

## **Max Planck Institute of Colloids and Interfaces**

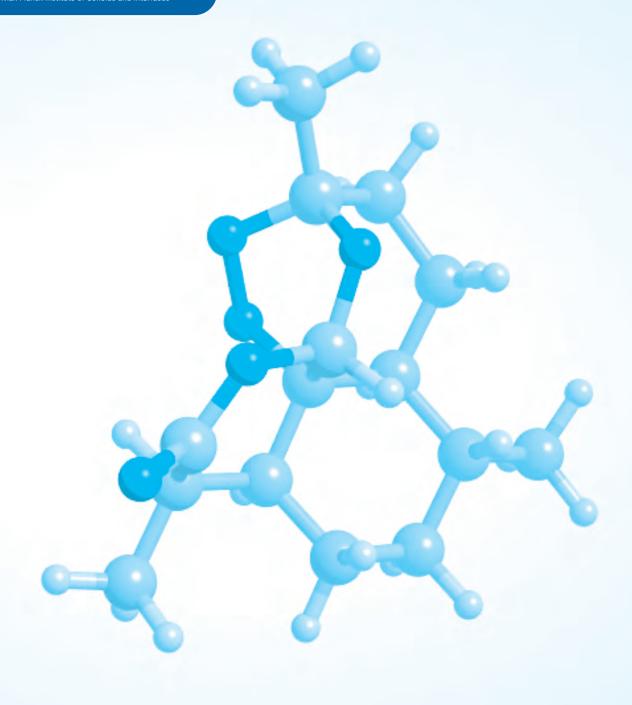
REPORT 2011-2012



Artemisinin ist derzeit der wichtigste Wirkstoff gegen Malaria. Jährlich werden ca. 200 t davon aus Pflanzen gewonnen. Mit einem am MPI entwickelten Verfahren ist es möglich, dieses wichtige Medikament aus Pflanzenabfall preiswert herzustellen.

**Artemisinin** is the most important anti-malarial drug. 200 t of the compound are extracted from plants every year. A new process, developed at the MPI, now allows to produce this important drug very cost-efficient from plant waste

Picture: © Max Planck Institute of Colloids and Interfaces





RESEARCH REPORT 2011-2012

#### 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 2013



# INHALTSVERZEICHNIS TABLE OF CONTENTS

Vorwort
Preface.8Prof. P. H. Seeberger.8
Das Institut in Zahlen10The Institute in Numbers12Prof. H. Möhwald12
Das Forschungsprogramm des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG)
Wissenschaftliche Beziehungen20Scientific Relations22
Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über Biomimetische Systeme       .24         International Max Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems       .25         Prof. R. Lipowsky · Dr. A. Valleriani       .25
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
BIOMATERIALS
Research in the Department of Biomaterials · Prof. P. Fratzl
Biological MaterialsEvolutionary Perspectives on Vertebrate Hard Tissues · Dr. M. Dean33Biochemical Strategies in Load-Bearing Natural Materials · Dr. M. J. Harrington34Biological Chitin-Based Tools and Sensors · Dr. Y. Politi36Advanced Raman Spectroscopic Imaging of Biological Tissues · Dr. A. Mašic38In-Situ Mechanical Characterization of Internal Interfaces in Biomaterials · Dr. I. Zlotnikov39Mechanobiology · Dr. R. Weinkamer40
Biological and Bio-inspired Materials  Plant Material Adaptation · Dr. M. Eder
BIOMOLECULAR SYSTEMS
Research in the Department of Biomolecular Systems · Prof. P. H. Seeberger
Carbohydrate SynthesisCarbohydrate SynthesisAutomated Solid Phase Oligosaccharide Synthesis · Dr. M. Hurevich.56Synthetic Carbohydrate Antigens · C. L. Pereira.58
Host Microbe Interactions Glycobiology of Cell Surface Glycans - Dr. C. Anish
(GPIs) AND GLYCOPROTEINS Synthesis and Properties of GPI-Anchors · Dr. D. V. Silva

<b>Biomolecular Systems</b> Microreactors as Tools for Organic Chemists · Dr. D. T. McQuade
Precision Polymers and Polymeric Biomimetics Precision Glycopolymers for Receptor Targeting and Drug Development · Dr. L. Hartmann
Glycoimmunology C-type Lectin Receptors: From Glycan Arrays to Murine Studies · Dr. B. Lepenies
Structural Glycobiology         Specific C-type Lectin Receptor Ligands · Dr. C. Rademacher
Glycoproteomics Deciphering the Glycocode for Understanding Intercellular Communication · Dr. D. Kolarich
COLLOID CHEMISTRY
Research in the Department of Colloid Chemistry · Prof. M. Antonietti
Heterophase Polymerization         Polymer Dispersions / Heterophase Polymerizations · Dr. K. Tauer       .80
Porous Polymers         From Polymer Synthesis to Porosity Analysis · Dr. J. Weber       .82
Chimera Polymers and Novel Synthetic Methods Smart Biohybrid Polymers · Dr. H. Schlaad
<b>Modern Techniques of Colloid Analysis</b> Electron Microscopic Studies of Colloidal Systems and Interfaces · Dr. J. Hartmann
Hydrothermal Carbon Nanostructures and Coatings         Carbon Materials from Renewable Resources · Dr. M. Titirici
De Novo Nanoparticles         Novel Synthetic Routes for Nanoparticles Production · Dr. C. Giordano       .90
International Joint Laboratory Poly(ionic liquid)s: Synthesis and Materials Application · Dr. Jiayin Yuan
International Joint Laboratory  Design of 3D-Conjugated Polymers as Heterogeneous Photocatalysts · Dr. F. Vilela
INTERFACES
Research in the Department of Interfaces · Prof. H. Möhwald
Independent Researchers  Peptide Optical Waveguiding · Dr. Xuehai Yan
(Quasi) Planar Interfaces – Fluid Interface Langmuir Monolayers as Model Systems to Study Interactions at Interfaces · Prof. G. Brezesinski
<b>Solid Interfaces</b> Phase Transitions and Transport Phenomena in Thin Films at Solid/Air Interfaces · Dr. H. Riegler

Active Interfaces Active Interfaces and Coatings - Dr. D. Shchukin
THEORY & BIO-SYSTEMS
Research in the Department of Theory & Bio-Systems · Prof. R. Lipowsky
Biopolymers120Glycans as Universal Tools for Proteins and Lipids · Dr. M. Santer.120Conformational Changes in Protein Function · Dr. T. Weikl.122
Molecular Motors and Filaments Cargo Transport by Teams of Molecular Motors: Elastic Coupling and Interference Regimes · Dr. F. Berger, Dr. C. Keller
Membranes and VesiclesStability of Lipids and Lipid Bilayers · Dr. A. Grafmüller128Lipid Membranes in Contact with Aqueous Phases of Polymer Solutions · Dr. R. Dimova130Interplay of Curvature and Composition in Membranes · Dr. T. Weikl132Vesicles in contact with two aqueous phases · Prof. R. Lipowsky134
Interfacial Phenomena Anchored Polymers — Self-Organization & Response to Perturbations · Dr. C. Seidel
Complex SystemsStochastic Processes in Complex Bio-Systems · Dr. A. Valleriani.136Regulation of Bio-Processes · Dr. S.Klumpp.138
APPENDIX
Organigramm       Organization Chart
Fachbeirat/Kuratorium Scientific Advisory Board / Board of Trustees
Drittmittelprojekte Third Party Funds
Ausgewählte Veranstaltungen Selected Events
Wissenschaftliche Abschlüsse Scientific Degrees
Personalien Appointments and Honors
Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Patente Publications and Patents

Vorwort



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

Ein langfristiges Ziel ist dabei die

Entwicklung von neuartigen Impfstof-

Dieser Bericht beschreibt die Aktivitäten des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG), das 1992 aegründet wurde und seit 1999 in Potsdam angesiedelt ist. Das MPIKG besteht derzeit noch aus fünf Abteilungen, wobei die Abteilung "Biomolekulare Systeme" (Peter Seeberger) bis zur Fertigstellung des Erweiterungsgebäudes an der Freien Universität Berlin untergebracht ist.

