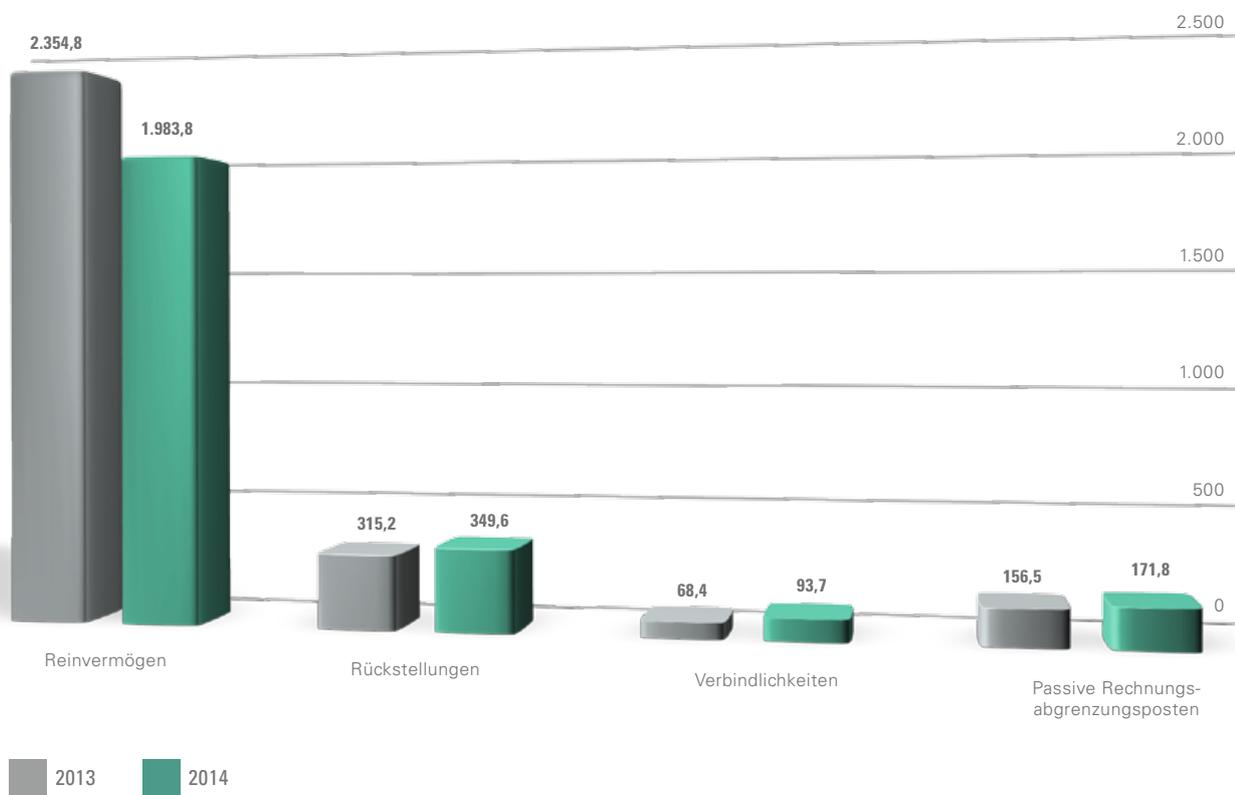
Der Bestand an **liquiden Mitteln** (Kassenbestände, Bankguthaben) verminderte sich um 51,3 Mio. EUR (-44,1%) auf 65,0 Mio. EUR. Die Entwicklung hängt im Wesentlichen zusammen mit dem zum Stichtag ausgewiesenen höheren Bestand an Forderungen gegen Zuwendungsgeber betreffend Selbstbewirtschaftungsmittel.

Der **aktive Rechnungsabgrenzungsposten** weist einen Anstieg um 0,8 Mio. EUR (10,1%) auf 8,7 Mio. EUR auf und enthält im Wesentlichen Personalausgaben für das Folgejahr.

Das **Treuhandvermögen** verminderte sich um 1,4 Mio. EUR auf 45,9 Mio. EUR. Hier sind im Wesentlichen treuhänderisch verwaltete EU-Projektmittel ausgewiesen (44,9 Mio. EUR).

Passiva

PASSIVA 2013 / 2014 (in Mio. Euro)



Das **Reinvermögen** der Max-Planck-Gesellschaft verminderte sich gegenüber dem Vorjahresstichtag um 371,0 Mio. EUR (-15,8 %) auf 1.983,8 Mio. EUR. Die Entwicklung ist im Wesentlichen durch die Bereinigungen im Sachanlagevermögen verursacht.

Die **Rückstellungen** erhöhten sich gegenüber dem Vorjahresstichtag um 34,4 Mio. EUR (10,9 %) auf 349,6 Mio. EUR, im Wesentlich bedingt durch den Anstieg der Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen um 34,9 Mio. EUR auf 342,0 Mio. EUR.

Die **Verbindlichkeiten** weisen einen Anstieg um insgesamt 25,3 Mio. EUR (37,0 %) auf 93,7 Mio. EUR aus. Dabei sind insbesondere Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen sowie sonstige Verbindlichkeiten gestiegen. Letztere sind durch einen zum Bilanzstichtag erstmals erfolgten unsaldierten Ausweis von Verbindlichkeiten betr. Nachzahlungsverpflichtungen bzw. Erstattungen der Länder aus der endgültigen Verteilungsrechnung der Max-Planck-Gesellschaft (Nr. 13 (4) BewGr-MPG) beeinflusst (16,0 Mio. EUR); entsprechende Forderungen sind ebenfalls unsaldiert in den Aktiva ausgewiesen (13,8 Mio. EUR). Der unsaldierte Ausweis erfolgte im Hinblick auf die ab dem 1.1.2015 anzuwendende Bilanzierung nach handelsrechtlichen Grundsätzen.

