Max Planck Institute of Colloids and Interfaces

RESEARCH REPORT 2015-2016

Imprint

Publisher: Max Planck Institute of Colloids and Interfaces
Address: Science Park Potsdam-Golm, Am Mühlenberg 1, 14476 Potsdam
Phone: +49 (0) 331/567-7814
Fax: +49 (0) 331/567-7875
Email: info@mpikg.mpg.de
Internet: www.mpikg.mpg.de
Editorial: Katja Schulze
Design and Illustration: www.pigurdesign.de
Printed by: optimal media GmbH
Potsdam, Juni 2017

INHALTSVERZEICHNIS
TABLE OF CONTENTS

Vorwort 6
Preface 8
Prof. Reinhard Lipowsky

Das Institut in Zahlen 10
The Institute in Numbers 13
Prof. Helmuth Möhwald

Das Forschungsprogramm des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) 16
The Research Program of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPICI) 19
Prof. M. Antonietti, Prof. P. Fratzl, Prof. H. Möhwald, Prof. R. Lipowsky, Prof. P. H. Seeberger

Wissenschaftliche Beziehungen 22
Scientific Relations 25

Internationale Max Planck Research School (IMPRS) on Multiscale Bio-Systems 28
International Max Planck Research School (IMPRS) on Multiscale Bio-Systems 29
Prof. Reinhard Lipowsky · Dr. Angelo Valleriani

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit 30
Press and Public Relations 31
Katja Schulze

BIOMATERIALS

Department of Biomaterials · Prof. Peter Fratzl 34

Biological and Bioinspired Materials
Evolutionary Perspectives on Vertebrate Hard Tissues · Mason Dean 37

Plant Material Adaptation · Michaela Eder 38

Biochemical Strategies in Load-Bearing Natural Materials · Matthew James Harrington 40

Biological Chitin-Based Tools and Sensors · Yael Politi 42

From Magnetite to Calcite · Damien Faivre 44

Biomimetic Actuation and Tissue Growth · John Dunlop 46

Mechanobiology · Richard Weinkamer 48

Hierarchical Structure of Biological and Biomimetic Materials · Wolfgang Wagermaier 50

Nanostructuring of Inorganic / Polymeric / Biological Interfaces · Katja Skorb 52

Structural and Nanomechanical Characterization · Igor Zlotnikov 53

Interactions of Water with Biological Materials · Luca Bertinetti 54

New Insights into Biological Mineral Formation · Wouter Habraken 55

Physics of Biomolecular Interfaces · Emanuel Schneck 56

Adsorption of the Protein β-Lactoglobulin at Water/Air and Water/Hexane Interfaces –
Effect of Solution pH and Ionic Strength · Reinhard Miller 58

BIOMOLECULAR SYSTEMS

Research in the Department of Biomolecular Systems · Prof. Peter H. Seeberger 62

Carbohydrate Synthesis
Automated Glycan Assembly · Peter H. Seeberger 64

Chemistry and Chemical Synthesis
Controlled Conditions, Controlled Chemistry · Kerry Gilmore 66

Glycoproteomics
The Glycome Represents a Largely Unmined Source for Disease Markers · Daniel Kolarich 68

Glycoimmunology
C-type Lectin Receptors – from Glycan Arrays to Murine Models · Bernd Lepenies 70

Biomolecular Systems
Synthetic Plant Carbohydrates · Fabian Pfrengle 72

Structural Glycobiology
Ligand-based Targeted Delivery to C-type Lectin Receptors · Christoph Rademacher 74

GPIs and Glycoproteins
Chemical Biology of Glycosylphosphatidylinositols · Daniel Varón Silva 76

Immunomics
Autoantigenicity Patters in Health and Disease · Zoltán Konthur 78

Glycoconjugate Vaccines
Rational Approach towards Glycoconjugate Vaccines · Claney Lebev Pereira 80

COLLOID CHEMISTRY

Research in the Department of Colloid Chemistry · Prof. Markus Antonietti 84

Artificial Photosynthesis
Novel Approaches to Carbon Nitrides Based Photocatalysts · Dariya Dontsova 88

Biomass Conversion into Building Blocks for Colloids
Biorefinery and Sustainable Chemistry · Davide Esposito 90

Research Coordinator
Supramolecular Porous Materials · Nina Fechler 92

Carbon Materials and Electrochemical Energy Applications
Novel Nanochemistry towards Improved Electrodes · Tim-Patrick Fellinger 94

Modern Techniques of Colloid Analysis
Electron Microscopic Studies of Colloidal Systems and Interfaces · Jürgen Hartmann 96

Solar Fuel
Materials for Photo and Electrochemical Reactions · Menny Shalom 98

Colloid Chemistry
Polymer Dispersions / Heterophase Polymerizations · Klaus Tauer 100

Poly(ionic liquid)s: Synthesis and Materials Application
Poly(ionic liquid)s as a Multifunctional Materials Platform · Jiayin Yuan 102

Sustainable Energy Storage Materials
Using Polymers and Ionic Liquids for Next Generation Energy Storage Devices · Clemens Liedel 104

Novel Self-Assembly Polymers
Polymer Synthesis and Self-Assembly for Novel Soft Materials · Bernhard V.K.J. Schmidt 106

THEORY & BIO-SYSTEMS

Research in the Department of Theory & Bio-Systems · Prof. Reinhard Lipowsky 110

Biopolymers
From Ionic Solutions to Interacting Proteins · Ana Vila Verde 112
As Glycans Grow Rich · Mark Santer 114
Modelling Aqueous Saccharides: How Sticky are these Sugars? · Andrea Grafmüller 116

Biomolecular Processes
Protein Synthesis in the Cell · Sophia Rudorf 118
Post-transcriptional Regulation of Gene Expression · Angelo Valleriani 120

Membranes and Proteins
Protein Binding and Membrane Adhesion · Thomas Weikl 122

Membranes and Vesicles
Bilayer Asymmetry and Spontaneous Tubulation · Reinhard Lipowsky 124
Nanoparticles Interacting with Membranes and Vesicles · Jaime Agudo-Canalejo 126
The Colors and Shapes of Vesicles · Rumiana Dimova 128
Dynamics of Bio-Membranes · Roland L. Knorr 130
From Membrane Fusion to Multi-compartment Biomimetic Systems · Tom Robinson 132

Interfaces
Phase Transitions and Transport Phenomena at Interfaces · Hans Riegler 134

MAX PLANCK RESEARCH GROUP

Mechano(Bio)Chemistry · Dr. Kerstin Blank 138

EMERITUS GROUP

Nanostructured Interfaces · Prof. Helmuth Möhwald 142

APPENDIX

Organigramm
Organization Chart 148

Fachbeirat/Kuratorium
Scientific Advisory Board / Board of Trustees 150

Drittmittelprojekte
Third Party Funds 151

Ausgewählte Veranstaltungen
Selected Events 162

Wissenschaftliche Abschlüsse
Scientific Degrees 164

Personalien
Appointments and Honors 168

Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Patente
Publications and Patents 170

Vorwort

von links: Peter H. Seeberger, Markus Antonietti, Peter Fratzl, Helmuth Möhwald, Kerstin Blank, Reinhard Lipowsky

„Die beste Methode die Zukunft vorherzusagen besteht darin, sie zu erfinden."
(Alan Kay)

Das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPI-KG) wurde 1992 als eines der ersten Max-Planck-Institute in den neuen Bundesländern gegründet und hat sich seitdem zu einer weltweit führenden Forschungsinstitution entwickelt. Das Institut bezog 1999 ein neues Gebäude im Wissenschaftspark Golm, der seit 2003 zu Potsdam gehört.

Die Kolloid- und Grenzflächenforschung beschäftigt sich mit sehr kleinen Strukturen im Nano- und Mikrometerbereich. Einerseits handelt es sich dabei um eine „Welt der versteckten Dimensionen", andererseits bestimmen diese winzigen Strukturen die Eigenschaften von Materialien und Biosystemen auf mesoskopischen und makroskopischen Skalen. Ein quantitatives Verständnis der Nanostrukturen bildet deshalb die Grundlage, um neuartige Impfstoffe, intelligente Wirkstoffträger und Mikrokompartimente sowie adaptive Biomaterialien zu entwickeln. Dazu ist ein interdisziplinärer Zugang notwendig, der (bio)chemische Synthese und biomimetische Materialwissenschaften mit physikalisch-chemischer Analyse und Charakterisierung sowie theoretischer Modellierung verknüpft.

Das MPI-KG wird kollegial geleitet und gliedert sich seit der Emeritierung von Helmuth Möhwald im Jahre 2016 in die vier Abteilungen „Biomolekulare Systeme" (Peter Seeberger), „Kolloidchemie" (Markus Antonietti), „Biomaterialien" (Peter Fratzl) und „Theorie & Bio-Systeme" (Reinhard Lipowsky) sowie die Max-Planck-Forschungsgruppe „Mechano(bio)chemie" (Kerstin Blank). Das Institut hat zur Zeit etwa 350 Mitarbeiter mit einem Frauenanteil von 45 %.

Die Mission des Instituts besteht darin, mit wissenschaftlicher Exzellenz eine Brücke von Molekülen zu vielskaligen Materialien und Biosystemen zu schlagen und dabei den wissenschaftlichen Nachwuchs bestmöglichst zu fördern. Tatsächlich sind inzwischen mehr als 50 ehemalige Mitarbeiter/innen auf Professuren an in- und ausländische Universitäten berufen worden.

Forschungsschwerpunkte

Die Nano- und Mikrostrukturen, die am MPI-KG erforscht werden, sind aus noch kleineren atomaren und molekularen Bausteinen aufgebaut. Die Synthese und der Zusammenbau dieser Bausteine nutzt das Prinzip der Selbstorganisation aus: Man stellt die äusseren Bedingungen so ein, dass sich die Bausteine „von selbst" miteinander verbinden und größere Strukturen aufbauen. Die beiden Abteilungen „Biomolekulare Systeme" und „Kolloidchemie" beschäftigen sich schwerpunktmäßig mit diesem Systemaufbau.

In der Abteilung „Biomolekulare Systeme" werden maßgeschneiderte Zuckermoleküle mit einer vorgegebenen Sequenz synthetisiert und mit anderen molekularen Gruppen verknüpft. Diese komplexen Kohlehydrate können andere Kohlehydrate sowie Proteine und Antikörper an ihrem molekularen Aufbau erkennen und diskriminieren, ein Prozess, der mit Hilfe sogenannter Glyco-Chips systematisch untersucht wird. Ein langfristiges Ziel ist dabei die Entwicklung von Impfstoffen auf Zuckerbasis.

Die Abteilung „Kolloidchemie" setzt verschiedenartige Makromoleküle ein, um daraus mesoskopische Verbundsysteme und Hybridmaterialien mit unterschiedlicher Architektur aufzubauen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der gezielten Kodierung von Strukturbildung und Selbstorganisation, d. h. die Moleküle enthalten bestimmte Muster, die die Strukturbildung steuern und die Zielstruktur weitgehend festlegen. Ein langfristiges Thema ist die Spaltung von Wasser mit Hilfe von Sonnenlicht. Für diesen Prozess wurde mit einem neuartigen Kohlenstoffnitrit-Polymer ein vielversprechender Katalysator gefunden.

Nano- und Mikrostrukturen sind hierarchisch aufgebaut. Besonders eindrucksvolle Beispiele für diesen „verschachtelten" Systemaufbau finden sich in mineralisierten Geweben, wie Knochen, Zähnen oder Muschelschalen, sowie in Pflanzen und deren Zellwänden. Diese Systeme werden in der Abteilung „Biomaterialien" mit physikalischen Methoden erforscht. Dabei wird auch die Methode der fokusierten Synchrotronstrahlung eingesetzt, die es erlaubt, die Struktur von Mikrodomänen des Materials mit atomarer Auflösung sichtbar zu machen. Im Zentrum des Interesses stehen die Struktur-Funktions-Beziehungen dieser natürlichen Materialien, insbesondere ihre außergewöhnlichen mechanischen Eigenschaften, die sich ständig wechselnden äußeren Bedingungen anpassen.

Das vielskalige Verhalten von biomimetischen und biologischen Systemen wird auch in der Abteilung „Theorie & Bio-Systeme" untersucht. Aktuelle Schwerpunkte sind biomolekulare Maschinen sowie biomimetische Membranen und deren Wechselwirkung mit Nanopartikeln. Zur Abteilung gehören auch mehrere experimentelle Arbeitsgruppen, die Lipid-Vesikel und deren „multiresponsive" Verhalten untersuchen. Die theoretischen und experimentellen Aktivitäten verfolgen das langfristige Ziel, die grundlegenden Mechanismen und generellen Prinzipien aufzuklären, die die Selbstorganisation von Bio-Systemen im Nanobereich bestimmen.

Die Max-Planck-Forschungsgruppe „Mechano(bio)chemie" untersucht den Einfluss von Kräften auf die Struktur und Funktion von Molekülen und Materialien. Aktuelle Schwerpunkte sind molekulare Kraftsensoren, Kräfte in polymeren Materialien sowie die Integration von Kraftmessung und Fluoreszenzdetektion.

Diese verschiedenen Forschungsaktivitäten werden im Hauptteil dieses Berichts sehr viel ausführlicher beschrieben. Dieser Hauptteil ist nach den Abteilungen des Instituts gegliedert und setzt sich aus den Forschungsberichten der einzelnen Arbeitsgruppen zusammen.

Aktuelle Entwicklungen

Unser Erweiterungsgebäude mit etwa 2300 qm Nutzfläche wurde 2015 nach einer längeren Planungsphase und einer relativ kurzen Bauphase fertiggestellt. Der überwiegende Teil der neuen Fläche dient der Unterbringung der Abteilung See-

berger, die von 2008 bis 2015 provisorisch in angemieteten Räumen an der FU Berlin untergebracht war. Außerdem haben wir mit dem Erweiterungsgebäude zusätzliche Laborflächen für weitere unabhängige Nachwuchsgruppen erhalten, sowie für die Inbetriebnahme moderner Großgeräte (Elektonenmikroskopie, NMR, Hochleistungsrechner).

Unser Doktorandenprogramm, die „International Max Planck Research School (IMPRS)" über „Multiscale Bio-Systems", an der auch die Universität Potsdam, die Freie Universität Berlin und die Humboldt-Universität zu Berlin beteiligt sind, hat sich in den letzten beiden Jahren kontinuierlich und erfolgreich weiterentwickelt: Seit 2013 haben wir vier Kohorten von Doktoranden in die Schule aufgenommen. Dabei wurden insgesamt 36 Doktoranden aus mehr als 1400 Bewerbern ausgewählt. Wir möchten das Doktorandenprogramm für sechs weitere Jahre fortsetzen und haben einen Antrag auf eine zweite Förderperiode gestellt, der vor im Mai 2017 sehr positiv begutachtet wurde.

Eine Herausforderung der letzten beiden Jahre war die Entscheidung unseres Präsidiums, die Bezahlung von neuen Doktoranden und Postdoktoranden aus Nicht-EU-Staaten von Stipendien auf Verträge umzustellen. Diese Umstellung ist inzwischen weitgehend abgeschlossen.