Dieses Vorwort gibt zunächst eine kurze Einführung in das Forschungsgebiet des MPIKG und einen Überblick über die aktuellen Schwerpunkte der einzelnen Abteilungen. Die Forschungsaktivitäten der fünf Abteilungen sind eng miteinander verknüpft.

Die Kolloid- und Grenzflächenforschung beschäftigt sich mit sehr kleinen bzw. sehr dünnen Strukturen im Nano- und Mikrometerbereich. Einerseits handelt es sich bei diesen Strukturen um eine ganze "Welt der versteckten Dimensionen", andererseits bestimmt die komplexe Architektur und Dynamik dieser Strukturen das Verhalten von sehr viel größeren Systemen, wie z. B. Organismen.

Ein tieferes Verständnis von Kolloiden und Grenzflächen ist deshalb Schlüssel für zahlreiche Neuerungen, wie z. B. die die Entwicklung von "intelligenten" Wirkstoffträgern und Biomaterialien. Dazu ist ein interdisziplinärer Zugang notwendig, der chemische Synthese und biomimetische Materialentwicklung mit physikalischer Charakterisierung und theoretischer Modellierung verknüpft.

Die Nano- und Mikrostrukturen, die am MPIKG erforscht werden, sind aus speziellen Molekülen aufgebaut, die nach dem Prinzip der Selbstorganisation "von selbst" geordnete Strukturen aufbauen. Die Abteilungen "Biomolekulare Systeme" (Peter H. Seeberger) und "Kolloidchemie" (Markus Antonietti) beschäftigen sich schwerpunktmäßig mit der Chemie dieses Systemaufbaus.

In der Abteilung "Biomolekulare Systeme", die im Jahr 2008 neu eingerichtet wurde, werden z. B. "maßgeschneiderte" Zuckermoleküle synthetisiert und mit anderen molekularen Gruppen verknüpft. Diese komplexen Kohlehydrate können andere Kohlehydrate sowie Proteine und Antikörper an

fen auf Zuckerbasis. Die Abteilung "Kolloidchemie" setzt wiederum 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 weiterer Schwerpunkt dieser Abteilung ist die Umwandlung von Biomasse in Kohle mittels der hydrothermalen Karbonisierung, ein Prozess, der einen wichtigen Beitrag zur Fixierung von CO2 liefern könnte.

Weitere Nanostrukturen, die sich "von selbst" organisieren, sind molekulare Monoschichten sowie Multischichten aus positiv und negativ geladenen Polymeren, zwei Schwerpunkte der Abteilung "Grenzflächen" (Helmuth Möhwald). Die Nanostrukturen werden dabei an mesoskopischen und makroskopischen Grenzflächen befestigt und können dann mit physikalischen Untersuchungsmethoden sehr präzise vermessen werden. Die Multischichten von geladenen Polymeren lassen sich für die Verkapselung von ganz unterschiedlichen Wirkstoffen einsetzen, von biologischen Wirkstoffen hin bis hin zum Korrosionsschutz.

Viele 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" (Peter Fratzl) mit physikalischen Methoden erforscht. Dabei wird z. B. die Methode der fokussierten Synchrotronstrahlung eingesetzt, die es erlaubt, die Struktur von Mikrodomänen des Materials 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.

Die Aktivitäten der vier experimentellen Abteilungen werden durch theoretische Untersuchungen in der Abteilung "Theorie & Bio-Systeme" (Reinhard Lipowsky) ergänzt. Aktuelle Schwerpunkte der Theorie sind molekulare Maschinen und mehrkomponentige Membranen. Zur Abteilung gehört auch ein Labor für die experimentelle Untersuchung von Lipid-Membranen und -Vesikeln. Diese theoretischen und experimentellen Aktivitäten verfolgen das langfristige Ziel, die grundlegenden Mechanismen und generellen Prinzipien aufzuklären, die die Selbstorganisation von Bio-Systemen im Nanobereich bestimmen.

Alle Forschungsgebiete sind hier natürlich nur plakativ dargestellt und werden im Hauptteil dieses Berichts detaillierter beschrieben. Dieser Hauptteil ist nach den fünf Abteilungen des Instituts gegliedert und setzt sich aus den Forschungsberichten der einzelnen Arbeitsgruppen zusammen.

Neben der intensiven Forschungstätigkeit hat das MPIKG auch seine erfolgreiche Nachwuchsförderung weiter fortgesetzt. Inzwischen sind mehr als 50 ehemalige Gruppenleiter des MPIKG auf Professuren an Universitäten berufen worden.

Die Planung des Erweiterungsgebäudes ist abgeschlossen und wir rechnen, nach einiger Verzögerung, für Mitte 2015 mit seiner Fertigstellung. Diese Erweiterung beseitigt dann den wohl dringendsten Engpass des Institutes, Arbeitsplatz, da die Zahl unserer Mitarbeiter mit dem Erfolg und durch die erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln in den vergangenen Jahren stetig gewachsen ist.

An dieser Stelle möchte ich allen Kollegen und Mitarbeitern des MPIKG für ihre tatkräftige Unterstützung während der letzten beiden Jahre danken. Mein Dank gilt auch unserem wissenschaftlichen Beirat, der unsere Arbeit sehr kompetent und konstruktiv begleitet, und nicht zuletzt der Leitung der Max-Planck-Gesellschaft für die nachhaltige Unterstützung über die vielen Jahre hinweg.

Peter H. Seeberger Geschäftsführender Direktor 2011-2012



### **Preface**

This report describes the recent activities of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPICI), which was founded in 1992 and is located in Potsdam-Golm since 1999. The MPICI currently consists of five departments. The department on "Biomolecular Systems" (Peter Seeberger) is temporarily accommodated at the FU Berlin until the extension of our building will be completed.

This preface provides a brief introduction to some basic aspects of the science of colloids and interfaces and a summary of the main research topics that are pursued in the different departments. The strong interconnections between all research activities within the institute will be emphasized.

Colloids and interfaces consist of very small or thin structures with linear dimensions between nanometers and micrometers. On the one hand, the possible structures represent a "world of hidden dimensions". On the other hand, the dynamics and structures of these small entities determine the behaviour of much larger systems such as organisms.

A more systematic understanding of colloids and interfaces is a prerequisite for many innovations, such as "smart" drug delivery systems and biomaterials. Such a deeper understanding can only arise from an interdisciplinary approach that combines chemical synthesis and biomimetic materials science with physical analysis and characterization as well as theoretical modelling.

The nano- and microstructures that are investigated at the MPICI are built up from special, even smaller molecules, which are using the principle of "self assembly" to construct ordered structures. The two departments on "Biomolecular Systems" (Peter H. Seeberger) and "Colloid Chemistry"

(Markus Antonietti) put a focus of activity onto this "chemistry of system design".

The department "Biomolecular Systems" was newly established in 2008 and synthesizes and designs glycans of well-defined architecture. These complex macromolecules are able to specifically recognize and discriminate other macromolecules such as proteins and antibodies. A long-term goal of this research is to develop novel vaccines based on such sugar molecules.

In the department "Colloid Chemistry", a variety of macromolecules is used 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. Another recent focus of the department is the transformation of biomass into coal using the process of hydrothermal carbonization. The latter process could provide an important contribution to carbon fixation and, thus, to the reduction of  $\mathrm{CO}_2$ .

Additional nanostructures that arise via self-organization are monolayers of organic molecules and multilayers of positively and negatively charged polymers, two priorities of the department "Interfaces" (Helmuth Möhwald). These nanostructures are suspended at mesoscopic and macroscopic interfaces and, in this way, become accessible to a wide spectrum of imaging and scattering methods. The multilayers of polyelectrolytes can be used to encapsulate a variety of different molecules and nanoparticles covering applications in chemical engineering and pharmacology.