Der **passive Rechnungsabgrenzungsposten** ist um 15,3 Mio. EUR (9,8 %) auf 171,8 Mio. EUR gestiegen. 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 dem höheren Volumen an überjährig verfügbaren Mitteln der Anteilfinanzierung.

III. Einnahmen- und Ausgabenrechnung für das Kalenderjahr 2014

	Ist 2014	Ist 2013
Einnahmen (in Euro)		
Eigene Einnahmen	121.953.578,33	105.350.036,37
Öffentliche Zuschüsse zur institutionellen Förderung		
• Anteilfinanzierung	1.630.851.773,06	1.499.419.680,84
• Sonderfinanzierung	11.782.128,47	10.095.327,08
Zuschüsse zur Projektförderung	304.285.753,44	325.636.303,74
EINNAHMEN	2.068.873.233,30	1.940.501.348,03
Ausgaben (in Euro)		
Personalausgaben	777.264.071,77	750.069.773,10
Sächliche Ausgaben	595.477.524,72	554.403.360,42
Zuschüsse (ohne Investitionen)	176.184.389,82	168.830.905,01
Ausgaben für Baumaßnahmen und sonstige Investitionen	402.484.770,99	345.166.301,11
AUSGABEN	1.951.410.757,30	1.818.470.339,64
BESONDERE FINANZIERUNGS-AUSGABEN	117.462.476,00	122.031.008,39

IV. Vermögensübersicht zum 31.12.2014

AKTIVA	31.12.2014 (in Euro)	31.12.2013 (in TEuro)
A. Anlagevermögen		
I. Immaterielle Vermögensgegenstände		
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte sowie Lizenzen an solchen Rechten	7.763.686,84	9.091,3
II. Sachanlagen		
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich Bauten auf fremden Grundstücken	1.124.338.989,00	1.161.365,6
2. Technische Anlagen und Maschinen	525.157.576,01	487.073,7
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	144.338.883,41	207.251,2
4. Anlagen im Bau	332.097.260,22	2.125.932.708,64
III. Finanzanlagen		
1. Beteiligungen	1.526.776,10	1.535,6
2. Wertpapiere	123.247.486,01	127.918,1
3. Sonstige Ausleihungen	3.255.286,15	128.029.548,26
B. Umlaufvermögen		
I. Vorräte	10.460.548,46	10.245,3
II. Forderungen und sonstige Vermögensgegenstände		
1. Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	4.807.641,15	5.007,4
2. Forderungen gegen verbundene Unternehmen und Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	1.574.701,34	2,2
3. Sonstige Vermögensgegenstände	246.067.443,21	252.449.785,70
III. Wertpapiere	633.082,95	583,0
IV. Kasse, Bankguthaben, Postgiroguthaben	64.947.982,85	116.243,7
C. Aktive Rechnungsabgrenzungsposten	8.701.575,96	7.946,9
GESAMT	2.598.918.919,66	2.894.851,6
Nachrichtlich:		
Treuhandvermögen	45.927.710,70	47.339,5

PASSIVA	31.12.2014 (in Euro)	31.12.2013 (in TEuro)
A. Reinvermögen	1.983.833.801,01	2.354.844,4
B. Rückstellungen		
1. Rückstellungen für Pensionen und ähnliche Verpflichtungen	341.968.880,00	307.117,2
2. Sonstige Rückstellungen	7.652.394,33	8.035,9
C. Verbindlichkeiten		
1. Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten	844.223,25	1.141,8
2. Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	51.867.717,07	44.632,7
3. Verbindlichkeiten gegenüber verbundenen Unternehmen und Unternehmen, mit denen ein Beteiligungsverhältnis besteht	7.796.991,94	5.905,1
4. Sonstige Verbindlichkeiten	33.212.255,77	16.713,1
D. Passive Rechnungsabgrenzungsposten	171.742.656,29	156.461,4
GESAMT	2.598.918.919,66	2.894.851,6
Nachrichtlich: Treuhandverpflichtung	45.927.710,70	47.339,5

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

Anlagenpiegel zum 31.12.2014

in Euro	Buchwert 01.01.2014	Zugang	Abgang	Umbuchung	Abschreibung	Buchwert 31.12.2014
I. Immaterielle Vermögensgegenstände						
1. Konzessionen, gewerbliche Schutzrechte und ähnliche Rechte sowie Lizenzen an solchen Rechten	9.091.344,38	4.350.913,13	-461.780,73	-640,00	-5.216.149,94	7.763.686,84
II. Sachanlagen						
1. Grundstücke, grundstücksgleiche Rechte und Bauten einschließlich Bauten auf fremden Grundstücken	1.161.365.597,59	89.492.031,37	-201.440.481,40	144.257.013,43	-69.335.171,99	1.124.338.989,00
2. Technische Anlagen und Maschinen	487.073.696,99	235.493.760,91	-13.787.777,09	25.832.935,94	-209.455.040,74	525.157.576,01
3. Andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung	207.251.154,59	41.461.828,89	-3.689.740,84	84.279,38	-100.768.638,61	144.338.883,41
4. Anlagen im Bau	614.686.378,98	134.390.676,27	-246.806.206,28	-170.173.588,75	0,00	332.097.260,22
	2.470.376.828,15	500.838.297,44	-465.724.205,61	640,00	-379.558.851,34	2.125.932.708,64
GESAMT	2.479.468.172,53	505.189.210,57	-466.185.986,34	0,00	-384.775.001,28	2.133.696.395,48