Im letzten Jahr haben wir Joanna Aizenberg von der Harvard-Universität sowie Ulrich S. Schubert von der Universität Jena als auswärtige wissenschaftliche Mitglieder des MPI-KG vorgeschlagen, um unsere Forschungsaktivitäten auf den Gebieten der adaptiven Materialien und der grünen Polymerchemie zu verstärken. Dieser Vorschlag wurde inzwischen von den entsprechenden Gremien der Max-Planck-Gesellschaft bestätigt.

Vor kurzem hat unser Institut, zusammen mit dem MPI für Molekulare Pflanzenphysiologie und der Universität Groningen, ein "Artist-in-Residence" Programm gestartet. Das Projekt „Knowlegde Link through Art and Science", kurz KLAS, bringt mit Hilfe eines internationalen Wettbewerbs innovative Künstler/innen in den Wissenschaftspark Potsdam-Golm, die dort Seite an Seite mit Forscher/innen der Gastinstitutionen arbeiten werden.

Weitere Informationen über das MPI-KG finden Sie unter *http://www.mpikg.mpg.de*

Ich danke allen Kollegen/innen und Mitarbeiter/innen des MPI-KGs, unserem wissenschaftlichen Beirat, unserem Kuratorium sowie der Leitung der Max-Planck-Gesellschaft für ihre tatkräftige Unterstützung während der letzten beiden Jahre.

Reinhard Lipowsky
Geschäftsführender Direktor 2015-2016

Fotos: G. Gnaudschun

Preface

„The best way to predict the future is to invent it."
(Alan Kay)

The Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPI-CI) was founded in 1992 as one of the first Max Planck Institutes in the new states of Germany and soon became a world-wide leading research institution. In 1999, the MPI-CI moved to a new building in the Science Park Golm, which belongs to Potsdam since 2003.

Colloids and interfaces consist of very small and ultra-thin structures with linear dimensions between nanometers and micrometers. On the one hand, these nanostructures represent a „world of hidden dimensions". On the other hand, these small structures determine the properties and functions of much larger systems and materials. Therefore, a quantitative understanding of these structures provides the knowledge base to develop novel vaccines, intelligent drug delivery systems and microcompartments as well as adaptive materials. Such a deeper understanding can only arise from an interdisciplinary approach that combines (bio)chemical synthesis and biomimetic materials with physical analysis and characterization as well as theoretical modelling.

After the retirement of Helmuth Möhwald in 2016, the MPI-CI consists of the four Departments „Biomolecular Systems" (Peter Seeberger), „Colloid Chemistry" (Markus Antonietti), „Biomaterials" (Peter Fratzl) and „Theory & Bio-Systems" (Reinhard Lipowsky) as well as of the Max Planck Reserch Group „Mechano(bio)chemistry" (Kerstin Blank). The institute has currently about 350 associates with a 45 percentage of women.

The mission of the MPI-CI is to bridge the gap between molecules and multiscale materials and biosystems through excellence in science and via the support of young scientists. In fact, more than 50 former associates have taken up professorships at universities in Germany and Europe.

Focus Areas of Research

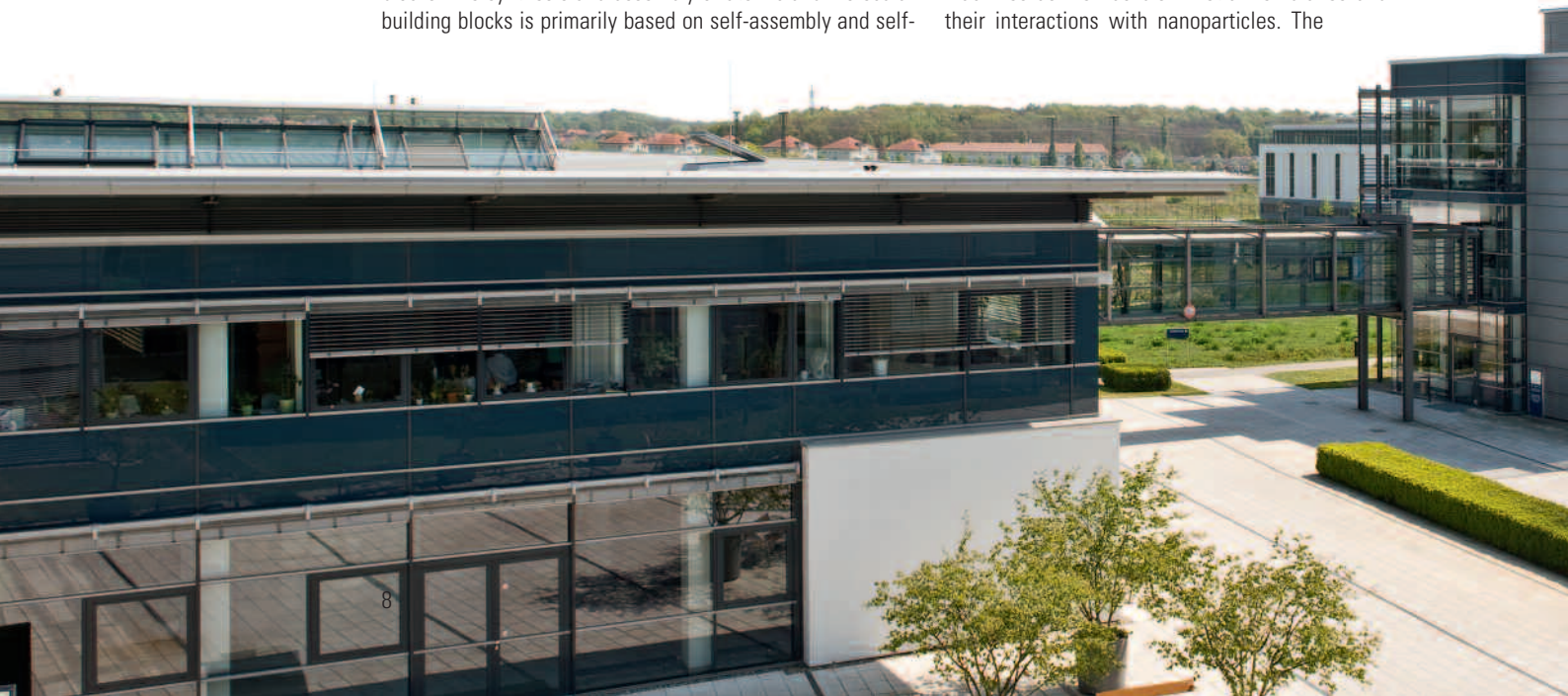
The nano- and microstructures investigated at the MPI-CI are built up from even smaller atomic and molecular building blocks. The synthesis and assembly of atomic and molecular building blocks is primarily based on self-assembly and self-organization. When placed into an appropriate environment, the building blocks assemble „by themselves" into well-defined larger structures. These structure formation processes represent the focus areas of the two Departments „Biomolecular Systems" and „Colloid Chemistry".

The Department „Biomolecular Systems" synthesizes and designs sugar molecules and carbohydrates with well-defined and fine-tuned architectures. These complex macromolecules are able to specifically recognize and distinguish other macromolecules such as proteins and antibodies, a process that is studied by immobilizing the molecules on so-called glycochips. A long-term goal of this research is to develop new vaccines based on the fine-tuned sugar molecules.

In the Department „Colloid Chemistry", a variety of macromolecules is used in order to construct mesoscopic compound systems and hybrid materials. One important aspect of this activity is the molecular encoding of self-assembly and self-organization by specific molecular groups that guide these processes towards a certain target structure. A long-term target is water cleavage by sunlight, which can be achieved by polymeric carbon nitride, a promising new catalyst.

Nano- and microstructures are built up in a hierarchical fashion. Particularly impressive examples for this „nested" system architecture is found in mineralized tissues such as bone, teeth, and seashells as well as in plants and their cell walls. These systems are studied in the Department „Biomaterials" using a variety of experimental characterization methods. One particularly powerful method is microfocussed synchrotron radiation, by which one can determine the structure of micrometer domains with atomic resolution and determine the structure-function relationships of these natural materials. One important aspect are their extraordinary mechanical properties, which can adapt to changing environmental conditions.

The multiscale behavior of biomimetic and biological systems is also investigated in the Department „Theory & Bio-Systems". Current focus areas are biomolecular machines as well as biomimetic membranes and their interactions with nanoparticles. The



The extension of our building, completed 2015.

department includes several experimental research groups that study lipid vesicles and their multiresponsive behavior. The long-term goal of these theoretical and experimental activities is to elucidate the fundamental principles and generic mechanisms, that govern the selforganization of biomimetic and biological systems in the nanoregime.

The Max Planck Research Group „Mechano(bio)chemistry" investigates the influence of mechanical forces on the structure and function of molecules and materials. Current focus areas are molecular force sensors, forces in polymeric networks, as well as the integration of force spectroscopy with fluorescence detection.

The different research activities mentioned above will be described in much more detail in the main body of this report, which is organized according to the departments of the MPI-CI. Each department consists of several research groups, which will present the research results obtained during the past two years.

Recent Developments

After a relatively long planning and a relatively short construction phase, the extension of our building was completed in 2015. Most of the additional space was used to relocate the Seeberger Department that had been temporarily accommodated, from 2008 to 2015, at the Free University of Berlin. In addition, the extension provided us with additional lab space for independent junior research groups as well as for the installment of large equipment such as electron microscopy, nuclear magnetic resonance, and high performance computing.

Our graduate program, the International Max Planck Research School (IMPRS) on „Multiscale Bio-Systems", which includes faculty members from the University of Potsdam, the Free University of Berlin and the Humboldt University of Berlin, continued to attract a large number of students. Starting in 2013, we have now admitted four cohorts of doctoral students, selecting 36 students out of about 1400 applicants. We want to continue this graduate program for another six years and have recently submitted a proposal for a second funding period.

One challenge during the last two years was the decision of the Max Planck Society to use contracts rather than stipends for the employment of doctoral and postdoctoral associates even when they come from non-European countries. This readjustment has now been completed to a large extent.

In 2016, we proposed Joanna Aizenberg, Harvard University, and Ulrich S. Schubert, University of Jena, to become External Scientific Members of the MPI-CI in order to intensify our research activities on adaptive materials and green polymer chemistry. This proposal has now been approved by the corresponding committees of the Max Planck Society.

Recently, our institute has launched, together with the MPI of Molecular Plant Physiology and the University of Groningen, a new artist-in-residence program. The corresponding project „Knowledge Link through Art and Science" (KLAS) will bring innovative artists to the Science Park Potsdam-Golm. The artists will work for four weeks side by side with the researchers of the participating institutes.

More information about the MPI-CI can be found at http://www.mpikg.mpg.de/en

I take this opportunity to thank all of my colleagues and associates at the MPI-CI, our scientific advisory board and our board of trustees for their active support during the past two years. Last not least, I am grateful to our president and to our vice-president for their continuous support of our institute.

Reinhard Lipowsky
Managing Director 2015-2016

Das Institut in Zahlen

Haushalt

Die Jahre 2015/2016 waren durch die Erweiterung um 2300 qm Labor- und Bürofläche des Instituts gekennzeichnet. Dadurch konnten auch dringend notwendige Investitionen vorwiegend in hochauflösender Elektronenmikroskopie, optischer und Raman-Mikroskopie sowie Kernresonanzspektroskopie getätigt werden. Der Haushalt **(Abb. 1)** weist daher einen ungewöhnlichen Zuwachs auf. Bereinigt um diese außerordentlichen Ausgaben kann man erkennen, dass die institutionelle Förderung etwa konstant geblieben ist, der Anteil der Drittmittel aber signifikant schrumpfte **(Abb. 2)**. Dies liegt vor allem daran, dass mehrere Projekte, gefördert durch den European Research Council (ERC) und auch normale EU-Projekte, ausliefen und sich zudem der Anteil der Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) reduzierte. Dies konnte nicht vollständig durch die erhöhte Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) kompensiert werden. Hier macht sich offenbar die Schließung der relativ drittmittelstarken Abteilung Grenzflächen im Jahr 2014 bemerkbar. Außerdem wurden anwendungsnahe Projekte nicht mit entsprechender Förderung durch EU oder BMBF weitergeführt, sondern bevorzugt in Ausgründungen übernommen. Im Gegensatz zu Fraunhofer-Instituten ist der Anteil direkter Industrieförderung mit <1% vernachlässigbar gering, typisch für ein Institut der Grundlagenforschung.

Wenn man also den um die erhöhten Investitionen bereinigten Institutshaushalt von etwa 20 Mio. Euro als Maßstab nimmt, hat sich der Drittmittelanteil am Haushalt auf 18.5% (3.75 Mio Euro) erniedrigt. Der erniedrigte Drittmittelanteil schlägt sich auch in der Struktur der Ausgaben nieder **(Abb. 3)**, wo ein Rückgang der Personalausgaben für jüngere Wissenschaftler um 10% zu verzeichnen ist. Teilweise ist dieser Rückgang aber auch buchungstechnisch bedingt, da mehrere jüngere Wissenschaftler/innen auf institutsfinanzierte Stellen transferiert wurden. Der Anteil letzterer erhöhte sich daher und wegen verschiedener Gehaltserhöhungen auf etwa 45%.