Nano- and microstructures are built up in a hierarchical fashion. Especially impressive examples for this "nested" system architecture are 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" (Peter Fratzl) 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 is their extraordinary mechanical properties, which can adapt to changing environmental conditions.

The activities of the four experimental departments are complemented by theoretical investigations in the department "Theory & Bio-Systems" (Reinhard Lipowsky). Current priorities of this department are molecular machines as well as bio-membranes and vesicles that are also studied experimentally using optical microscopy. The long-term goal of these research activities is to elucidate the fundamental principles and generic mechanisms that govern the self-organization of biomimetic and biological systems in the nanoregime.

All research topics that have been mentioned here will be described in more detail in the main body of this report, which is organized according to the five departments of the MPICI. Each department consists of several research groups, each of which will present its research results as obtained during the past two years.

Apart from its many research activities, the institute also continued its successful higher academic education of young faculty. Indeed, more than 50 former group leaders of the MPICI have now taken up professorships in Germany and abroad.

Planning of our extension building has been completed and we expect to move into the new space by the middle of 2015 following a significant delay. This extension will resolve our main problem, the shortage of space at the institute, as the number of staff was continuously rising with the success, for instance measured in larger external funding.

I take this opportunity to thank all of my colleagues and associates at the MPICI for their active support during the past two years. It is also my pleasure to acknowledge the comprehensive advice that we again obtained from our scientific advisory board. Last not least, I am grateful to the Direction board of the Max Planck Society for their continuous support of our institute.



### **Das Institut in Zahlen**

#### Personal

Die Entwicklung der Zahlen ist wesentlich dadurch beeinflusst, dass ab 2009 die neue Abteilung "Biomolekulare Systeme" voll funktionsfähig wurde und 2011 die Schrumpfung der Abteilung "Grenzflächen" begann. Damit einher ging eine Umverteilung des Stammpersonals, aber nur geringe Änderungen dessen Umfangs wie Abb. 1 zeigt. Andererseits stieg die Zahl der über kürzere Zeit Beschäftigten mit Einrichtung der 5. Abteilung sprunghaft an und blieb von da an stabil. Diese Zahl wird auch begrenzt durch den verfügbaren Raum, und in diesem Punkt wird erst 2015 Entspannung eintreten, wenn der Umzug in den Erweiterungsbau stattfindet. Als Nebenbemerkung, 70% der Institutsangehörigen sind jünger als 35 Jahre, die übrigen verteilen sich etwa gleichmäßig über alle Altersklassen.

Mit Einrichtung der Abteilung Biomolekulare Systeme 2009 stieg die Zahl der Doktoranden drastisch an, (Abb. 2) aber seit 2011 sinkt sie mit der Schrumpfung der Abteilung "Grenzflächen". Die Zahl der Postdoktoranden blieb auf der anderen Seite relativ stabil, da in diesem Punkt die Abteilung Grenzflächen kaum schrumpfte. Bei den Postdoktoranden bleibt der Anteil der Ausländer um 85% (Fig. 3), während er bei den Doktoranden über 50% stieg. Daher ist ihr Anteil an allen Wissenschaftlern ebenfalls etwa 50%. Die Verteilung nach Regionen blieb in den letzten Jahren etwa konstant mit etwa 50% Europäern und einer Mehrheit aus Westeuropa. (Abb. 4)



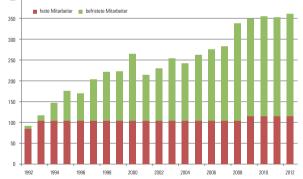


Fig. 3

Entwicklung der Postdocs

100

Deutschland

Ausland

00

Deutschland

00

Deutschla

Fig. 2

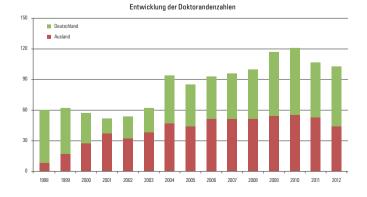
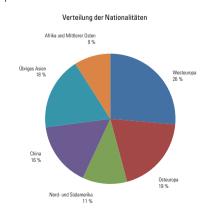


Fig. 4

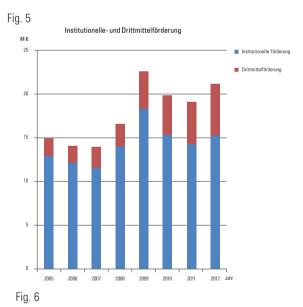


#### Haushalt

Der institutionelle Etat, der 2009 einen Sprung wegen vieler Investitionen und Baumaßnahmen mit Einrichtung der Abteilung "Biomolekulare Systeme" verzeichnete (Abb. 5), nahm in den letzten 2 Jahren etwas ab wegen der Schrumpfung der Abteilung Grenzflächen. Andererseits hat sich das Drittmittelaufkommen stetig erhöht und überschreitet mittlerweile einen Anteil von 28%. Bei diesen Drittmitteln blieb der Anteil des BMBF und der DFG auf einem hohen Niveau, und der wesentliche Anstieg resultiert von Beiträgen der EU, insbesondere des Eurpean Research Council (Abb. 6). Dies ist insofern bemerkenswert, da der hohe Drittmittelanteil nicht die Mission des Instituts gefährdet: Grundlagenforschung. Im Gegenteil, der größte Teil der Drittmittel resultiert von Organisationen der Grundlagenforschung (DFG,ERC,VW-Stiftung), und er unterstützt damit direkt die Mission des Instituts. Da das Institut keine Auftragsforschung durchführen will und darf, ist der Anteil direkter Industrieförderung mit weniger als 2% des Etats relativ gering, aber konstant. Dieses ist wünschenswert für ein Institut der Grundlagenforschung.

#### Wissenschaftliche Ergebnisse und deren Einfluss

Wir sind zwar ein Forschungsinstitut und keine Universität, dennoch betrachten wir als wichtigsten Ertrag nicht Papier, sondern sehr aut ausgebildete junge Wissenschafter. Jährlich verlassen mehr als 5 Wissenschafter das Institut auf Professoren- oder äguivalente Stellen, 25-30 Doktoranden schließen ihre Arbeit ab und etwa 50 Postdoktoranden wechseln auf neue Stellen. Die Zahl der Publikationen hat mit etwa 350 einen Höchstwert erreicht und nimmt nun leicht ab wegen des Abbaus der Abteilung Grenzflächen (Abb. 7a). Diese Zahl ist gut, aber nicht überragend für ein Institut mit dem Anspruch, an der Weltspitze zu stehen. Hervorragend jedoch ist die Zahl der Zitationen mit 20.000 (Abb. 7b), mit denen sich das Institut mit jeder Institution vergleichbarer Größe weltweit vergleichen kann. Dies ist zudem bemerkenswert für ein junges Institut, da Zitationen auch auf Reputation beruhen und diese mit dem Alter wächst. Diese Zahlen sind letztlich auch dafür verantwortlich, dass Wissenschafter hochkompetitive Preise und Projekte gewannen und dass das Institut in Rankings wie denen der Alexander-von-Humboldt Stiftung einen Spitzenplatz einnimmt.



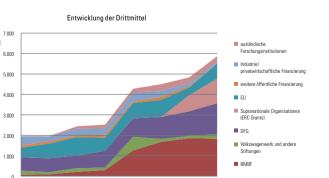
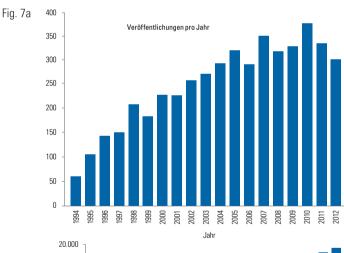
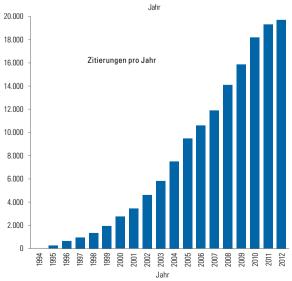


Fig. 7b





### The Institute in Numbers

#### Personell

The development of numbers is largely influenced by the fact that from 2009 the new department "Biomolecular Systems" came into full operation and that the downsizing of the department "Interfaces" began in 2010. This was accompanied by a redistribution of staff, but only by minor changes in size as seen in Fig. 1. However, the number of short term employees encountered a step-wise increase paralleling the establishment of the fifth department, and from then remained on a stable level. This level is also determined by the available space, and this problem will only be solved by 2015 with the move into an extension of the Golm site. As a side note 70% of the institute members are aged below 35, the others rather-evenly distributed over all ages. With establishment of

the Biomolecular Systems department in 2009 the number of graduate students increased drastically (**Fig. 2**), but since 2011 it decreases with the downsizing of the Interface department. The number of postdocs on the other hand has remained rather stable, as in this respect the Interface department has not yet been shrinking. Among the postdocs the fraction of foreigners remains around 85% (**Fig. 3**),whereas that among the graduate students is increasing above 50%. Hence their fraction concerning all scientists is around 50%. The distribution among regions in the last years remained largely constant with about 50% Europeans and a majority from Western Europe (**Fig. 4**).



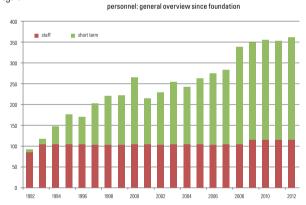


Fig. 3

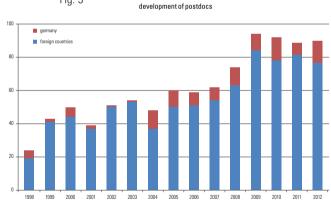


Fig. 2

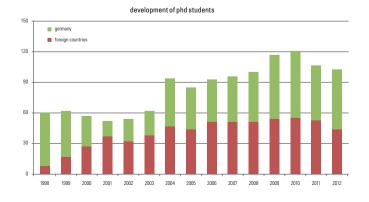
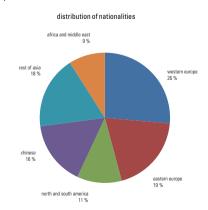


Fig. 4



#### **Budget**

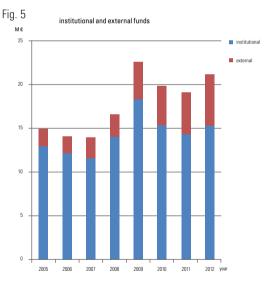
The institutional budget that had developed a step in 2009 because of many investments and construction measures to establish the department "Biomolecular Systems" has experienced some reduction because of the shrinkage of the Interface department in the last two years (Fig. 5). On the other hand third party funding has increased steadily and meanwhile exceeds a fraction of 28%. Among them the fraction of the Federal Ministry of Education and Technology (BMBF) and of the German Science Foundation (DFG) have remained on a high level, and the major increase results from European contributions, especially from the European Research Council (Fig. 6). This is important to note, as the high level of funding thus does not impede the mission of the institute: basic science. On the contrary, most of third party funding stems from basic science funding agencies (DFG, ERC, VW foundation) and therefore supports directly the institute's mission. Because the institute does not want and is not allowed to perform contractual research for industry, their contribution is below 2% of the budget, which is rather low and stable. This is desirable for an institute with a basic science mission.

#### **Scientific Results and Impact**

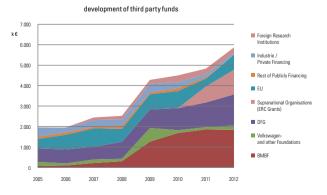
Fig. 7a

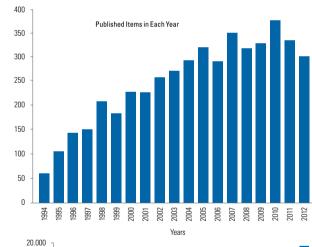
Fig. 7b

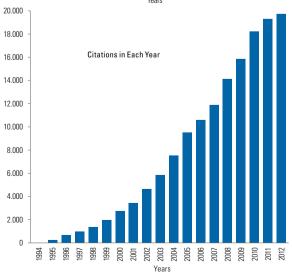
Although being a research institute and no university we consider the most important result not paper but well-trained young scientists. Annually more than five scientists leave the institute on professor positions or equivalent ones, 25-30 PhD students finish their theses and about 50 Postdocs leave on new positions. The number of publications has arrived at a maximum value around 350 (Fig. 7a) and now slightly decays because of the downsizing of the interface department. This is a good but not an overwhelming number for an institute that claims to be world-top. Overwhelming, however is the number of annual citations of around 20.000 (Fig. 7b) with which the institute need not fear a comparison with any unit of comparable size world-wide. This is in addition remarkable for a rather young institute since citations are also based on reputation, and this increases with age. These numbers are basically the reason that scientists win highly competitive awards and projects and that the institute is top-seeded in rankings like those of the Alexander-von-Humboldt Foundation.











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

#### Vision und Mission

Kolloide sind winzige Bausteine, welche die grundlegenden Einheiten von lebenden Organismen und vielen anderen nützlichen Materialien bilden. Das Verständnis des Aufbaus sowie die erfolgreiche Synthese dieser kleinen Teilchen könnten in Zukunft helfen, drängende Probleme u.a. in den Bereichen Gesundheit, Energie und Transport zu lösen. Das Forschungsprogramm des MPIKG beschäftigt sich deshalb auch 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 winzigen organischen und anorganischen Bausteine und zum anderen auf deren vielfältige Wechselwirkungen und Anordnungen (Abb.1). Unsere Grundlagenforschung untersucht 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.

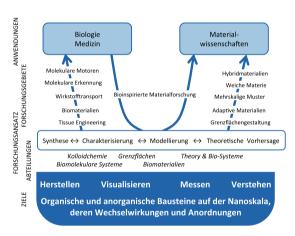


Abb. 1: Wissenschaftliche Strategie des MPIKG

Dies ist aber nur möglich durch die Kombination von wissenschaftlicher Exzellenz und außergewöhnlichem Engagement, die vor allen Dingen in die Betreuung und Unterstützung von jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern fließen.

Unsere Mission ist es, mit wissenschaftlicher Exzellenz eine Brücke von Molekülen zu mehrskaligen Materialien und Biosystemen zu schlagen und dabei NachwuchswissenschaftlerInnen bestmöglich zu fördern. Das MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung nimmt bereits jetzt eine führende Rolle in verschiedenen innovativen Wissenschaftsfeldern ein. Diese Forschungsgebiete — geordnet von kleinen nach größer werdenden Objekten — reichen von der Synthese, Charakterisierung und theoretischen Beschreibung von Oligosacchariden und Kohlehydraten 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 ausgewiesene Expertise.

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 Wissenschaft und Gesellschaft aufweisen; (ii) es ist sehr aktiv in der Ausbildung von Doktorandinnen und Doktoranden und der Förderung junger WissenschaftlerInnen. So wird das MPIKG zum idealen Ausgangspunkt für erfolgreiche akademische Karrieren

Aktuell werden neue 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 auf Basis von molekularen Motoren, und biomimetische Bewegungssysteme. Ein besseres Verständnis von mehrskaligen Biosystemen ist dabei Wissensgrundlage für eine Vielzahl möglicher Anwendungen wie z.B. der Entwicklung von intelligenten Wirkstoffträgern und Biomaterialien.

Diese vier Kernbereiche werden deshalb auch innerhalb des Netzwerks der neuen Internationalen Max Planck Research School (IMPRS) über "mehrskalige Biosysteme: Von molekularer Erkennung bis zum mesoskopischen Transport" behandelt. Eine erste Förderperiode wurde von 2013 bis 2019 bewilligt.

#### 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 vielskaligen Systeme und Prozesse bieten die einzelnen Abteilungen des Instituts eine komplementäre Methodik und ausgesprochene Fachkenntnis in den Bereichen Chemie, Physik und Materialwissenschaften. Die Abteilungen "Biomolekulare Systeme" (Seeberger) und "Kolloidchemie" (Antonietti) besitzen spezielle Expertise bei der chemischen Synthese von Molekülen und Materialien. Die Abteilungen "Biomaterialien" (Fratzl) und "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.