Fig. 1

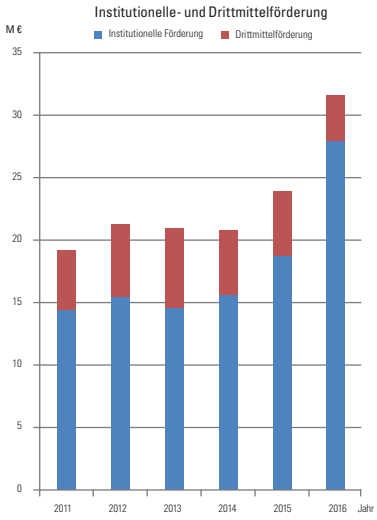


Fig. 3

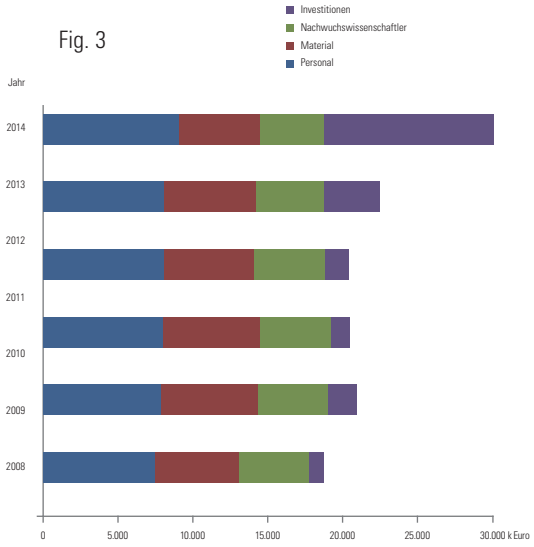


Fig. 2

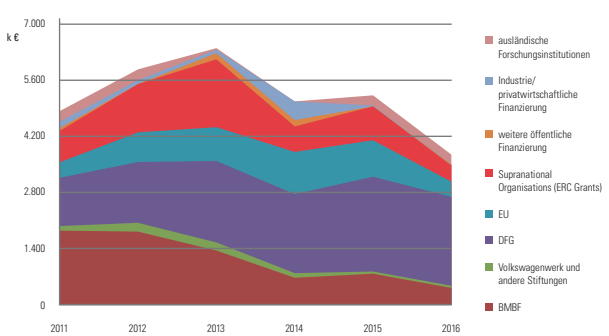
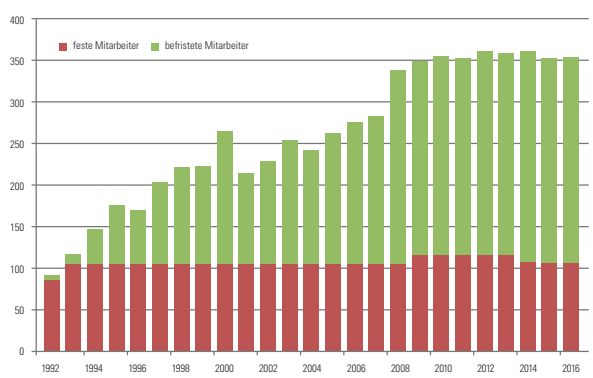


Fig. 4



Personal

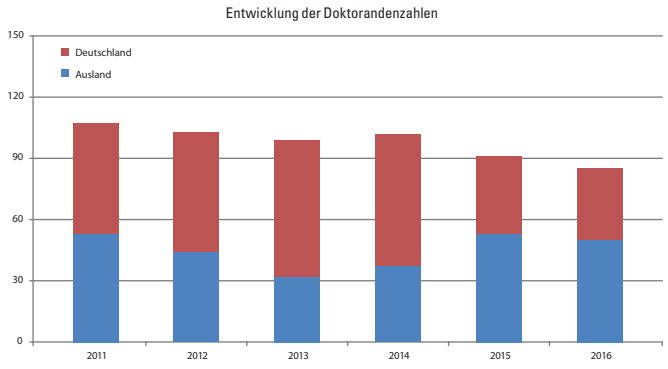
Die Anzahl am Institut beschäftigter Personen blieb in den letzten Jahren etwa konstant wie auch die Zahl der Mitarbeiter auf Haushaltsstellen **(Abb. 4)**. Während die administrativen und technischen Mitarbeiter fast ausschließlich permanente Stellen besitzen, ist es bei den Wissenschaftlern umgekehrt. Neben den Direktoren sind weniger als zehn Wissenschaftler permanent beschäftigt. Dieses zeichnet die gewünschte hohe Fluktuation im Wissenschaftsbereich aus, da sich das Institut als Brutstätte erfolgreicher Forscher versteht, die ein neues Gebiet aufgreifen und dann ihre Arbeit an anderer Stelle in Forschung oder Industrie fortsetzen.

Bei den Postdoktoranden blieb die Zahl mit etwa 90 in den letzten Jahren konstant mit einem weit überwiegenden Anteil an Ausländern **(Abb. 5)**. Die Zahl der Doktoranden aus dem Inland reduzierte sich jedoch signifikant, so dass die Gesamtzahl an Doktoranden auf etwa 85 sank. Hier befinden sich nun die ausländischen Gäste leicht in der Mehrzahl. Insgesamt liegt der Anteil ausländischer Gäste bei etwa 48% mit einer Mehrheit im Wissenschaftlichen und einer sehr kleinen Minderheit im technischen und administrativen Bereich.

Die Nationalitätenverteilung hat sich in den letzten Jahren nur gering verschoben. Der Anteil der Gäste aus dem europäischen Ausland beträgt annähernd 50%, wobei der Anteil Westeuropäer sich im Vergleich zu dem der Osteuropäer etwas erhöhte. Der Anteil der Inder und der Chinesen blieb etwa gleich, der der Amerikaner sank etwas, und der Anteil von Wissenschaftlern aus dem Nahen Osten erhöhte sich. Letzterer besteht zu etwa gleichen Teilen aus Gästen aus Iran (9) und aus Israel (8), gefolgt von Wissenschaftlern aus der Türkei (5) **(Abb.6)**.

Die Geschlechterverteilung spiegelt leider eine allgemeine Situation wieder: Während bei den Doktoranden die Geschlechter etwa gleich vertreten sind, befinden sich die promovierten Wissenschaftler in einer deutlichen Mehrzahl **(Abb. 6 und 7)**. Der unterschiedliche Anteil unter den Stipendiaten sollte dabei nicht besonders gewertet werden, da an Max-Planck-Instituten seit 2015 nur in Ausnahmefällen

Fig. 5



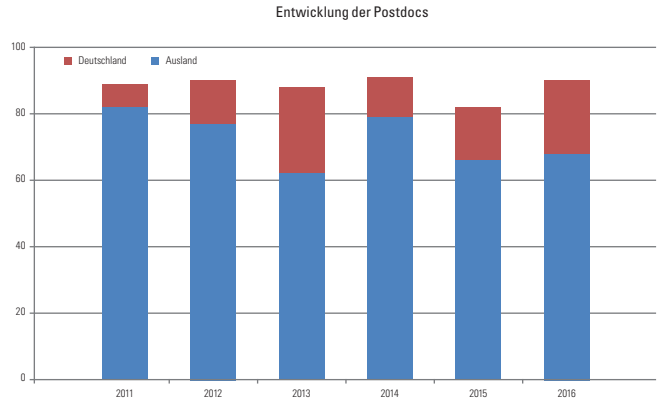
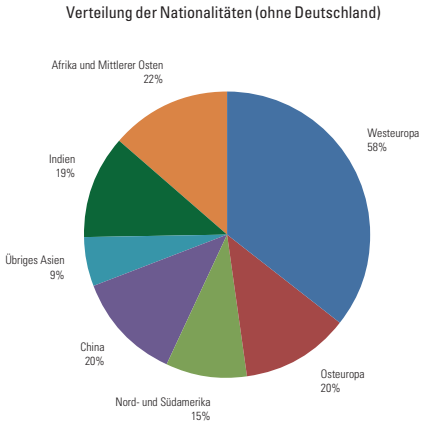


Fig. 6



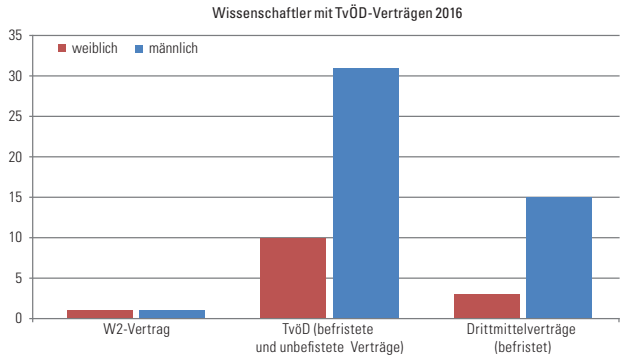
Stipendien vergeben werden, deren Anteil also in Zukunft fast verschwinden wird.

Wissenschaftliche Ergebnisse und deren Einfluss

Naturwissenschaftler, nicht nur Administratoren, messen gern, und dazu wurden bibliometrische Analysen immer mehr verfeinert. So zeigt **Abb. 8**, dass die Zahl der Publikationen nach dem Aufbau seit etwa 10 Jahren etwa konstant 350 beträgt. Dies ist durchschnittlich für ein Forschungsinstitut mit etwa 350 Mitarbeitern, außerordentlich ist dagegen, dass diese Publikationen im Durchschnitt mehr als 40mal zitiert werden. Dieses ist hervorragend, und das MPIKG muss keinen Vergleich mit einer Einheit ähnlicher Größe weltweit scheuen. Es beweist, dass das MPIKG, das mit Absicht nicht den klassischen Trends der Kolloid- und Grenzflächenforschung folgte, viele Trends in diesem Gebiet erst etabliert hat. Dieses sehen offenbar auch viele junge Wissenschaftler so, die gern am MPIKG forschen und die sich auch gern an ihre erfolgreiche Zeit in Golm erinnern. Dieses schlägt sich auch in den jährliche Rankings der Humboldt-Stiftung nieder, bei denen das MPIKG in den letzten Jahren einen Podestplatz einnahm, weit vor erheblich größeren MPI oder Forschungszentren.

Wichtiger als Zitationen und Publikationen ist jedoch der Wissenstransfer durch Köpfe, und dies geschieht durch die Ausbildung junger Wissenschaftler auf verschiedenen Stufen ihrer Karriere. Deren Qualität ist nur mit großer Verzögerung anhand ihrer Karrieren zu erfassen und kaum zu quantifizieren. Die Zahl der ehemaligen Mitarbeiter auf Professorenstellen oder äquivalenten Stellen im akademischen Bereich dürfte mittlerweile bei etwa 300 liegen. Wenn man bedenkt, dass etwa 25 Doktoranden und 50 Postdoktoranden jährlich das MPIKG verlassen, kann man davon ausgehen, dass dieser Wissenstransfer erheblich zur Weiterentwicklung des Gebiets beiträgt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es gelang, diese Wissenschaftler für die Kolloid- und Grenzflächenforschung zu begeistern, und wir erhielten viele Rückmeldungen, dass dies gelungen ist.

Fig. 7



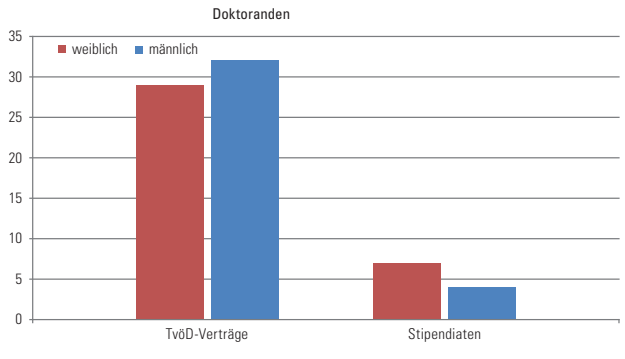
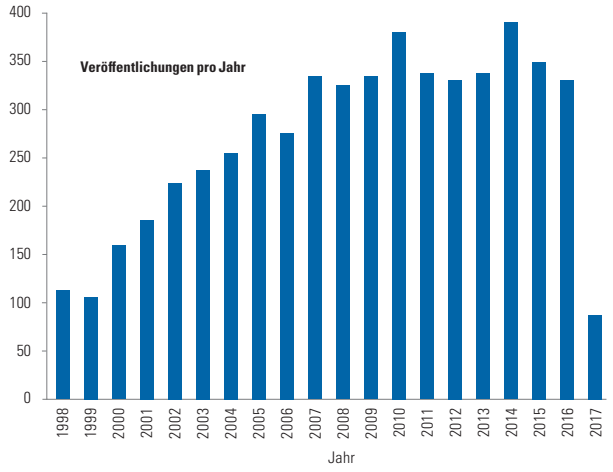
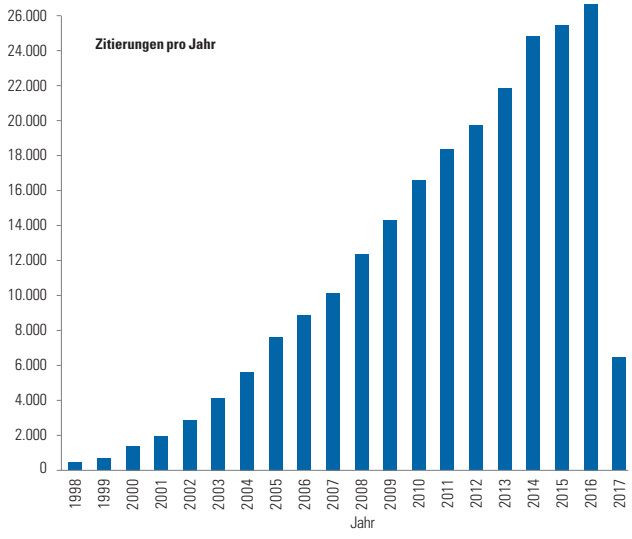


Fig. 8





The Institute in Numbers

Budget

The total budget of the MPIKG has increased from about 19.1 Million Euro in 2011, 23.8 Million Euro in 2015, to peak at 31.4 Million Euro in 2016 **(Fig. 1)**. The 2016 values included significant one-time infrastructure investments to establish the Department for Biomolecular Systems in the new extension building here in Golm, as well as the set-up of the new electron microscopy lab. In addition, beginning in 2014, external funding mainly via EU and BMBF decreased remarkably, which was due to the finalization of the two ERC Senior Grants of Seeberger and Antonietti, but also the leave of the Möhwald group. This development of lower external allocations continued until 2016, and currently only about 12 percent of the budget are covered by external funds („Drittmittel"). The budget in 2015 and 2016 is almost equally distributed along the budget positions staff (blue), junior scientists (green), and materials (red) with a peak on investments in 2016.

External Funds

In 2016, around 12 percent of the total budget was raised from external sources. The sources of these funds have changed over the last five years **(Fig. 2)**.

The funds obtained from the BMBF (Federal Ministry of Education and Research) have increased remarkably, because the institute is well positioned to participate in different funding initiatives, such as nanomaterials, sustainable energy, and bio-economy. Funding from the DFG (German

Fig. 1

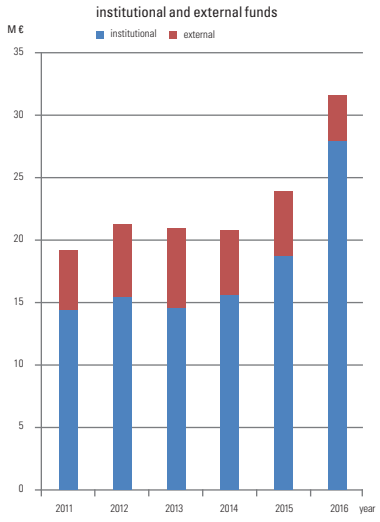


Fig. 3

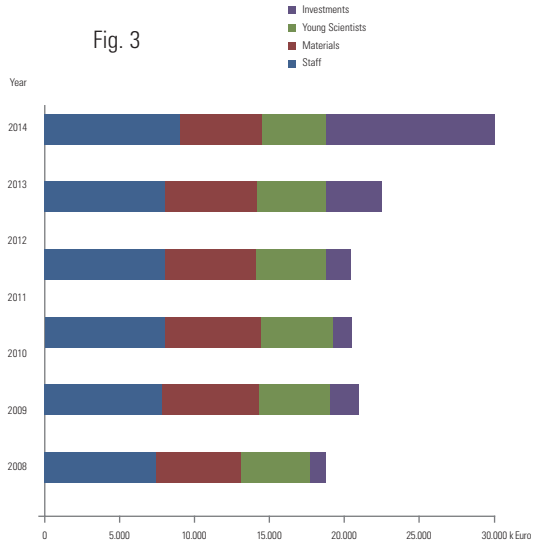


Fig. 2

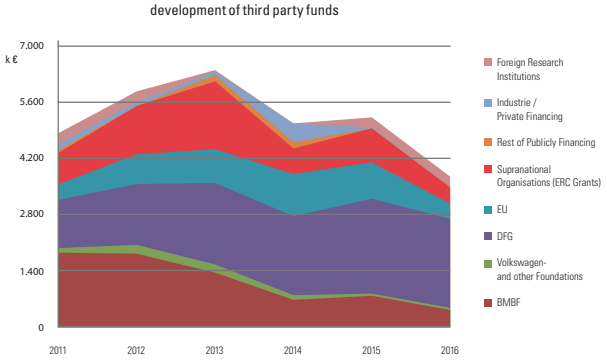
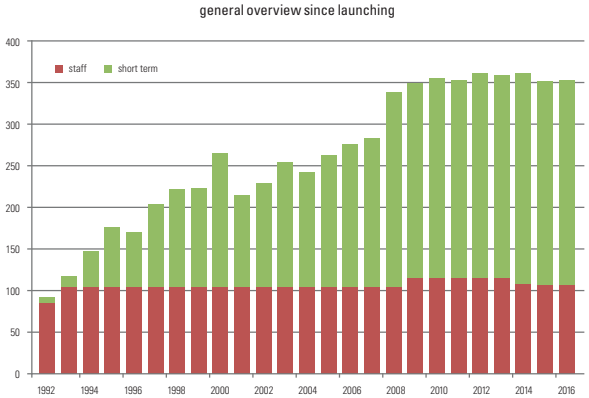


Fig. 4



Research Foundation) increased mainly due to the activity at the level of group leaders. Industrial and private funds have further decreased. In many cases, this is reflecting terms set by companies more and more interested in working with the institute that are departing from fundamental research to an "extended work bench" approach that is often not attractive for us. Another clear reason is that especially the Seeberger department directly attracts venture capital to a huge extend, which- as not devoted to the institute- does not show up in these statistics. However, we are looking forward to strengthening our ties again with the industry and to gaining more funding from this side.

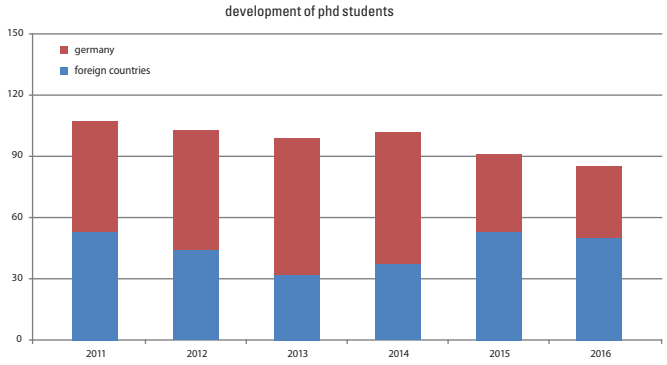
The MPIKG is participating in the International Max Planck Center program with RIKEN (2011-2016). In this context, one research group in the Department of Biomolecular Systems (Dr. Varon Silva) is funded by additional moneys from the Max Planck Society. The MPIKG is also part of the "MaxNet Energy", and Dr. Nina Fechler in Colloid Chemistry is paid from those resources.

Personnel

At present, the MPIKG consists of 4 departments with a total number of 353 employees. About one third (106) of these employees are centrally paid staff including group leaders, technicians, and the employees of our administration, whereas two thirds (247) are employed on soft money and temporary contracts: Those are mainly doctoral students, junior scientists, and foreign visitors **(Fig. 4)**. The overall growth in the number of employees in 2008 reflects the addition of the Seeberger department, ever since the head-count is rather constant.

Since 2011, the number of postdocs at the institute has remained constant **(Fig 5)**. However, the number of PhD students has significantly decreased due to the MPS-wide obligate conversion of stipend to contracts with social security coverage **(Fig 5)**. i.e. a slightly increased amount of money is good for less PhD contracts. It is to be expected that this shrinking process may continue until 2019.

Fig. 5



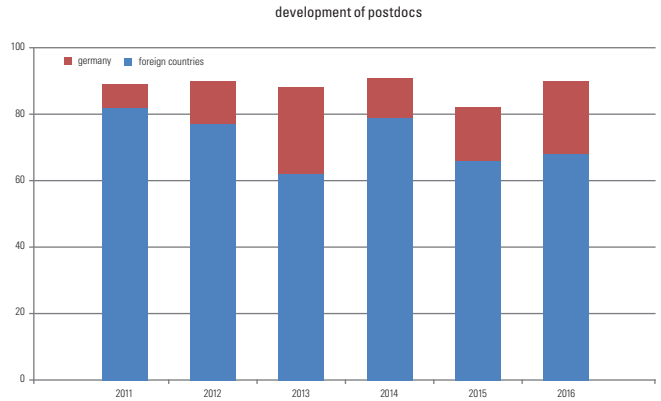
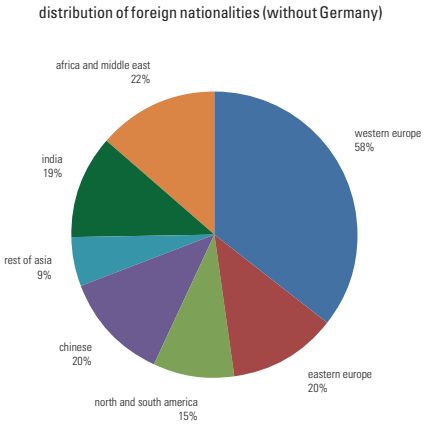


Fig. 6



The MPIKG is a truly international institution that attracts researchers and students from all over the world. The global distribution of nationalities for all employed scientists, i.e., staff scientists, postdocs, and students and guests is shown in **Fig. 6**.

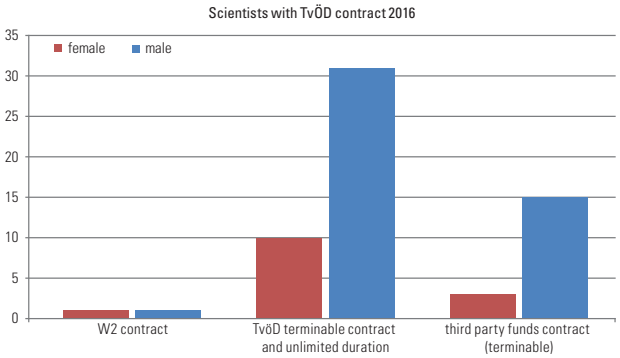
The gender distribution **(Fig.7)** reflects a general problem of higher academia in our research field: Throughout studies and PhD-work, the gender distribution is meanwhile balanced, while for Post Docs and Group leaders, the distribution is clearly not to our satisfaction. This problem was discussed also with gender representatives, but is to be seen as the consequence of a conglomerate of reasons. In spite of a whole spectrum of family friendly measures onto the campus, it is very difficult to convince talented women for the academic career, as temporal contracts are regarded as unsave. In addition, due to the need for women in leading positions also at other places, our best own coworkers get quickly further promoted and leave the institute for better positions. We are working on these problems in every single case, but interdependencies to the overall science system cannot be neglected.

Scientific Output and Impact

The main output of our research activities at the MPIKG is provided by scientific publications. The numbers of publications per year of the whole MPIKG and of the associated citations per year are displayed in **Fig. 8** for the time period between 1993 and 2017 (partial). This citation analysis is based on those 5,160 articles that were found in the ISI Web of Science. Up to 2005, the number of publications per year increased roughly linearly and then leveled off at an average number of about 320. The latter saturation reflects the constant number of researchers and students during the last years (compare **Fig. 4**). The number of citations, on the other hand, has grown much faster. In fact, the relative citation rate is still increasing. This clearly demonstrates the growing impact of the institute within the scientific community being far from saturated.

The citation analysis also reveals that the research performed at the Institute is truly multidisciplinary and covers a large number of subject categories.

Fig. 7



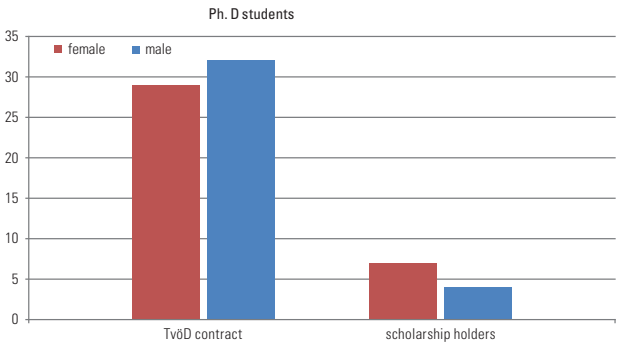
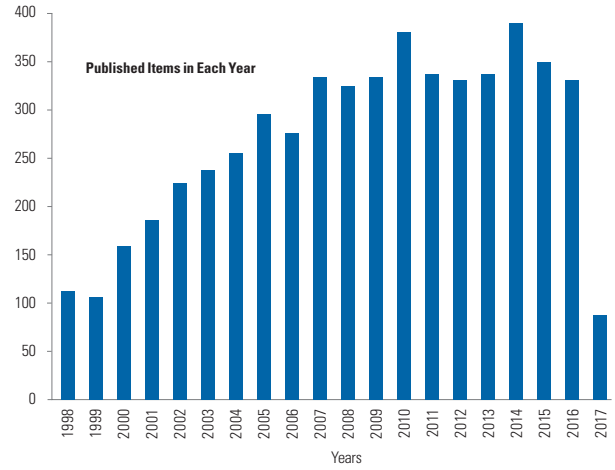
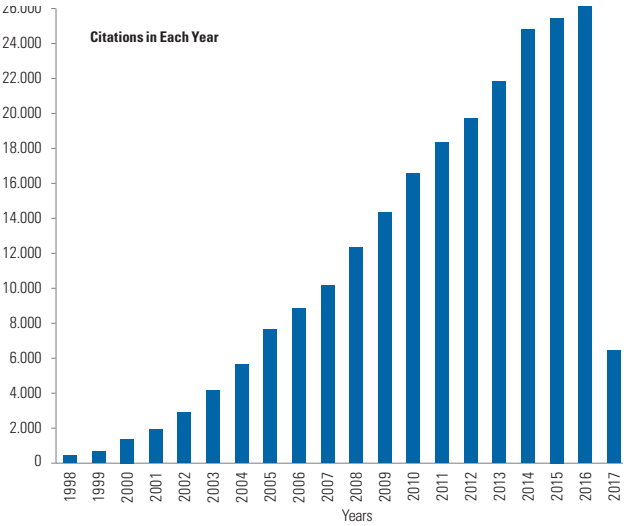


Fig.8





Das Forschungsprogramm des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG)

Vision und Mission

Kolloide sind winzige Bausteine, die grundlegende Einheiten von lebenden Organismen und vielen nützlichen Materialien darstellen. Das Verständnis ihres Aufbaus sowie ihre erfolgreiche Synthese, erlaubt die Lösung drängender Probleme u.a. in den Bereichen Gesundheit, Energie und Werkstoffe.

Das Forschungsprogramm des MPIKG beschäftigt sich deshalb primär mit den fundamentalen wissenschaftlichen Problemen von Kolloiden und deren Grenzflächen. Die wissenschaftliche Vision des Instituts ist auf zwei Kernbereiche ausgelegt: Zum einen auf das Herstellen, Visualisieren, Messen und das Verständnis dieser Bausteine und zum anderen auf deren vielfältige Wechselwirkungen und Anordnungen **(Abb.1)**. Unsere Forschung umfasst daher sowohl biologische und medizinische Fragestellungen als auch Materialien und deren verschiedenste Anwendungen. Die bioinspirierte Materialforschung schlägt dabei die Brücke zwischen den beiden Ausrichtungen, indem sie Materialstrukturen, die in der Natur vorkommen, in Konzepte für technische Materialien übersetzt.

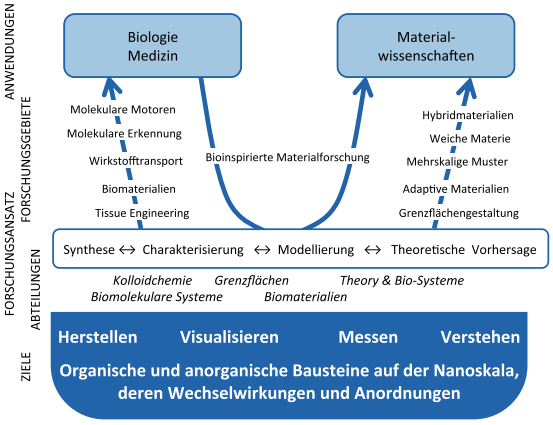


Abb. 1: Wissenschaftliche Strategie des MPIKG

Wir wollen dabei wissenschaftliche Exzellenz mit außergewöhnlichem Engagement in der Betreuung und Unterstützung von jungen WissenschaftlerInnen kombinieren. Unsere Mission ist es, eine Brücke von Molekülen zu mehrskaligen Materialien und Biosystemen zu schlagen und dabei Nachwuchswissenschaftlerlnnen bestmöglich zu fördern.

Das MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung nimmt, 25 Jahre nach seiner Gründung, eine führende Rolle in verschiedenen innovativen Wissenschaftsfeldern ein. Diese Forschungsgebiete - geordnet von kleinen zu größer werdenden Objekten – reichen von der Synthese, Charakterisierung und theoretischen Beschreibung von Kohlehydraten, Proteinen und Lipiden über funktionalisierte Nanopartikel und Hybridmaterialien, Polyelektrolyt-Multischichten, der Selbstorganisation von komplexen Grenzflächen und Mehrkomponentenmembranen bis hin zu hierarchischen Biomaterialien basierend auf Polysacchariden, Proteinen oder mineralisierten Geweben, wie Knochen und Zähnen. In all diesen Bereichen bürgt der Name des MPIKG für Exzellenz in der Grundlagenforschung.

Das Institut verfolgt zwei generelle Strategien, um seine Spitzenposition in diesem Bereich zu etablieren und weiter auszubauen: (i) Es identifiziert und wählt fortwährend neue interdisziplinäre Forschungsthemen, die eine höchstmögliche Relevanz für die Wissenschaft und Gesellschaft aufweisen; (ii) es ist sehr aktiv in der Ausbildung von DoktorandInnen und der Förderung junger WissenschaftlerInnen. So wird das MPIKG zum idealen Ausgangspunkt für erfolgreiche akademische Karrieren.

In den letzten Jahren wurden insbesondere Themen, welche unmittelbar mit biomimetischen und biologischen Systemen verknüpft sind, in die Forschungsarbeit aufgenommen. So gibt es vier neue Schwerpunktgebiete: Molekulare Erkennung von Kohlehydraten, fotoinduzierte molekulare Prozesse, Transportprozesse und Informationsverarbeitung durch molekulare Maschinen und biomimetische Bewegungssysteme. Diese Forschungsbereiche finden sich auch als Themen-Schwerpunkte in der neuen Internationalen Max Planck Research School über „Multiscale Bio-Systems: Von der molekularen Erkennung zum mesoskopischen Transport“. Das Graduiertenprogramm startete 2013 und wird in einer zweiten Förderperiode bis zum Jahr 2019 gefördert. Ein besseres Verständnis von vielskaligen Biosystemen ist dabei Grundlage für eine Vielzahl möglicher Anwendungen wie z.B. der Entwicklung von intelligenten Wirkstoffträgern und Biomaterialien.