Während des letzten Jahrzehnts hat das Institut seine Aktivitäten auf dem Gebiet der Biosysteme mit der Gründung der Abteilung "Biomaterialien" unter Peter Fratzl im Jahr 2003 und der Abteilung "Biomolekulare Systeme" unter Peter H. Seeberger im Jahr 2009 stark erweitert. Aber auch die Kernkompetenz der strukturellen Analyse und physikalischen Charakterisierung soll weiterhin gefestigt und ausgebaut werden. Nach der Emeritierung von Helmuth Möhwald im Jahr 2014, wird eine unabhängige Arbeitsgruppe (W2-Professur) zu diesem Thema am Institut etabliert. Die Suche nach einem/einer herausragenden wissenschaftlichen LeiterIn für diese Gruppe hat bereits begonnen. Ferner wird das MPIKG seine Bestrebungen, eine fünfte Abteilung zu diesem wichtigen Forschungsbereich einzurichten, nicht aufgeben.

#### Langfristige Ziele

Jede Abteilung des MPIKG hat sich langfristig anspruchsvolle Ziele gesetzt: Die Seeberger-Abteilung charakterisiert die komplexen Kohlehydratmischungen in der Glycocalix von eukariotischen und prokariotischen Zellen. Auf diese Weise sollen auf Kohlehydrate basierende Impfstoffe hergestellt werden. Die WissenschaftlerInnen um Markus Antonietti sind auf dem Weg, enzymähnliche Nanokatalysatoren und die künstliche Photosynthese zu entwickeln und so einen Meilenstein für die grüne Energiegewinnung zu setzen. In der Abteilung von Helmuth Möhwald wurden bislang die molekularen und supramolekularen Wechselwirkungen an Grenzflächen erforscht. Im Mittelpunkt der Abteilung von Peter Fratzl stehen das Verständnis und die Nachahmung von Pflanzenbewegung und Knochenwachstum. Schließlich möchte die Abteilung um Reinhard Lipowsky zunächst verstehen und dann charakterisieren, was es mit der komplexen Lücke zwischen künstlichen und natürlichen Systemen auf sich hat.

#### Neue Forschungsperspektiven

Während der letzten Jahre haben sich, wie vorher erwähnt, vier neue zukunftsweisende Forschungsthemen herausgebildet. Diese sollen nachfolgend etwas ausführlicher dargestellt werden, um auch die verknüpfung zwischen den Abteilungen sichtbar zu machen.

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, Möhwald und Lipowksy Schnittmengen aufweist. Die Forschung in diesem Kernbereich basiert im Wesentlichen auf der Synthese von Polysacchariden und Kohlehydraten, die eine sehr

von Polysacchariden und Kohlehydraten, die eine sehr definierte molekulare Architektur besitzen (Abt. Seeberger). Diese Kohlehydrate werden sowohl mit Nanopartikeln (Abt. Antonietti), lipiden Monoschichten (Abt. Möhwald) als auch mit lipiden Doppelmembranen (Abt. Lipowsky) verankert. Auf diese Weise sind sie zugänglich für verschiedene experimentelle- und Rechenmethoden. Darüber hinaus werden die Systeme mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung untersucht.

Fotoinduzierte molekulare Prozesse stehen im Fokus der Abteilung Antonietti, wobei es hier gemeinsame Interessen mit den Abteilungen Seeberger, Möhwald und Lipowsky gibt. Die größte Herausforderung für die fotoinduzierte Aufspaltung von Wasser ist es, geeignete Katalysatoren zu finden. Ein neuer Katalysator auf synthetischer Polymerbasis wurde erst kürzlich vorgestellt und wird nun weiter entwickelt bzw. optimiert (Abt. Antonietti). Andere fotoinduzierte Prozesse beinhalten die Synthese von Polymeren unter Zuhilfenahme von beschleunigenden Radikalen (Abt. Seeberger, Abt. Antonietti), die fotoinduzierte Permeation von Polyelektrolytkapseln (Abt. Möhwald) und fotoinduzierte konformelle Änderungen von supramolekularen Strukturen (Abt. Lipowsky).

Die Abteilung Lipowsky beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit dem (intrazellulären) Transport durch molekulare Motoren. Aber auch die Abteilungen Fratzl und Möhwald bearbeiten angrenzende Thematiken. Intrazelluläre Partikel zeigen komplexe Muster beim Transport und reflektieren so die Zusammenarbeit der molekularen "Motorteams" (Abt. Lipowsky). Diese Motoren können auch synthetische Multischichtkapseln transportieren, die mit einem Peptid gefüllt sind oder auch mit anderen chemischen Stoffen (Abt. Möhwald). Ein faszinierender natürlicher Prozess, bei dem die Rolle des aktiven Transports noch erforscht werden muss, ist die spezielle Anordnung von Magnetosomen in magnetotaktischen Bakterien (Abt. Fratzl, Lipowsky).

Biomimetische Bewegung und Gewebewachstum sind Kernthemen innerhalb der Abteilung Fratzl. Hier gibt es einige überschneidende Interessen mit der Abteilung Lipowsky. Formänderungen in Geweben werden ausgelöst durch die Erzeugung von ungleichmäßigen, internen Belastungen. 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. Sie sollen die dahinter liegenden molekularen Mechanismen aufdecken (Abt. Lipowksy).

## 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 koordiniert und beendete ihre Arbeit im Herbst 2012. Nun folgt die zweite IMPRS über "Multiskalige Biosysteme". Die Förderperiode wurde kürzlich von 2013-2019 bewilligt. Die Schule integriert die zuletzt genannten Kernbereiche der einzelnen Abteilungen in ihr Programm. Hauptziel der IMPRS ist es, dass die teilnehmenden DoktorandInnen effizient und erfolgreich an einem zukunftsweisenden Forschungsprojekt arbeiten können. Für die interdisziplinäre Forschung an mehrskaligen Systemen müssen die DoktorandInnen verschiedene unterschiedliche Disziplinen erlernen. Ferner sollen sie befähigt werden, das Wesentliche aus der hohen Anzahl an wissenschaftlicher Literatur zu extrahieren und auf die verschiedenen Bereiche anzuwenden. Die Ausbildung ist auch für BerwerberInnen interessant, die eine nichtakademische Karriere anstreben: beispielsweise in der Pharmazie, den Bioingenieurwissenschaften und der Medizin. Das Institut ist zudem an der International Graduate Research and Training Group "Self Assembled Soft Nanostructures at Interfaces", koordiniert von der TU Berlin, beteiligt. Darüber hinaus ist das MPIKG auch noch in zwei weiteren Graduiertenschulen aktiv, die aus der Exzellenzinitiative der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) entstanden sind. Das ist zum einen die Berlin-Brandenburg School for Regenerative Therapies (BSRT), koordiniert von der Charité - Universitätsmedizin Berlin und zum anderen die SALSA, School of Analytical Sciences Adlershof, koordiniert von der Humboldt-Universität zu 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

men, die vergleichbar sind mit den deutschen W3 oder W2 Professuren. Die meisten dieser WissenschaftlerInnen haben zuvor innerhalb des Netzwerks der alten IMPRS über "Biomimetische Systeme" unterrichtet. In der neuen IMPRS über "Multiskalige Biosysteme", werden alle ArbeitsgruppenleiterInnen, welche an verwandten Themen arbeiten, zu Mitgliedern der Fakultät und nehmen an der Auswahl und Zulassung der StudentInnen teil.

ere ArbeitsgruppenleiterInnen Spitzenpositionen eingenom-

#### **Gesellschaftliche Relevanz**

Viele Forschungsaktivitäten am MPIKG haben potentielle Anwendungen, die nützlich und förderlich sein können für andere Disziplinen, aber auch für die Gesellschaft als Ganzes. Die Entwicklung von Impfstoffen auf der Basis von Kohlenwasserstoffen und die Möglichkeit große Mengen dieser Moleküle zu produzieren, ist vielversprechend und wegweisend für die Prävention von vielen Tropenkrankheiten wie Malaria oder Leishmaniose. Diese Impfstoffe sind speziell für Entwicklungsländer sehr bedeutsam. Funktionelle Nanopartikel und Materialien können dagegen für die verbesserte fotoinduzierte Aufspaltung von Wasser und für neue Methoden der CO<sub>2</sub>-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. Ferner könnten selbstreparierende Beschichtungen entscheidend dazu beitragen, den Materialverbrauch zu verringern, indem sie helfen, Korrosion und bakteriellen Bewuchs zu vermeiden. Biosysteme, die am Institut untersucht werden, könnten in Zukunft zu neuen Materialkonzepten führen, die auf bioinspirierten Designs basieren oder zur Organregeneration beitragen. Letztendlich und vor allem wird die Gesellschaft als Ganzes sehr stark von den iungen WissenschaftlerInnen profitieren, die ihre breite interdisziplinäre Ausbildung am MPIKG erhalten haben und das Institut verlassen, um ihr Wissen in anderen Wissenschaftsund Ingenieurbereichen anzuwenden.