Interdisziplinäre Expertise

Die komplexe und vielfältige Welt der Kolloide und Grenzflächen bietet eine große Anzahl an räumlichen und zeitlichen Organisationseinheiten, welche von molekularen bis hin zu mesoskopischen Skalen reichen. Für eine umfassende Untersuchung dieser Systeme und Prozesse bieten die einzelnen Abteilungen des Instituts eine komplementäre Methodik und Fachkenntnis in den Bereichen Chemie, Biochemie, Physik, Materialwissenschaften und Theorie. Die Abteilungen „Biomolekulare Systeme“ (Seeberger) und „Kolloidchemie“ (Antonietti) besitzen spezielle Expertise bei der chemischen Synthese von Molekülen und Materialien. Die Abteilung

„Biomaterialien“ (Fratzl) und die Emeritusgruppe „Grenzflächen“ (Möhwald) fokussieren ihre Arbeit dagegen auf die strukturelle Analyse und physikalische Charakterisierung dieser Systeme. Wenn es um das Verständnis und die Modellierung geht, ist die Abteilung „Theorie & Bio-Systeme“ federführend.

Nach der Gründung der Abteilung „Biomaterialien“ unter Peter Fratzl im Jahr 2003 und der Abteilung „Biomolekulare Systeme“ unter Peter H. Seeberger im Jahr 2008 wurde 2014 eine neue unabhängige Max-Planck-Forschungsgruppe zum Thema „Mechano(bio)chemie“ (Kerstin Blank) etabliert, um die Aktivitäten im Bereich der Biosysteme zu stärken.

Langfristige Ziele

Jede Abteilung des MPIKG hat sich langfristig anspruchsvolle Ziele gesetzt: Die Abteilung von Peter Seeberger untersucht die Rolle von kompexen Kohlehydraten, die fast alle Zellen umhüllen. Grundlegende Einsichten haben auf Kohlehydrate basierende Impfstoffkandidaten hervorgebracht. Die ForscherInnen um Markus Antonietti sind auf dem Weg enzymähnliche Nanokatalysatoren und die künstliche Photosynthese zu entwickeln und so grüne Energiegewinnung und -speicherung zu ermöglichen. Im Mittelpunkt der Abteilung von Peter Fratzl stehen das Verständnis und die Nachahmung von natürlichen auf Proteinen oder Polysacchariden basierenden Materialen, von Pflanzenbewegung und sowie von Knochenwachstum und -heilung. Das Verständnis und die Überwindung der Komplexitäts-Lücke zwischen künstlichen und natürlichen Systemen ist ein langfristiges Thema in der Abteilung von Reinhard Lipowsky. Schließlich beschäftigt sich die Gruppe um Kerstin Blank mit dem Einfluss mechanischer Kräfte auf Moleküle und Materialien.

Neue Forschungsperspektiven

Während der letzten Jahre haben sich einige neue zukunftsweisende Forschungsgebiete herauskristallisiert. Bei der molekularen Erkennung von Kohlehydraten handelt es sich um ein Arbeitsgebiet aus der Abteilung Seeberger, welches aber mit aktuellen Untersuchungen aus den Abteilungen Antonietti und Lipowsky Schnittmengen aufweist. Die Forschung in diesem Kernbereich basiert im Wesentlichen auf der Synthese von Polysacchariden und Kohlehydraten, die eine sehr definierte molekulare Architektur besitzen (Abt. Seeberger). Diese Kohlehydrate werden sowohl an Nanopartikeln (Abt. Antonietti) als auch an Lipid-Doppelschichten (Abt. Lipowsky) verankert. Diese Systeme können mit verschiedenen experimentellen und theoretischen Methoden untersucht werden, wobei eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung angestrebt wird.

Fotoinduzierte molekulare Prozesse sind ein Fokus der Abteilung Antonietti, wobei es hier gemeinsame Interessen mit den Abteilungen Seeberger und Lipowsky gibt. Ein neuer Katalysator auf der Basis von Kohlenstoff und Stickstoff wurde 2007 vorgestellt und wird nun weiter entwickelt bzw. optimiert (Abt. Antonietti). Andere fotoinduzierte Prozesse beinhalten die Entwicklung total neuartiger organisch-chemischer Reaktionskaskaden mit höchster Einfachheit und Ausbeuten (Abt. Seeberger, Abt. Antonietti), und fotoinduzierte konformative Änderungen von supramolekularen Strukturen (Abt. Lipowsky).

Biomolekulare Maschinen, die molekulare Lasten transportieren oder Informationen verarbeiten, sind ein Schwerpunkt der Abteilung Lipowsky. Aktuelle Themenbereiche sind dabei der kooperative Lastentransport durch Teams von molekularen Motoren, die Krafterzeugung durch Filamente und die Proteinsynthese durch Ribosomen. Verwandte Thematiken werden in der Abteilung Fratzl und der Blank-Gruppe bearbeitet, wie z.B. die molekulare mechanische Wechselwirkung von Zellen mit ihrer extrazellulären Umgebung. Ein weiteres aktuelles Thema der Abteilung Lipowsky sind asymmetrische Doppelschicht-Membranen sowie der Einschluss von Nanoteilchen durch derartige Membranen.

Biomimetische Bewegung und Gewebewachstum sind Kernthemen innerhalb der Abteilung Fratzl. Formänderungen in Geweben werden durch die Erzeugung von ungleichmäßigen, internen Belastungen ausgelöst. Diese werden durch die Wasseraufnahme in Zellwänden und durch Zellproliferation in Knochen und Hautgewebe erzeugt (Abt. Fratzl). Weiterführende Studien dieser belastungsauslösenden Prozesse werden mittels mehrskaligen Computersimulationen durchgeführt (Abt. Lipowsky). Auf diese Weise wird das Ziel verfolgt, die zu Grunde liegenden molekularen Mechanismen aufzudecken. Auch dies steht in einem engen Zusammenhang mit Untersuchungen in der Blank-Gruppe, die sich mit mechanischen Struktur-Funktions-Beziehungen von protein-basierten Materialbausteinen beschäftigt.

Programme für Doktorandinnen und Doktoranden

Ein starkes Engagement für die Ausbildung von DoktorandInnen ist Markenzeichen unseres Instituts. Die erste Max Planck Research School (IMPRS) über „Biomimetische Systeme“ wurde über zwölf Jahre erfolgreich betrieben und beendete ihre Arbeit im Herbst 2012. Die zweite IMPRS über „Multiscale Bio-Systems“ begann ihre Arbeit 2013 und ist in einer ersten Förderperiode bis 2019 bewilligt. Hauptziel der IMPRS ist es, dass die teilnehmenden DoktorandInnen effi-

zient und erfolgreich an einem zukunftsweisenden Forschungsprojekt arbeiten können, und das unter Erlernen verschiedener Disziplinen. Darüber hinaus ist das MPIKG auch noch in weiteren Graduiertenschulen aktiv: Diese sind das DFG-Graduiertenkolleg "Self-Assembled Soft Matter Nano-Structures at Interfaces", koordiniert von der TU Berlin, die Berlin-Brandenburg School for Regenerative Therapies (BSRT), koordiniert von der Charité - Universitätsmedizin Berlin, die SALSA, School of Analytical Sciences Adlershof, koordiniert von der Humboldt-Universität zu Berlin und das ZIBI, Zentrum für Infektionsbiologie und Immunologie, koordiniert von der FU Berlin.

Förderung von jungen WissenschaftlerInnen

Das Institut ist und war schon immer ein guter Nährboden für junge WissenschaftlerInnen, die eine akademische Karriere anstreben. Viele der früheren MitarbeiterInnen und Postdocs sind jetzt ProfessorInnen an deutschen oder ausländischen Universitäten. Während der letzten zehn Jahre haben etwa 40 frühere ArbeitsgruppenleiterInnen, Doktoranden und Wissenschaftler Spitzenpositionen eingenommen, die vergleichbar mit den deutschen W3 oder W2 Professuren sind. In der neuen IMPRS über „Multiscale Bio-Systems“ sind alle ArbeitsgruppenleiterInnen des MPIKG, die an verwandten Themen arbeiten, Mitglieder der erweiterten Fakultät der Schule und nehmen an der Auswahl und Zulassung der StudentInnen teil.

Gesellschaftliche Relevanz

Viele Forschungsaktivitäten am MPIKG haben -als Grundlagenforschung- potentielle Anwendungen in verschiedenen Technologie-Feldern und haben das Potenzial die Lebensqualität der Menschheit nachhaltig zu verbessern. Die Entwicklung von Impfstoffen auf der Basis von Kohlenhydraten und die Möglichkeit große Mengen dieser Moleküle zu produzieren, ist vielversprechend und wegweisend für die Prävention von bakteriellen Infektionen wie Krankenhauskeimen aber auch Parasitenerkrankungen wie Malaria. Diese Impfstoffe sind speziell für Entwicklungsländer sehr bedeutsam. Funktionelle Nanopartikel und Materialien können für die Erzeugung und Speicherung von Energie und für neue Methoden der CO_2-Bindung eingesetzt werden. Darüber hinaus besitzen diese Systeme ein breites Anwendungsspektrum in Bezug auf den intelligenten Wirkstofftransport, da sie die molekulare Erkennung und Bewegung mit der gezielten Wirkstofffreigabe kombinieren. Am Institut werden Biosysteme untersucht, die in Zukunft zu neuen Materialkonzepten führen werden, die auf bioinspirierten Designs basieren oder zur Organregeneration beitragen. Schließlich wird unsere Gesellschaft sehr stark von den jungen WissenschaftlerInnen profitieren, die ihre breite interdisziplinäre Ausbildung am MPIKG erhalten haben und das Institut verlassen, um ihr Wissen in anderen Wissenschafts- und Ingenieurbereichen anzuwenden.

Markus Antonietti, Peter Fratzl, Reinhard Lipowsky, Peter H. Seeberger

Picture: © Lutz Hannemann

The Research Program of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPICI)

Vision and Mission

Colloids are small building blocks which can be basic units of living organisms and of many useful materials. Mastering their synthesis and assembly will solve urgent problems in health, energy, materials, and many other important areas. The research program of the MPICI is to address fundamental scientific problems of such colloids and of the interfaces between them. Thus the scientific vision of the institute is in two areas: to lead the effort in making, visualizing, measuring and understanding these nanoscale building blocks, as well as to control their interactions and assembly (**see Fig. 1**). Our research includes biological or medical questions, as well as materials with their very diverse applications. Bio-inspired materials research is therein bridging between the two directions by translating materials structures found in nature into design concepts for engineering materials.

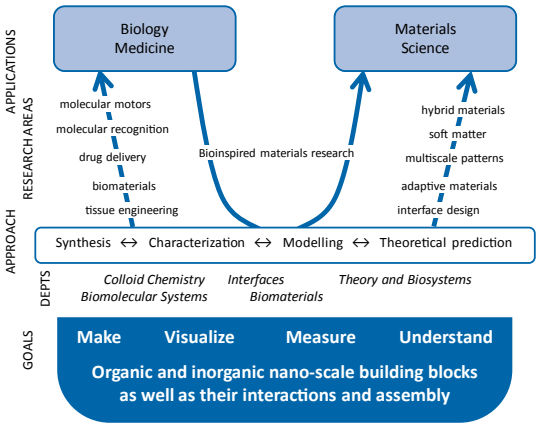


Fig. 1: Scientific strategy of the MPICI

We therefore intend to combine scientific excellence with exceptional commitment to mentoring and supporting young scientists. Our mission is: Bridging the gap between molecules and multiscale materials and bio-systems through excellence in science and by the support of young scientists.

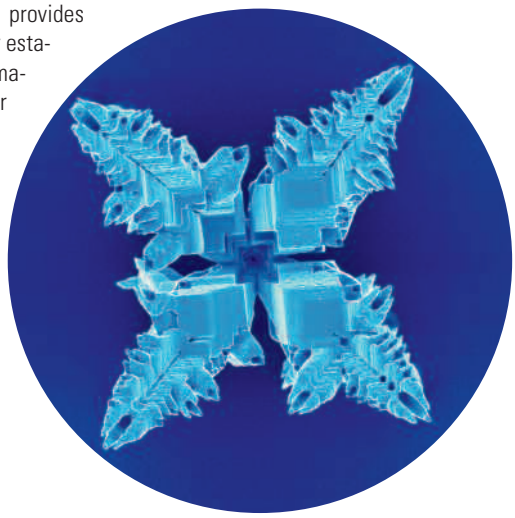
The MPI of Colloids and Interfaces (MPICI), 25 years after its foundation, has attained a leading position in several innovative fields of research. These areas - ordered from smaller to increasingly larger objects - include the synthesis, characterization and theoretical description of carbohydrates, proteins and lipids over functionalized nanoparticles and hybrid materials, polyelectrolyte multilayers, the self-organization of complex interfaces and multi-component membranes up to hierarchical biomaterials based on polysaccharides, proteins or mineralized tissues, such as bone and teeth. In all of these areas, the name of the MPICI serves as a trademark for excellence.

The MPICI pursues two general strategies in order to keep and strengthen its leading role in these field: (i) The MPICI constantly identifies and selects new interdisciplinary research topics with the highest potential impact on science and society; and (ii) the MPICI is very active in the training of graduate students and the support of young scientists and, thus, continues to be a hotbed for academic careers.

In the last few years, especially topics which directly relate to biomimetic and biological systems have been taken up. Four new focus areas are: molecular recognition of carbohydrates, photo-induced molecular processes, transport processes based on molecular motors, and biomimetic actuation and motility. These areas are also pursued in the framework of the International Max Planck Research School on "Multiscale Bio-Systems": From molecular recognition to mesoscopic transport": This graduate program started in 2013 and is funded in its second funding period until 2019. An improved understanding of multiscale bio-systems also provides the knowledge base for many possible applications such as the development of intelligent drug carriers and biomaterials.

Interdisciplinary Expertise

The complex and versatile world of colloids and interfaces provides many levels of spatial and temporal organization, from molecular to mesoscopic scales. In order to address these multiscale systems and processes, the departments at the MPI provide complementary methodology and core expertise from chemistry, biochemistry, physics, materials science, and theory. The departments of "Biomolecular Systems" (Seeberger) and "Colloid Chemistry" (Antonietti) have their core expertise in the chemical synthesis of molecules and materials. The department of "Biomaterials" (Fratzl) and the Emeritus Group on "Interfaces" (Möhwald) focus on structural analysis and physical characterization. The department of "Theory & Bio-Systems" (Lipowsky) provides expertise in theory and modeling. After establishing the Fratzl department on "Biomaterials" in 2003 and the Seeberger department on "Biomolecular Systems" in 2008, a new independent Max Planck Research Group on "Mechano(bio)chemistry" (Kerstin Blank) has been established in 2014 to strengthen the activities in the area of Biosystems.



Long-term Objectives

Each department of the MPICI sets itself its challenging long-term objectives. The Seeberger department characterizes the complex mixture of carbohydrates which surround practically all cells. These fundamental observations have enabled candidates for carbohydrate based vaccines. The Antonietti department wants to establish enzyme-like nanocatalysts and artificial photosynthesis as milestones for green energy production and chemical conversion reactions. The Fratzl department wants to understand and mimic of polysaccharide and protein based materials, analyzes plant motility and understands bone tissue growth and healing. The Lipowsky department wants to understand and bridge the complexity gap between artificial and natural bio-systems. Last but not least, the Blank group elucidates the influence of mechanical forces on molecules and materials.