The Research Program of the Max Planck Institute

of Colloids and Interfaces (MPICI)

Colloids are small building blocks which constitute the basic units of living organisms and of many useful materials. Mastering their synthesis and assembly will solve pressing problems in health, energy, transport and many other important areas. The research strategy of the MPICI is to address fundamental scientific problems relating to colloids and to the interfaces between them. Thus the scientific vision of the institute is to lead the effort in making, visualizing, measuring and understanding these organic and inorganic nanoscale building blocks, as well as their interaction and assembly (see Fig. 1). This is guiding our basic scientific research related to biological or medical questions, as well as to materials for various applications. Bioinspired materials research is bridging between the two directions by translating materials structures found in nature into concepts for engineering materials.

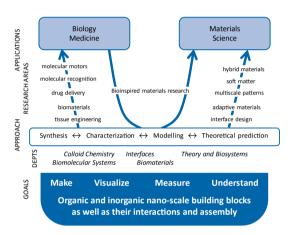


Fig. 1: Scientific strategy of the MPICI

To achieve these goals, we are convinced that scientific excellence must be combined with an exceptional commitment to mentoring and supporting young scientists.

Thus, our mission statement is: Bridging the gap between molecules and multiscale materials and biosystems through excellence in science and in the support of young researchers.

Over the last years the MPI of Colloids and Interfaces has attained a leadership position in several cutting edge research areas within the field of colloids and interfaces. These areas — ordered from smaller to increasingly larger objects — include the synthesis, characterization and theo-

retical description of oligosaccharides and carbohydrates, of functionalized nanoparticles and hybrid materials, of polyelectrolyte multilayers, the self-organization of complex interfaces and multi-component membranes, as well as 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

The MPICI pursues two general strategies in order to keep and strengthen its leading role in the 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.

Recently, several new topics related 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 will also be pursued in the framework of the new International Max Planck Research School (IMPRS) on "Multiscale Biosystems: From molecular recognition to mesoscopic transport" during its first funding period from 2013 to 2019.

An improved understanding of multiscale biosystems 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 MPICI provide complementary methodology and core expertise from chemistry, physics, and materials science. The departments of "Biomolecular Systems" (Seeberger) and "Colloid Chemistry" (Antonietti) have their core expertise in the chemical synthesis of molecules and materials. The departments of "Biomaterials" (Fratzl) and "Interfaces" (Möhwald) focus on structural analysis and physical characterization. The department of "Theory & Bio-Systems" (Lipowsky) provides expertise in theory and modeling. During the last decade, the MPICI has strongly enhanced its activities on biosystems by establishing the Fratzl department on "Biomaterials" in 2003 and the Seeberger department on "Biomolecular Systems" in 2009. In order to strengthen its core expertise on structural analysis and physical characterization after the retirement of Helmuth Möhwald in 2014, the MPICI will immediately establish an independent research group (W2 professor level) in this area. The search for an outstanding scientist to lead this group is under way. Moreover, the MPICI strives to establish a fifth department in the future to cover this area.

#### **Long-term Objectives**

Each department of the MPICI pursues challenging long-term objectives. The Seeberger department characterizes the complex mixture of carbohydrates in the glycocalix of eukaryotic and prokaryotic cells in order to develop carbohydrate based vaccines. The Antonietti department wants to establish enzyme-like nanocatalysts and artificial photosynthesis as milestones for green energy production. The Möhwald department has been focusing on molecular and supramolecular interactions at interfaces. The Fratzl department wants to understand and mimic plant motility and bone tissue growth. The Lipowsky department wants to understand and characterize the complexity gap between artificial and natural biosystems.

#### **New Focus Areas**

During the last years , as mentioned above, four new promising focus areas have appeared. These shall be described below in more detail, also to visualize the links between the departments. Molecular recognition of carbohydrates is a focus area of the Seeberger department, with overlapping interests of the Antonietti, Möhwald, 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),

lipid monolayers (Dept. Möhwald), and lipid bilayers (Dept. Lipowsky). In this way, they become amenable 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, Möhwald and Lipowsky departments.

The main challenge for the photo-

induced cleavage of water is to find appropriate catalysts. A new type of catalyst based on a synthetic polymer has been recently introduced and will be further developed and optimized (Dept. Antonietti).

Other photo-induced processes include the synthesis of polymers using snowballing radical generation (Dept. Seeberger, Dept. Antonietti), photo-induced permeation of polyelectrolyte capsules (Dept. Möhwald), and photo-induced conformational changes of supramolecular assemblies (Dept. Lipowsky). Cargo transport by molecular motors is a focus area of the Lipowsky department, with overlapping interests of the Fratzl and Möhwald departments. Intracellular cargo particles exhibit complex patterns of transport reflecting the cooperative activity of molecular motor teams (Dept. Lipowsky). These motors can transport synthetic multilayer capsules filled with peptides and other chemical agents (Dept. Möhwald). One intriguing process for which the role of active transport remains to be elucidated is the assembly of magnetosomes in magnetotactic bacteria (Dept. Fratzl, Dept. Lipowsky). Biomimetic actuation and growth of tissues is a focus area 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 will also be addressed by multi-scale computer simulations in order to elucidate the underlying molecular mechanisms (Dept. Lipowsky).

#### **Graduate Programs**

The MPICI will continue its strong engagement in the training of graduate students. The first International Max Planck Research School (IMPRS) on "Biomimetic Systems" has now been successfully operated for twelve years and will end in fall 2012. The second IMPRS on "Multiscale Biosystems" has been recently approved for the first funding period from 2013 until 2019. 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 order to participate in the interdisciplinary research area of multiscale biosystems, doctoral students must learn the different languages as used in these different disciplines and need to understand how to extract useful information from the vast scientific literature that is published in these disciplines. The



training will also be useful for doctoral students, who intend to pursue a career outside academia in pharmacology, bioengineering, and medicine. In addition the institute is active in the International Graduate research and Training Group on "Self Assembled Soft Nanostructures at Interfaces" coordinated by TU Berlin. The MPICI is also engaged in two other graduate schools which emerged from the excellence initiative of the German Science Foundation (DFG): the "Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies" (coordinated by the Charité Hospital, Berlin) and the "School of Analytical Sciences Adlershof" (coordinated by the Humboldt University Berlin).