New Focus Areas

During the last couple of years, several new focus areas have emerged at the MPI: Molecular recognition of carbohydrates is a focus area of the Seeberger department, with overlapping interests of the Antonietti and Lipowsky departments. Research in this core area is based on the synthesis of polysaccharides and carbohydrates with a well-defined molecular architecture (Dept. Seeberger). These carbohydrates are then anchored to nanoparticles (Dept. Antonietti), and lipid bilayers (Dept. Lipowsky). In this way, they become amendable to experimental and computational methods that probe these systems with high spatial and temporal resolution.

Photo-induced molecular processes are a focus area of the Antonietti department, with overlapping interests of the Seeberger and Lipowsky departments. A new type of catalyst based on carbon and nitrogen has been introduced about ten years ago and will be further developed and optimized (Dept. Antonietti). Other photo-induced processes include the development of fundamentally new reaction cascades for organic chemistry (Dept. Seeberger, Dept. Antonietti), photo-induced permeation of polyelectrolyte capsules (Emeritus Group Möhwald), and photoinduced conformational changes of supramolecular assemblies (Dept. Lipowsky).

Biomolecular machines that transport molecular cargo or process nanoscale information is a focus area of the Lipowsky department, with overlapping interests of the Fratzl department and the Blank group. Current topics include the cooperative cargo transport by motor teams, the force generation by filaments and the protein synthesis by ribosomes. A related theme is treated by the groups of Blank and Fratzl where mechanical interactions between cells and the extracellular environment are analyzed. The Lipowsky department puts another focus on asymmetric bilayer membranes and their interactions with nanoparticles.

Biomimetic actuation and growth of tissues are focus areas of the Fratzl department, with overlapping interests of the Lipowsky department. Shape changes in tissues are caused by the generation of non-uniform, internal stresses. These stresses are generated by water absorption in the cell walls of plant tissues and by cell proliferation in bone or skin tissues (Dept. Fratzl). The ongoing experimental studies of these stress-generating processes are also addressed by multiscale computer simulations in order to elucidate the underlying molecular mechanisms (Dept. Lipowsky). These observations are also in context with examinations of the Blank group, which deal with the structure-function relationships of protein-based materials components.

Graduate Programs

The MPICI will continue its strong commitment to the training of graduate students. The first International Max Planck Research School (IMPRS) on "Biomimetic Systems" has been successfully operated for twelve years until fall 2012. The second IMPRS on "Multiscale Bio-Systems" has started in 2013, and its first funding period will last until 2019. The new school covers the new focus areas of the MPICI as described above. The main objective of the IMPRS curriculum is to enable the participating doctoral students to work on their research projects, which are at the forefront of current research, in an efficient and fruitful manner. In addition, the MPICI participates in the following graduate schools: International Research Training Group on “Self-assembled Soft Matter Nano-Structures at Interfaces (coordinated by the TU Berlin), the "Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies" (coordinated by the Charité Hospital, Berlin), SALSA, the Graduate School of Analytical Sciences Adlershof (coordinated by the Humboldt University Berlin), as well as the Center of Infection Biology and Immunity (ZIBI) (coordinated by the FU Berlin).

Support of Young Scientists

The MPICI will continue to be a hotbed for young scientists who pursue a higher career in academia. A large number of former associates, graduate students and postdocs are now professors at German or foreign universities. In particular, during the last ten years, about 40 former junior scientists of the MPICI have taken up offers for professorships that are equivalent to German W3 or W2 positions. Many of these research group leaders were teaching in the framework of the old IMPRS on "Biomimetic Systems". In the new IMPRS on "Multiscale Bio-Systems", all research group leaders, who work on topics related to the school, are members of the school's associate faculty and take part in the recruitment and admission of the students.

Potential Applications and Impact on Society as a Whole

Many research activities at the MPICI have applications that will be useful and beneficial for research in other disciplines and for society as a whole. The development of vaccines based on carbohydrates, in connection with the possibility to produce large amounts of these molecules, are very promising for the prevention of bacterial infections as against hospital germs or parasitical diseases as Malaria. These vaccines would be particularly beneficial for developing countries. Functionalized nanoparticles and materials can be used for improved photoinduced cleavage of water and for new methods of CO_2 fixation. Likewise, these systems have a wide range of applications in the context of smart drug delivery systems, which combine molecular recognition and activation with triggered drug release.

In the latter context, the interactions of nanoparticles with cell membranes play a decisive role. The bio-systems studied at the MPICI are also likely to lead to new materials concepts based on bio-inspired designs as well as new concepts for material-supported organ regeneration. Finally, the society as a whole will strongly benefit from the many young scientists that have received a broad interdisciplinary training at the MPICI and leave the institute in order to apply their knowledge in other branches of science and engineering.

Markus Antonietti, Peter Fratzl, Reinhard Lipowsky, Peter H. Seeberger

Wissenschaftliche Beziehungen

Das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) unterhält intensive Kooperationen mit Universitäten, Forschungsinstituten und der Industrie auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene.

Regionale Kooperationen

Zwischen dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) und der Universität Potsdam besteht seit Institutsgründung eine intensive und gute Zusammenarbeit. Alle vier aktiven Direktoren und der Direktor (em.) sind Honorarprofessoren an der Universität Potsdam. Dies spiegelt sich in einer intensiven Lehrtätigkeit sowohl in Bereichen des Grundstudiums als auch in den Wahlpflichtfächern wieder. Prof. Fratzl und Prof. Lipowsky sind zudem Honorarprofessoren an der Humboldt Universität zu Berlin und Prof. Seeberger an der Freien Universität Berlin. Darüber hinaus wurden 2005 Prof. Jürgen Rabe vom Institut für Physik der Humboldt-Universität und 2017 Prof. Joanna Aizenberg, Amy Smith Berylson Professor of Materials Science at Harvard's School of Engineering and Applied Sciences sowie Prof. Dr. Ulrich S. Schubert von der Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) als Auswärtige Wissenschaftliche Mitglieder an das MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung berufen.

Zusätzlich dazu gibt es Kooperationsvereinbarungen mit dem Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB) über die gemeinsame Nutzung von Neutronenstreuinstumenten und Synchrotron-Beamlines sowie mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) über die Betreibung einer Mikrofokus-Beamline.

Das MPIKG, die Universität Potsdam, die Humboldt-Universität zu Berlin, Freie Universität Berlin und die Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP sowie für Zelltherapie und Immunologie IZI arbeiten eng im Rahmen der International Max-Planck Research School (IMPRS) on „Multiscale Bio-Systems" zusammen. Die Aktivitäten über biomimetische Systeme wurden zunächst durch die gemeinsam vom Institut und der Universität Potsdam im Jahr 2000 ins Leben gerufene International Max Planck Research School (IMPRS) on „Biomimetic Systems" komplettiert, entscheidend gestärkt und unterstützt. Im Oktober 2012 lief die zwölfjährige Förderung für die Schule aus. Ab Juni 2013 hat die neue International Max-Planck Research School (IMPRS) on „Multiscale Bio-Systems" ihre Arbeit aufgenommen. Diese befasst sich mit dem hierarchischen Aufbau von Biosystemen im Nanometer- und Mikrometerbereich. Sprecher ist Professor Lipowsky.

Darüber hinaus beteiligt sich das Institut an weiteren Graduiertenschulen:
International Research Training Group on "Self-assembled Soft Matter Nano-Structures at Interfaces (koordiniert von der TU Berlin)

- „Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies" (koordiniert von der Charité, Berlin)
- SALSA, the Graduate School of Analytical Sciences Adlershof (koordiniert von der Humboldt-Universität zu Berlin)
- ZIBI Graduate School, Center of Infection Biology and Immunity (koordiniert von der FU Berlin)

Das MPIKG ist ebenfalls involviert in von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten „Sonderforschungsbereichen" (SFB):

- Collaborative Research Centre 760 - „Biomechanics and Biology of Musculoskeletal Regeneration" koordiniert von der Charité Medical School, Berlin
- "Multivalenz als chemisches Organisations- und Wirkprinzip: Neue Architekturen, Funktionen und Anwendungen (SFB 765), koordiniert von der FU Berlin.

Zudem koordinierte Prof. Fratzl von 2009 bis 2016 das DFG-Schwerpunktprogramm SPP 1420 „Biomimetische Materialforschung", an dem mehr als zehn Universitäten so - wie Max-Planck-Institute beteiligt waren. Untersucht wurden Bauprinzipien und Herstellung von neuartigen, hierarchisch strukturierten Materialien, die auf natürlichen Vorbildern basieren.

Das Institut ist aber auch Teil des Forschungsnetzwerks MaxSynBio. Die Max-Planck-Gesellschaft bündelt hier ihre Kompetenzen im Bereich synthetische Biologie. Insgesamt neun Max-Planck-Institute beteiligen sich daran. MaxSynBio wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und von der Max-Planck-Gesellschaft über einen Gesamtzeitraum von sechs Jahren gefördert. Ferner beteiligt sich das Institut am Forschungsverbund „Unifying Concepts in Catalysis" (UniCat), welcher im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder 2007 gegründet wurde und von der TU Berlin koordiniert wird. Prof. Antonietti ist hier seit 2009 Principal Investigator (PI). Darüber hinaus ist das MPIKG auch Mitglied des neuen Projektes „Big-Data Driven Materials Science (BDDMS) unter Federführung des Fritz-Haber-Institutes und gefördert durch die Max-Planck-Gesellschaft.

Ebenfalls beteiligt ist es am vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Berlin-Brandenburger Zentrums für Regenerative Therapien (BCRT) sowie am Exzellenzcluster "Image- Knowledge-Gestaltung" (P. Fratzl ist Co-Sprecher), welches von der Humboldt-Universität durchgeführt wird.

Nationale und Internationale Kooperationen

Im Rahmen von europäischen Förderprogrammen, laufen zurzeit drei EU-Projekte innerhalb des 7. Rahmenprogramms und vier innerhalb des EU-Rahmenprogramms „HORIZONT 2020", davon zwei ERC Starting Grants. Des Weiteren ist das Institut gemeinsam mit dem Max-Planck-Institut für molekulare Physiologie in Dortmund und dem Riken Advanced Science Institute (ASI) in Wako federführend beteiligt am neuen Riken-Max Planck-Joint Research Center. Beide Forschungseinrichtungen schaffen damit eine Plattform, auf der sie Wissen, Erfahrungen und Infrastruktur sowie neue Methoden und Techniken im Bereich der chemischen Systembiologie bündeln. Das Indian Institute of Science and Education Research (IISER), Pune und das MPIKG haben zudem 2011 eine Max-Planck Partnergruppe ins Leben gerufen. In diesem Gemeinschaftsprojekt sollen innovative Nanosysteme entwickelt und hergestellt werden, die helfen sollen, Krebs besser behandeln zu können. Darüber hinaus gibt es gemeinsame Labors und internationale Partnergruppen mit dem National Laboratory for Physical Sciences at Microscale (CAS) in Hefei, China; der Fuzhou University, China, der Zheijiang University/ Hangzhou sowie der Jiao Tong University/Shanghai. Intensive Projektkooperationen gibt es im Bereich von molekularen Bio-Systemen insbesondere mit dem Weizmann Institute/Israel, der ETH Zürich, und dem Burnham Institute for Medical Research.

Bilaterale- und Kooperationsprojekte bestehen zurzeit unter der Förderung der European Space Agency (ESA), der NATO, des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes (DAAD), der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der German Israel Foundation (GIF) for Scientific Research and Development, des National Institutes of Health (NIH), des Schweizer Nationalfonds, der Schweizerischen Eidgenossenschaft sowie der VW-Stiftung mit China, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Israel, Japan, Niederlande, Norwegen, Portugal, Polen, Russland, Schweiz, Schweden und Spanien und den USA. Darüber hinaus wird in enger Zusammenarbeit mit dem Ludwig-Boltzmann Institut für Osteologie in Wien (Österreich) an klinisch orientierter Knochenforschung gearbeitet. Ferner betrieb die Abteilung Grenzflächen seit 2008 ein „Laboratoire Européen Associé über „Sonochemie" mit dem CEA-Institut für Separationschemie in Marcoule, das von der Abteilung Biomaterialien weitergeführt wird.

Industriekooperationen, Verwertungsverträge, Ausgründungen

The MPIKG kooperiert mit vielen industriellen Partnern wie z.B. BASF-AG, Firmenich, Merck, Beiersdorf, AstraZeneca UK, Clariant GmbH, Degussa AG, Merck, Procter & Gamble, Servier, Bayer-Schering AG, Nestle, EADS, Daimler, Lam Research und Lion Corporation.

Das Institut hält gegenwärtig 32 Patente. Im Zeitraum von 1993-2017 erfolgten folgende Ausgründungen: Capsulution Nanoscience AG, Colloid GmbH, Nanocraft GmbH, Nanolytics, Optrel, Riegler & Kirstein, Sinterface, Oxidion GmbH, Carbon Solutions GmbH, Glycouniverse, Artemiflow, Vaxxilon, and Fluxpharm.

Wissenschaftliche Beziehungen

Editorial Boards

Unsere Wissenschaftler fungieren als Gutachter und Berater von fachspezifischen Zeitschriften und Journalen. In der folgenden Liste sind nur die Wissenschaftler angeführt, die entweder Herausgeber oder Mitglied eines Editorial Boards sind. Des Weiteren informieren wir Sie über Mitgliedschaften in Fachbeiräten.

Editorial Boards und Editorial Advisory Boards:

- ACS Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- ACS Nano (H. Möhwald)
- Advanced Engineering Materials (P. Fratzl)
- Advanced Functional Materials (P. Fratzl)
- Advanced Healthcare Materials (P. Fratzl)
- Advanced Materials Interfaces (H. Möhwald)
- Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry (P. H. Seeberger)
- Advances in Colloid and Interface Science (R. Miller, Editor)
- Applied Rheology (M. Antonietti)
- Beilstein J. of Organic Chemistry (P. H. Seeberger, Editor-in-Chief)
- Bioinspiration & Biomimetics (P. Fratzl)
- Biomacromolecules (H. Möhwald)
- Biophysical Reviews and Letters (K. G. Blank)
- Bioorg. & Med. Chem. Letters (P. H. Seeberger)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry (P. H. Seeberger)
- Calcified Tissue International (P. Fratzl)
- ChemBioChem (P. H. Seeberger)
- Chemistry of Materials (M. Antonietti)
- Colloid & Polymer Science (M. Antonietti)
- Current Opinion in Colloid & Interface Science (H. Möhwald)
- Current Opinion in Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- Energy and Environmental Science (M. Antonietti)
- Journal of Biotechnology (P. H. Seeberger)
- Journal of Carbohydrate Chemistry (P. H. Seeberger)
- Journal of Flow Chemistry (P. H. Seeberger)
- Journal of Materials Chemistry (H. Möhwald)
- Journal of Structural Biology (P. Fratzl)
- Journal of Statistical Physics (R. Lipowsky)
- Langmuir (M. Antonietti)
- Macromolecular Biosciences (P. H. Seeberger)
- Macromolecular Chemistry and Physics (H. Möhwald)
- Macromolecular Journals of Wiley-VCH (M. Antonietti)
- Macromolecular Rapid Communications (H. Möhwald)
- Materials Chemistry (M. Antonietti)
- Materials Horizon (M. Antonietti)
- Nano-Letters (H. Möhwald)
- New Journal of Chemistry (M. Antonietti)
- Journal of Rheology (M. Antonietti)
- PeerJ (K. G. Blank)
- Physical Chemistry Chemical Physics (H. Möhwald)
- Polymer (M. Antonietti)
- Progress in Polymer Science (M. Antonietti)
- Review in Molecular Biotechnology (M. Antonietti)
- Science Magazine (P. Fratzl)
- Soft Matter (M. Antonietti)

Fachbeirat:

- Alberta Ingenuity Centre for Carbohydrate Science, Canada (P. H. Seeberger)
- Bayreuther Zentrum für Kolloid- und Grenzflächenforschung (H. Möhwald)
- B-Cube Dresden, (P. Fratzl, Scientific Advisory Board, Chair)
- Behnken-Berger-Stiftung, Berlin (P. Fratzl, Board of Trustees)
- Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies, BSRT (P. Fratzl)
- Biofibres Materials Centre, Stockholm (H. Möhwald)
- BWG Excellence Cluster (P. Fratzl, Co-speaker)
- Chinese Academy of Sciences Institute of Nanosciences (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- CIC biomaGUNE, San Sebastian, Spain (P. H. Seeberger, H. Möhwald)
- DECHEMA Research Group on "Chemical Nanotechnology" (H. Möhwald)
- Dutch Catalysis Excellence Cluster (M. Antonietti, Evaluation Board)
- Fondation ICFRC, International Center for Frontier Research in Chemistry, Strasbourg (H. Möhwald)
- Fraunhofer-Institute of Applied Polymer Research (H. Möhwald)
- German Colloid Society (H. Möhwald)
- The Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy (Peter Fratzl, Supervisory Board)
- IdEx Bordeaux (Initiative of Excellence of Bordeaux (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Institute for Science & Technology Austria (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)
- International Iberian Nanotechnology Laboratory (H. Möhwald)
- Leibniz Institute of Polymer Research Dresden (P. Fratzl, Board of Trustees)
- Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA, USA (P. Fratzl, Corporation Visiting Committee)
- National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand (M. Antonietti, International Advisory Committee)
- National Nanotechnology Center (NANOTEC), Thailand (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Pole Chimie Balard Montpellier (H. Möhwald)
- PolyMat San Sebastian (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Projekthaus NanoBioMater, University Stuttgart (P. Fratzl, Advisory Board)
- Ray Jaime I Committee (M. Antonietti, Advisory Board)
- WYSS Institute for Bioinspired Engineering at Harvard University (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)

Picture: © Göran Gnaudschun

Scientific Relations

The MPKG is collaborating intensively with universities, research institutes, and industry at the regional, national, and international level. In the following subsections, some of these collaborations will be highlighted.

Regional Networks

On the regional level, formal cooperation agreements have been signed with the University of Potsdam in 1995 and with the Humboldt University Berlin in 2005. Markus Antonietti and Peter Seeberger are honorary professors at Potsdam University, Peter Fratzl and Reinhard Lipowsky at both universities, and Peter Seeberger is an honorary professor at the Free University of Berlin. Jürgen Rabe, from the physics department of Humboldt University has been an external scientific member of the MPIKG since 2005, Prof. Joanna Aizenberg, Amy Smith Berylson Professor of Materials Science at Harvard's School of Engineering and Applied Sciences and Ulrich S. Schubert from the Faculty School of Chemistry and Earth Sciences of the Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU) has been an external scientific members since 2017.

Additional cooperation agreements exist with the Helmholtz Center of Materials and Energy (former Hahn Meitner Institute and BESSY) about the joint operation of neutron scattering instruments and synchrotron x-ray beamlines, and with the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) for running a microfocus beamline.

The MPIKG, the University of Potsdam, the Humboldt University, the Free University Berlin and the two Fraunhofer Institutes on our Campus closely collaborate in the framework of the International Max Planck Research School. The first International Max Planck Research School (IMPRS) on „Biomimetic Systems" has been successfully operated for twelve years until fall 2012. The second IMPRS on „Multiscale Bio-Systems" has started in 2013, and its first funding period will last until 2019. The school is dealing with hierarchical structures of bio-systems on supramolecular and mesoscopic scales between a few nanometers and many micrometers. The speaker of the school is R. Lipowsky.

In addition, the MPICI participates in other graduate schools:

- International Research Training Group on "Self-assembled Soft Matter Nano-Structures at Interfaces (coordinated by the TU Berlin),
- „Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies" (coordinated by the Charité Hospital, Berlin),
- SALSA, the Graduate School of Analytical Sciences Adlershof (coordinated by the Humboldt University Berlin),
- ZIBI Graduate School, Center of Infection Biology and Immunity (ZIBI) (coordinated by the FU Berlin).

The MPIKG takes part in some priority programs („Sonderforschungsbereiche" SFB) of the German Science Foundation (DFG):

- Collaborative Research Centre 760 - „Biomechanics and Biology of Musculoskeletal Regeneration" coordinated by Charité Medical School
- "Multivalenz als chemisches Organisations- und Wirkprinzip: Neue Architekturen, Funktionen und Anwendungen (SFB 765), coordinated by the Free University

Moreover Prof. Fratzl coordinated from 2009 to 2016 the DFG priority program SPP 1420 „Biomimetic Materials Research: Functionality by Hierarchical Structuring of Materials",in which more than ten universities and Max Planck Institutes participated. The program explored the possibility of generating new material classes of great potential by combining the degrees of freedom of hierarchical structuring inspired by nature with the variety of materials offered by engineering. The institute also participated in the network GoFORSys on "Systems Biology", a co-operation with the University of Potsdam and the MPI of Molecular Plant Physiology, which was funded by the Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

Furthermore the MPIKG is part of the research project MaxSynBio which is dedicated to Synthetic Biology and is funded by the Max Planck Society and the Federal Ministry of Education and Research. Research groups from nine Max Planck Institutes across Germany, as well as the Department of Theology of the Friedrich Alexander University Erlangen-Nuremberg, are involved. The project started on 1st of August 2014 and will run initially until the end of July 2017 with the option of an extension for additional three years. Our trials to cooperate with the National Excellence Centre on Catalysis of the Technical University Berlin are very promising concerning the development of completely new catalytic schemes and the excellence cluster on "Unifying concepts in catalysis" coordinated by the Technical University, Berlin. Moreover the institute is also a member of the new project „Big-Data Driven Materials Science (BDDMS) in charge of the Fritz Haber Institute and funded by the Max Planck Society.

The MPIKG participate also in the Berlin-Brandenburg Center for Regenerative Therapies (BCRT), in the Excellence Cluster "Image-Knowledge-Gestaltung" (where P. Fratzl is co-spokesperson) coordinated by the Humboldt University and SALSA, the Graduate School of Analytical Sciences Adlershof.

National and International Collaborations

Within the framework of European programs there are three EU projects within the 7th framework program and four within the EU framework program "HORIZON 2020", including two ERC Starting Grants. Furthermore the Institute is together with the Max Planck Institute of Molecular Physiology in Dortmund and the Riken Advanced Science Institute (ASI) in Wako principal partner of the new Riken Max Planck Joint Research Center. The new research center is able to promote the more effective use of research resources as well as information and technology in the field of systems chemical biology. The Indian Institute of Science and Education Research (II SER), Pune and the MPICI have entered 2011 into a research collaboration to design and construct nanodevices to improve treatment of cancer. The Max Planck Partner Group is funded by the Department of Science & Technology, Govt. of India and the Max Planck Society. Furthermore Joint laboratories and international partner groups have been established with the National Laboratory for Physical Sciences at Microscale (CAS) in Hefei, China; with the Fuzhou University, China, with the Zheijiang University/ Hangzhou, as well as with the Jiao Tong University/Shanghai. Project cooperation in the area of molecular biosystems is, among many others, cultivated with the Weizmann Institute/Israel, the ETH Zürich, and the Burnham Institute for Medical Research.

Beyond the collaborations described there exist bilateral and co-operation projects under assistance of the European Space Agency (ESA), the NATO, the German Academic Exchange Service (DAAD), the German Research Foundation (DFG), German Israel Foundation (GIF) for Scientific Research and Development, the National Institutes of Health (NIH), Swiss National Science Foundation (SNSF) and the VW-Foundation with Commonwealth of Independent States (CIS), China, France, Greece, Ireland, Italy, Israel, Japan, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Switzerland, Sweden, UK and the USA. Clinically oriented bone research is carried out in close collaboration with the Ludwig Boltzmann Institute of Osteology in Vienna (Austria). Moreover the former Department of Interfaces has established a Laboratoire Européen Associé about „Sonochemistry". It is run since 2008 together with the CEA Institute of Separation Chemistry in Marcoule and continued with the Department Biomaterials

Industrial Cooperations, Patents and Spin-Offs

The MPIKG cooperates with many industrial partners such as BASF-AG, Firmenich, Merck, Beiersdorf, AstraZeneca UK, Clariant GmbH, Degussa AG, Merck, Procter & Gamble, Servier, and Bayer-Schering AG, Nestle, EADS, Daimler, and Lam Research, Lion Corporation.

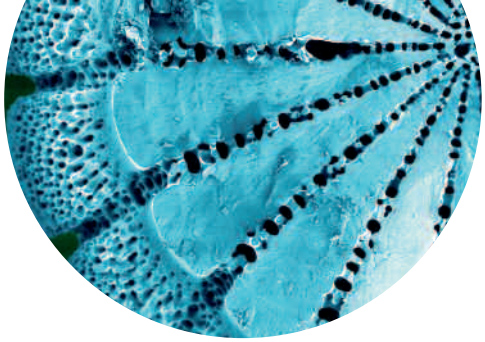
At present the MPIKG maintains 32 patents. In the time period from 1993 to 2017 following spin-offs have been launched: Capsulution Nanoscience AG, Colloid GmbH, Nanocraft GmbH, Nanolytics, Optrel, Riegler & Kirstein, Sinterface, Oxidion GmbH, Carbon Solutions GmbH, Glycouniverse, Artemiflow, Vaxxilon, and Fluxpharm

Editorial and Advisory Boards

Scientists serve as reviewers and advisors for many journals. Therefore listed are only activities as editor and member of an editorial board. Moreover you will find a list where you can find memberships in advisory boards.

Editorial Boards and Editorial Advisory Boards:

- ACS Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- ACS Nano (H. Möhwald)
- Advanced Engineering Materials (P. Fratzl)
- Advanced Functional Materials (P. Fratzl)
- Advanced Healthcare Materials (P. Fratzl)
- Advanced Materials Interfaces (H. Möhwald)
- Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry (P. H. Seeberger)
- Advances in Colloid and Interface Science (R. Miller, Editor)
- Applied Rheology (M. Antonietti)
- Beilstein J. of Organic Chemistry (P. H. Seeberger, Editor-in-Chief)
- Bioinspiration & Biomimetics (P. Fratzl)
- Biomacromolecules (H. Möhwald)
- Biophysical Reviews and Letters (K. G. Blank)
- Bioorg. & Med. Chem. Letters (P. H. Seeberger)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry (P. H. Seeberger)
- Calcified Tissue International (P. Fratzl)
- ChemBioChem (P. H. Seeberger)
- Chemistry of Materials (M. Antonietti)
- Colloid & Polymer Science (M. Antonietti)
- Current Opinion in Colloid & Interface Science (H. Möhwald)
- Current Opinion in Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- Energy and Environmental Science (M. Antonietti)
- Journal of Biotechnology (P. H. Seeberger)
- Journal of Carbohydrate Chemistry (P. H. Seeberger)
- Journal of Flow Chemistry (P. H. Seeberger)
- Journal of Materials Chemistry (H. Möhwald)
- Journal of Structural Biology (P. Fratzl)
- Journal of Statistical Physics (R. Lipowsky)
- Langmuir (M. Antonietti)
- Macromolecular Biosciences (P. H. Seeberger)
- Macromolecular Chemistry and Physics (H. Möhwald)
- Macromolecular Journals of Wiley-VCH (M. Antonietti)
- Macromolecular Rapid Communications (H. Möhwald)
- Materials Chemistry (M. Antonietti)
- Materials Horizon (M. Antonietti)
- Nano-Letters (H. Möhwald)
- New Journal of Chemistry (M. Antonietti)
- Journal of Rheology (M. Antonietti)
- PeerJ (K. G. Blank)
- Physical Chemistry Chemical Physics (H. Möhwald)
- Polymer (M. Antonietti)
- Progress in Polymer Science (M. Antonietti)
- Review in Molecular Biotechnology (M. Antonietti)
- Science Magazine (P. Fratzl)
- Soft Matter (M. Antonietti)



Advisory Boards:

- Alberta Ingenuity Centre for Carbohydrate Science, Canada (P. H. Seeberger)
- Bayreuther Zentrum für Kolloid- und Grenzflächenforschung (H. Möhwald)
- B-Cube Dresden, (P. Fratzl, Scientific Advisory Board, Chair)
- Behnken-Berger-Stiftung, Berlin (P. Fratzl, Board of Trustees)
- Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies, BSRT (P. Fratzl)
- Biofibres Materials Centre, Stockholm (H. Möhwald)
- BWG Excellence Cluster (P. Fratzl, Co-speaker)
- Chinese Academy of Sciences Institute of Nanosciences (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Chinese Academy of Sciences Institute of Nanosciences (M.Antonietti, Scientific Advisory Board)
- CIC biomaGUNE, San Sebastian, Spain (P. H. Seeberger, H. Möhwald)
- DECHEMA Research Group on "Chemical Nanotechnology" (H. Möhwald)
- Dutch Catalysis Excellence Cluster (M. Antonietti, Evaluation Board)
- Fondation ICFRC, International Center for Frontier Research in Chemistry, Strasbourg (H. Möhwald)
- Fraunhofer-Institute of Applied Polymer Research (H. Möhwald)
- German Colloid Society (H. Möhwald)
- The Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy (Peter Fratzl, Supervisory Board)
- IdEx Bordeaux (Initiative of Excellence of Bordeaux (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Institute for Science & Technology Austria (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)
- International Iberian Nanotechnology Laboratory (H. Möhwald)
- Leibniz Institute of Polymer Research Dresden (P. Fratzl, Board of Trustees)
- Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA, USA (P. Fratzl, Corporation Visiting Committee)
- National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand (M. Antonietti, International Advisory Committee)
- National Nanotechnology Center (NANOTEC), Thailand (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Pole Chimie Balard Montpellier (H. Möhwald)
- PolyMat San Sebastian (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Projekthaus NanoBioMater, University Stuttgart (P. Fratzl, Advisory Board)
- Ray Jaime I Committee (M. Antonietti, Advisory Board)
- WYSS Institute for Bioinspired Engeneering at Harvard University (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)

Internationale Max Planck Research School (IMPRS) on Multiscale Bio-Systems

In Zusammenarbeit mit der Universität Potsdam, der Freien Universität Berlin, der Humboldt Universität Berlin und dem Fraunhofer Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI hat das MPIKG im Jahr 2013 eine neue IMPRS zum Thema „Multiscale Bio-Systems" etabliert. Der Sprecher der Schule ist Prof R. Lipowsky, der Vize-Sprecher ist Prof R. Seckler und der Koordinator ist Dr. A. Valleriani. Das Graduiertenprogramm vermittelt grundlegende Kenntnisse über Biosysteme in Makromolekülen und wässrigen Lösungen, über molekulare Erkennung zwischen den Grundbausteinen, freie Energieübertragung bei molekularen Maschinen sowie Strukturbildung und Transport in Zellen und Gewebe. Diese Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf vier Kernbereiche: molekulare Erkennung von Kohlehydraten, Interaktion von Biomolekülen mit Licht, gerichtete intrazelluläre Prozesse und gerichtete Formveränderung von Geweben. Ein Hauptziel der IMPRS ist ein quantitatives Verständnis der Prozesse auf supramolekularer und mesoskopischer Ebene im Größenbereich zwischen einigen Nanometern und vielen Mikrometern. Der interdisziplinäre Ansatz verbindet bottom-up und top-down Ansätze, die von verschiedenen Gruppen in Theorie und experimenteller Biophysik, in Physik und Kolloidchemie sowie in Biochemie und Molekularbiologie verfolgt werden.