#### **Support of Young Scientists**

The MPICI will continue to be a hotbed for young scientists who pursue a career in academia. A large number of former associates and postdocs are now professors at German or foreign universities. In particular, during the last ten years, 33 former research group leaders of the MPICI have taken up offers for professorships that are equivalent to German W3 or W2 positions. Most of these research group leaders were teaching in the framework of the old IMPRS on "Biomimetic Systems". In the new IMPRS on "Multiscale Biosystems", all research group leaders, who work on topics related to the school, will be members of the school's associate faculty and will also take part in the recruitment and admission of the students.

tropical diseases such as malaria or leishmaniasis. 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<sub>2</sub> 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. Self-repairing coatings may lead to less materials consumption by avoiding corrosion and biofouling. The biosystems studied at the MPICI are also likely to lead to new materials concepts based on bioinspired 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, Helmuth Möhwald, Peter H. Seeberger



## Wissenschaftliche Beziehungen

#### **Nationale Kooperationen:**

Zwischen dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenz-flächenforschung (MPIKG) und der Universität Potsdam besteht seit Institutsgründung eine intensive und gute Zusammenarbeit. Alle fünf Direktoren 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 wurde Prof. Rabe vom Institut für Physik der Humboldt-Universität 2005 als Auswärtiges Wissenschaftliches Mitglied an das MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung berufen.

Die Aktivitäten über biomimetische Systeme wurden 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 beendete die Schule ihre erfolgreiche Arbeit. Ab Juni 2013 wird ihr eine neue International Max-Planck Research School (IMPRS) on "Multiscale Biosystems" folgen. Diese befasst sich mit dem hierarchischen Aufbau von Biosystemen im Nanometer- und Mikrometerbereich. Sprecher ist Professor Lipowsky.

Zur weiteren Verstärkung der Zusammenarbeit wurden zwei Juniorprofessuren an der Universität Potsdam eingerichtet, besetzt durch Prof. Andreas Taubert (Kolloidchemie) und durch Prof. Matias Bargheer (Grenzflächen). 2009 wurden Matias Bargheer und 2011 Andreas Taubert zu W3-Professoren an der Universität Potsdam (UP) ernannt. Die Kooperation mit dem MPIKG bleibt bestehen.

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). Über den SFB 760 "Musculoskeletal Regeneration", der von der Charité - Universitätsmedizin Berlin koordiniert wird sowie den SFB 765 "Multivalenz als chemisches Organisations- und Wirkprinzip", von der FU koordiniert, kooperiert es ferner mit der FU Berlin und dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Institut für Polymerforschung). Darüber hinaus ist es auch Mitglied des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierten Berlin-Brandenburger Zentrums für Regenerative Therapien (BCRT) sowie der von der DFG-Exzellenzinitiative geförderten Graduiertenschule Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies (BSRT). Zudem koordiniert Prof. Fratzl das DFG-Schwerpunktprogramm SPP 1420 "Biomimetische Materialforschung", an dem mehr als zehn Universitäten sowie Max-Planck-Institute beteiligt sind, das Bauprinzipien und Herstellung von neuartigen, hierarchisch strukturierten Materialien untersucht, die auf natürlichen Vorbildern basieren.

Eine Plattform für die Untersuchung biologischer Proben mit Synchrotronstrahlung wird in enger Kooperation mit der Universität Heidelberg am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie betrieben. Großes Engagement gilt der Betreuung und dem Aufbau von Messplätzen an den Berliner Neutronen- und Synchrotronstrahlungsquellen sowie dem Deutschen Elektronen Synchrotron (DESY) in Hamburg.

Das Institut kooperiert mit dem Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT und der Universität Potsdam seit 2009 in dem Projekt "Das Taschentuchlabor: Impulszentrum für Integrierte Bioanalyse". Hier arbeiten vierzehn Partner aus Wissenschaft und Industrie an der Entwicklung von neuartigen Biosensoren, mit denen Krankheitserreger sofort und ohne komplizierte Aufreinigung detektiert werden können. Bis 2011 war das MPIKG gemeinsam mit dem Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie am vom BMBF geförderten Netzwerk GoFORSYS über Systembiologie beteiligt. Schließlich ist das Institut auch aktiv beteiligt an der International Graduate Research and Training Group on "Self Assembled Soft Nanostructures at Interfaces", koodiniert von der TU Berlin.

#### **Internationale Kooperationen**

Im Rahmen von europäischen Förderprogrammen, laufen zurzeit 21 EU-Projekte innerhalb des 7. Rahmenprogramms, davon 2 ERC Advanced 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 Institut 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.

Bilaterale- und Kooperationsprojekte bestehen zur Zeit 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 betreibt die Abteilung Grenzflächen seit 2008 ein "Laboratoire Européen Associé über "Sonochemie" mit dem CEA-Institut für Separationschemie in Marcoule.

## Industriekooperationen, Verwertungsverträge, Ausgründungen

Industriekooperationen bestehen unter anderem mit Merck, der Beiersdorf AG, AstraZeneca UK, LAM Research, Lanxess und Ancora Pharmaceuticals. Das Institut hält gegenwärtig 41 Patente. Im Zeitraum von 1993-2012 erfolgten insgesamt acht Ausgründungen: ArtemiFlow, Capsulution Nanoscience AG, Colloid GmbH, GlycoUniverse, Nanocraft GmbH, Optrel, Riegler & Kirstein und Sinterface.

#### **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**

- · ACS Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- · Advanced Engineering Materials (P. Fratzl)
- · Advanced Functional Materials (P. Fratzl)
- · Advanced Healthcare Materials (P. Fratzl)
- 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)
- Biointerphases (P. Fratzl)
- · Biomacromolecules (H. Möhwald)
- · Biophysical Review Letters (P. Fratzl, R. Lipowsky, Editor)
- · Bioorg. & Med. Chem. Letters (P. H. Seeberger)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry (P. H. Seeberger)
- · Biophysical Journal (R. Lipowsky)
- Calcified Tissue International (P. Fratzl)
- · ChemBioChem (P. H. Seeberger)
- · Chemistry of Materials (M. Antonietti, H. Möhwald)
- Colloid & Polymer Science (M. Antonietti)
- Current Opinion in Colloid & Interface Science (H. Möhwald)
- · Current Opinion in Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- 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 (H. Möhwald, M. Antonietti)
- · Macromolecular Biosciences (P. H. Seeberger)
- · Macromolecular Chemistry and Physics (H. Möhwald)
- · Macromolecular Journals of Wiley-VCH (M. Antonietti)
- · Macromol. Rapid Commun. (H. Möhwald)
- · Nach. Chem. Lab. Tech. (M. Antonietti)
- · Nano-Letters (H. Möhwald)
- · Nature Communications (P. Fratzl)
- · New Journal of Chemistry (M. Antonietti)
- · Journal of Rheology (M. Antonietti)
- · 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 (H. Möhwald)

#### Fachbeirat:

- Alberta Ingenuity Centre for Carbohydrate Science, Canada (P. H. Seeberger)
- Adolphe Merkle Institute (AMI) Fribourg (H. Möhwald)
- · Austrian Nano Initiative (H. Möhwald, Board and Jury)
- Bayreuther Zentrum für Kolloid- und Grenzflächenforschung (H. Möhwald)
- Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies, BSRT (P. Fratzl)
- Biofibres Materials Centre, Stockholm (H. Möhwald)
- Bionic Center Freiburg (P. Fratzl)
- · CIC biomaGUNE, San Sebastian, Spain (P. H. Seeberger)
- DECHEMA Research Group on "Chemical Nanotechnology" (H. Möhwald)
- DFG Standing Review Board Materials Science (P. Fratzl, Chair)
- · Elitenetzwerk Bayern (R. Lipowsky)
- 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)
- · Heinz Maier-Leibnitz Center Munich (P. Fratzl, Chair)
- The Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy (Peter Fratzl, Supervisory Board)
- FWF Austrian Science Fund (Peter Fratzl, Supervisory Board)
- IdEx Bordeaux (Initiative of Excellence of Bordeaux (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Institute of Biophysics and Nanosystems Research of the Austrian Academy of Science (ÖAW), Graz (H. Möhwald, Chair)
- Institute for Science & Technology Austria (P. Fratzl. Scientific Advisory Board)
- Institute of Theoretical Physics, CAS (R. Lipowsky)
- · Material Science in Gothenborg (H. Möhwald)
- Minerva Foundation, Centers Committee (P. Fratzl, Chair)
- National Science and Technology Development Agency (NSTDA), Thailand (M. Antonietti, International Advisory Committee)
- · National Nanotechnology Center (NANOTEC), Thailand (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Pôle chimie Balard Montpellier (H.Möhwald)
- WYSS Institute for Bioinspired Engeneering at Harvard University (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)

### **Scientific Relations**

#### **National Co-operations**

The Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPICI) and the University Potsdam maintain since its foundation intense and well-connected research co-operations. All five directors hold Honorary Professorships at the University Potsdam which reflect intensive teaching in basic studies as well as in specialized subjects. In addition to this Prof. Fratzl and Prof. Lipowsky hold Honorary Professorships at the Humboldt University Berlin and Prof. Seeberger at the Free University Berlin. In 2005 Prof. Rabe of the Humboldt University Berlin (Institute of Physics) was appointed as Foreign Member of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces.