Rahmenbedingungen

Das englischsprachige Doktorandenprogramm bietet aktuelle Themen interdisziplinärer Forschung und wurde für sechs Jahre genehmigt mit der Aussicht auf Verlängerung um weitere sechs Jahre. Hauptverantwortlicher der Schule ist das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung. Im Einklang mit den allgemeinen Regeln der IMPRS kommt weniger als die Hälfte der zugelassenen Studenten aus Deutschland. In den Jahren von 2013 bis 2016 sind circa 1400 Bewerbungen eingegangen, aus denen 36 Doktoranden ausgewählt wurden, elf von ihnen aus Deutschland, der Rest aus 13 anderen Ländern. Die Auswahl der Studenten findet in einem dreistufigen Verfahren statt, bei dem die Kandidaten sich zuerst auf ein Projekt bewerben, das von zwei oder mehr Fakultätsmitgliedern angeboten wird. In der zweiten Stufe wird eine Auswahl von Bewerbern zu Interviews mit den Fakultätsmitgliedern eingeladen. In einem dritten Schritt müssen die besten Bewerber den IMPRS-Lenkungsausschuss und ihre Betreuer überzeugen, um einen Doktorandenvertrag zu bekommen.

Lehrprogramm

Jeder Doktorand arbeitet an einem Projekt unter Aufsicht eines „Dissertationskommitees", das aus mindestens drei Betreuern besteht, welche sich regelmäßig mit dem Doktoranden treffen, um seine Fortschritte und eventuelle Änderungen des Projekts zu besprechen. Die IMPRS organisiert zwei Workshops im Jahr, zu denen sich alle Gruppen treffen um über ihre jeweiligen Projekte zu diskutieren und sich auszutauschen. Vorträge der Doktoranden und viel Zeit während der Poster-Präsentationen erlauben es jedem, persönlich mit den Doktoranden und ihren Betreuern zu sprechen. Zusätzlich dazu organisiert die IMPRS eine Ringvorlesung, in der Fakultätsmitglieder der Schule und eingeladene Sprecher pädagogisch orientierte Vorlesungen halten, die alle vier Kernbereiche der Schule abdecken. Bisher hat die Schule 43 solche Vorlesungen organisiert. Sie bietet auch eine Vielzahl von Veranstaltungen zu Soft Skills – von Workshops zum wissenschaftlichen Schreiben, über Übungen zu Präsentationstechniken bis hin zu Deutschkursen und Vorträgen zu Karriereperspektiven. Das Graduiertenprogramm bietet auch Semesterkurse an, wo einzelne Themengebiete vertieft werden. Bis zum Sommersemester 2017 gab es 42 solcher Kurse, in denen Themengebiete von Biochemie bis statistischer Physik behandelt wurden, um die Kluft zwischen den einzelnen Teildisziplinen zu überbrücken. Gruppenleiter, Nachwuchsgruppenleiter und Professoren des MPIKG, der Universität Potsdam, der FU Berlin, der HU Berlin und des Fraunhofer Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI nehmen an dem Programm teil und bieten Training und Mentoring an.

Weitere Informationen finden Sie unter:
imprs.mpikg.mpg.de

Reinhard Lipowsky und Angelo Valleriani
International Max Planck Research School (IMPRS)
on Multiscale Bio-Systems

International Max Planck Research School(IMPRS) on Multiscale Bio-Systems

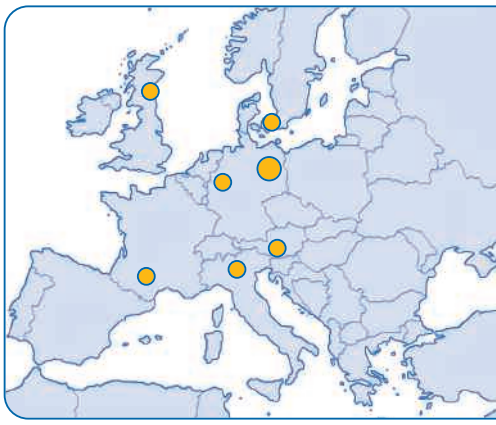
In collaboration with the University of Potsdam, the Free University Berlin, the Humboldt University Berlin, and the Fraunhofer Institute for Cell Therapy and Immunology IZI, the MPI-CI now offers a new IMPRS on "Multiscale Bio-Systems". The speaker of the school is R. Lipowsky, the vice-speaker is R. Seckler, and the coordinator is A. Valleriani. The new IMPRS started its training activities in the winter semester 2013/2014. The IMPRS addresses the fundamental levels of Biosystems as provided by macromolecules in aqueous solutions, molecular recognition between these building blocks, free energy transduction by molecular machines as well as structure formation and transport in cells and tissues. The research activities are focused on four core areas: molecular recognition of carbohydrates, interaction of biomolecules with light, directed intracellular processes as well as directed shape changes of tissues. One general objective is to understand, in a quantitative manner, how the processes on supramolecular and mesoscopic scales between a few nanometers and many micrometers arise from the structure and dynamics of the molecular building blocks. The interdisciplinary research combines bottom-up with top-down approaches, which are pursued by several groups from theoretical and experimental biophysics, from physical and colloid chemistry as well as from biochemistry and molecular biology.

General Framework

The English-speaking doctoral program offers cutting-edge, interdisciplinary research and has been approved for six years, with a possible extension for another six years. Headquarter of the school is the MPI of Colloids and Interfaces. In line with the general rules for all IMPRS, less than half of the admitted students can be from Germany. In the years from 2013 to 2016, we have received about 1400 applications and recruited 36 doctoral students, eleven from Germany and the rest from thirteen different countries. The recruitment of new students is based on a three-step procedure, in which applicants first apply for a project proposed by a group of two or more faculty members. In a second stage, selected applicants are invited for an interview by the faculty members, who evaluate the quality of each applicant. Finally, those candidates who have convinced the IMPRS steering committee and their future supervisors receive an offer.

Research Training Activities

Every doctoral student works on a project under the supervision of a Thesis Committee composed of at least three persons, who meet regularly to discuss progresses and adjustments of the project. The school organizes two workshops per year, where all groups meet and discuss about each of the current projects. Talks by the doctoral students and plenty of time during the poster session allow anybody to personally discuss with the doctoral students and their supervisors. Furthermore, the school organizes a lecture series where faculty members of the school as well as invited speakers deliver pedagogically oriented lectures covering all four core areas of the school. So far, the school has organized 43 such lectures. The school offers a variety of soft skills events, including workshops on scientific writing, presentation skills, German language courses as well as lectures on career possibilities. The school offers also semester courses to cover broad topics in depth. Until the summer semester 2017, the school has offered 42 courses, covering topics from biochemistry to statistical physics, in order to bridge the gap between different disciplines. Group leaders, junior group leaders and professors of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces, the Potsdam University, FU Berlin, HU Berlin, and the Fraunhofer Institute for Cell Therapy and Immunology IZI participate in the program and offer training and mentorship.



For further information see:
imprs.mpikg.mpg.de

Reinhard Lipowsky and
Angelo Valleriani

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung informiert innerhalb seiner Presse- und Öffentlichkeitsarbeit über die wissenschaftlichen Innovationen am Institut und deren Ergebnisse in Lehre, Forschung und Anwendung. Auf diese Weise möchten wir ein eigenständiges, positives Image und Vertrauen schaffen. Gleichzeitig soll dazu beigetragen werden eine Brücke von der Lehr- und Forschungsstätte in die Öffentlichkeit zu schlagen, aktuelle Impulse aufzunehmen, neue Ideen zu finden und umzusetzen. Ein Hauptziel ist es, unsere aktuelle Forschung in das Bewusstsein der allgemeinen Öffentlichkeit, der Politik, der Presse, unserer KooperationspartnerInnen, zukünftiger StudentInnen, ehemaliger Institutsangehöriger sowie der internen Gemeinschaft zu bringen. Aufmerksamkeit und Interesse für die Wissenschaft und damit letztendlich Akzeptanz, Sympathie und Vertrauen zu gewinnen, gehören zu unseren wichtigsten Anliegen.

Fach- und Publikumsjournalisten werden über das aktuelle Geschehen mit Hilfe von fundierten Nachrichten und Hintergrundwissen informiert. Regelmäßig veröffentlichen wir unseren Zweijahresbericht, Presse-Informationen, beantworten Presseanfragen und halten zu den Medienvertretern persönlichen Kontakt. Neben der klassischen Pressearbeit stellt die Konzeption, Organisation und Durchführung von Veranstaltungen den zweiten Tätigkeitsschwerpunkt des Referats dar.

Der Tag der Offenen Türen im Wissenschaftspark Potsdam-Golm ist dabei einer unserer Höhepunkte. Gemeinsam mit den Max-Planck Instituten für Gravitationsphysik und Molekulare Pflanzenphysiologie, den Fraunhofer-Instituten für Angewandte Polymerforschung IAP sowie für Zelltherapie und Immunologie IZI, dem Golm Innovationszentrum GO:IN sowie dem Brandenburgischen Landeshauptarchiv bieten wir im zweijährigen Rhythmus interessierten Besuchern aller Altersklassen einen faszinierenden Einblick in die Forschung. Da am 13. Mai 2017 der Potsdamer Tag der Wissenschaften im Wissenschaftspark Potsdam-Golm durchgeführt wurde, wurde der Tag der Offenen Türen zugunsten dieser Veranstaltung verlegt.

In über 200 Einzelveranstaltungen präsentierten sich 40 Hochschulen und Forschungseinrichtungen aus Brandenburg. Von 13 bis 20 Uhr hatten die rund 15.000 Besucher die Möglichkeit, hinter die Kulissen der interdisziplinären und internationalen Grundlagenforschung und angewandten Wissenschaften zu schauen.

Ein weiterer Höhepunkt konnte am 21. September 2015 mit der Einweihung des Erweiterungsbaus gefeiert werden. Durch die Fertigstellung des neuen Gebäudes mit 2300 qm Nutzfläche gewinnt das Institut nach zwei Jahren Bauzeit zusätzlich Platz für den Betrieb moderner Großgeräte, die Einrichtung von Nachwuchsgruppen wie auch für die Forschung von 100 weiteren Mitarbeitern.

Darüber hinaus werden am Institut Führungen für Interessierte, insbesondere für Schulklassen, sowie Vorträge an den Schulen selbst organisiert. Das Institut beteiligt sich ebenfalls jedes Jahr am „Girls' Day – dem Mädchenzukunftstag".

Ehemalige Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung arbeiten auf der ganzen Welt. Sie sind in der Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung tätig, beeinflussen Entwicklungen und zukünftige Strukturen – Grund genug, alljährlich ein Ehemaligentreffen zu veranstalten, das über die "Trends in Colloids and Interface Science" informiert. Im Rahmen der Veranstaltung werden zwei Preise an Nachwuchswissenschaftler verliehen. Zum Einen der Preis für die beste Promotion und zum Anderen der Preis für die überraschendste Entdeckung.

Der Internetauftritt, aber auch die interne Kommunikation stellen zudem weitere wichtige Bereiche der Öffentlichkeitsarbeit dar. Wir sehen es als Aufgabe an, die Bedeutung der Grundlagenforschung und der zukünftigen Entwicklungen in der Kolloid- und Grenzflächenforschung an die breite Öffentlichkeit zu transportieren. Entdecken Sie auf den folgenden Seiten, dass Wissenschaft faszinierend, kreativ und fesselnd ist! Sollten Sie bei auftretenden Fragen unsere Hilfe benötigen, unterstützen wir Sie jederzeit gern.

Katja Schulze
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
katja.schulze@mpikg.mpg.de

Foto: Friedrich Bungert

Press and Public Relations

Press and Public Relations at the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces serve as the interface between the scientists' work and the public. We inform you about the research results, and want to create an independent, positive image and thus trust in scientific work. Simultaneously we try to bridge the gap between research institution and general public and hence get new impetus and ideas. We promote the perception of our research among the community, the press, government, corporate partners, prospective students, alumni and our own internal community. It is a matter of great importance that not only the scientific community but in fact anyone interested in modern science should have the opportunity to get an idea about the aims of our institute. Attention, interest and finally trust in science must be one of our most important concerns. Therefore we inform journalists with profound news and background knowledge about current research. To pursue this task press releases are edited, brochures – such as this Report – are published and distributed on request and informal support is provided whenever necessary.

Beside classical Press and Public Relations the complete conception, organization and realisation of events is a second core theme. One of our highlights every two years is the Open Day, which is an interesting and fun-packed day, combining demonstrations of high-tech learning facilities with hands on activities for all age groups. The Open Day is held together with the Max Planck Institutes of Gravitational Physics and Molecular Plant Physiology, the Fraunhofer Institutes for Cell Therapy and Immunology IZI and for Biomedical Engineering IBMT, the Golm Innovation Center GO:IN and the Brandenburg Main State Archive. As the "Potsdamer Day of Science" took place on May 13th 2017 in the Potsdam-Golm Science Park we shifted the Oped Day in favour of this event. 40 universities and research institutes from Brandenburg presented themselves with more than 200 individual events. From 1pm to 8 pm about 15.000 visitors took the chance to look behind the scenes of interdisciplinary and international basic science as well as of applied science.

Beside this the MPICI has celebrated the inauguration of its extension building on September 21st 2015. The new building with most modern laboratories and further 2300 square meters gives now space for largescale facilities, for junior research groups as well as for the research of 100 additional employees.

Furthermore the institute takes part in the Germany-wide campaign „Girls'Day – Future Prospects for Girls" every year.

Former members of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces work around the world. They are employed in science, business and administration, influence developments and future structures. Reason enough to organize together with the "Freunde der Kolloid- und Grenzflächenforschung e.V." an annual alumni meeting, which informs about the "Trends in Colloids and Interface Science". Within the event two prices were awarded to early-stage researchers, the "Doctoral Thesis Award" and the "Most Surprising Discovery". Through this forum alumni can stay in touch with other alumni, and the Institute at large. In addition it helps alumni to stay connected with academic departments, bringing both personal and professional benefits.

But also the internet presence and the internal communication are additional important fields within Press and Public Relations. We try to create awareness for the role of basic research in general, especially with regard to future developments in colloid and interface science. We also seek to show that the world of science and technology is fascinating, challenging, varied and rewarding. Within these pages you can find the latest news from the institute as well as a more in depth look at our research. If you have any further questions, please contact us. We are pleased to help you.

Katja Schulze
Press and Public Relations
katja.schulze@mpikg.mpg.de