In order to support and enhance its activities on biomimetic systems, and to improve the training of young researchers in this emerging field, the MPICI had created the International Max-Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems, followed by the new International Max Planck Research School (IMPRS) on "Multiscale Biosystems" starting in July 2013. The school is supported by the Max Planck Society and the partner universities, which are all Berlin Universities and the University Potsdam. The program lasts at least six years but it can be extended up to twelve years, can take on up to 20 students every year and leads to a doctor's degree in physics, chemistry or biology.

For additional intensification of the collaboration two Junior Professorships were established at the University Potsdam: Prof. Matias Bargheer (Department of Interfaces) and Prof. Andreas Taubert (Department of Colloid Chemistry who meanwhile were appointed as W3 professors at the University Potsdam (UP). The cooperation with the institute will thus go on.

The institute is also involved in the Cluster of Excellence "Unifying Concepts in Catalysis", which is co-ordinated by the Technical University Berlin. Since 2009 Prof. Antonietti has been principal investigator (PI) there. It was founded in 2007 within the framework of the Excellence Initiative launched by the German Federal and State Governments. Furthermore the MPICI cooperates in the new SFB program "Musculoskeletal Regenaration" (co-ordinated by Charité, Medical University, Berlin) and the by the FU coordinated SFB 765 "Multivalent Display" with the Free University Berlin and the Institute of Polymer Research at the Helmholtz-Zentrum Geesthacht.

It is also a member of the BMBF financed Berlin-Brandenburg Center for Regenerative Therapies (BCRT) and the Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies (BSRT), funded by the Excellence Initiative of the DFG. On top of this Prof. Fratzl co-ordinates the DFG priority program SPP 1420 "Biomimetic Materials Research", in which more than ten universities as well as Max Planck Institutes take part. The aim is to explore 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.

In addition a platform for investigating biological specimens at Synchrotrons is set up together with the University Heidelberg and is run by the Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy. Big engagement required also the maintenance and build-up of beam-lines at the neutron- and

synchrotron radiation sources in Berlin and the German electron synchrotron (DESY) in Hamburg.

Since 2009 the institute also co-operates in the project "The Lab in a Hankie" — Impulse Centre for Integrated Bioanalysis with the Fraunhofer Institute of Biomedical Engeneering IBMT, the University Potsdam and others. The project aims at the development of new biosensors for the direct detection of pathogens without complicated purification steps. Beyond that it took part in the systems biology network GoFORSYS, which was funded by the BMBF and the international graduate program "Self-assembled Soft Matter Nanostructures", togeth & with the Berlin universities, which is funded by the DFG.

#### **International Co-operations**

Within the framework of European programs in total there are 21 EU projects within 7th framework program, including two ERC Advanced Grants.

Furthermore the Institute is principal partner together with the Max Planck Institute of Molecular Physiology in Dortmund and the Riken Advanced Science Institute (ASI) in Wako 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 (IISER), Pune and the Max Planck Institute (MPI) of Colloids and Interface, Germany have entered 2011 into a research collaboration to design and construct nanodevices to improve treatment of cancer. The Max Planck Partner Group Group is funded by the Department of Science & Technology, Govt. of India and the Max Planck Society, Germany.

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-Stiftung with Commonwealth of Independent States (CIS), China, France, Greece, Ireland, Italy, Israel, Japan, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Switzerland, Sweden, United Kingdom (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 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.

## Co-operations with Industry, Application Contracts, Spin-Offs

Among many industry contacts co-operations with well-defined targets have been with Merck, Beiersdorf AG, AstraZeneca UK, LAM Research, Lanxess and Ancora Pharmaceuticals. At present the MPIKG upholds 41 patents. In the period from 1993-2012 eight spin-offs have been launched: ArtemiFlow, Capsulution Nanoscience AG, Colloid GmbH, GlycoUniverse, Nanocraft GmbH, Optrel, Riegler & Kirstein and Sinterface.

#### **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

- ACS Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- · Advanced Engineering Materials (P. Fratzl)
- · Advanced Functional Materials (P. Fratzl)
- · Advanced Healthcare Materials (P. Fratzl)
- · 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)
- · Biointerphases (P. Fratzl)
- · Biomacromolecules (H. Möhwald)
- · Biophysical Review Letters (P. Fratzl, R. Lipowsky, Editor)
- · Bioorg. & Med. Chem. Letters (P. H. Seeberger)
- · Bioorganic & Medicinal Chemistry (P. H. Seeberger)
- Biophysical Journal (R. Lipowsky)
- · Calcified Tissue International (P. Fratzl)
- · ChemBioChem (P. H. Seeberger)
- · Chemistry of Materials (M. Antonietti, H. Möhwald)
- · Colloid & Polymer Science (M. Antonietti)
- Current Opinion in Colloid & Interface Science (H. Möhwald)
- · Current Opinion in Chemical Biology (P. H. Seeberger)
- · 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 (H. Möhwald, M. Antonietti)
- · Macromolecular Biosciences (P. H. Seeberger)
- · Macromolecular Chemistry and Physics (H. Möhwald)
- · Macromolecular Journals of Wiley-VCH (M. Antonietti)
- · Macromol. Rapid Commun. (H. Möhwald)
- · Nach. Chem. Lab. Tech. (M. Antonietti)
- · Nano-Letters (H. Möhwald)
- · Nature Communications (P. Fratzl)
- · New Journal of Chemistry (M. Antonietti)
- · Journal of Rheology (M. Antonietti)
- · 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 (H. Möhwald)

#### Advisory Boards:

- Alberta Ingenuity Centre for Carbohydrate Science, Canada (P. H. Seeberger)
- · Adolphe Merkle Institute (AMI) Fribourg (H. Möhwald)
- · Austrian Nano Initiative (H. Möhwald, Board and Jury)
- · Bayreuther Zentrum für Kolloid- und Grenzflächenforschung (H. Möhwald)
- Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies, BSRT (P. Fratzl)
- · Biofibres Materials Centre, Stockholm (H. Möhwald)
- · Bionic Center Freiburg (P. Fratzl)
- · CIC biomaGUNE, San Sebastian, Spain (P. H. Seeberger)
- DECHEMA Research Group on "Chemical Nanotechnology" (H. Möhwald)
- DFG Standing Review Board Materials Science (P. Fratzl, Chair)
- · Elitenetzwerk Bayern (R. Lipowsky)
- · 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)
- · Heinz Maier-Leibnitz Center Munich (P. Fratzl, Chair)
- The Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy (Peter Fratzl, Supervisory Board)
- FWF Austrian Science Fund (Peter Fratzl, Supervisory Board)
- IdEx Bordeaux (Initiative of Excellence of Bordeaux (M. Antonietti, Scientific Advisory Board)
- Institute of Biophysics and Nanosystems Research of the Austrian Academy of Science (ÖAW), Graz (H. Möhwald, Chair)
- Institute for Science & Technology Austria (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)
- · Institute of Theoretical Physics, CAS (R. Lipowsky)
- · Material Science in Gothenborg (H. Möhwald)
- Minerva Foundation, Centers Committee (P. Fratzl, Chair)
- 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)
- WYSS Institute for Bioinspired Engeneering at Harvard University (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)

# Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über Biommetische Systeme

Im Jahre 2000 etablierte das Max-Planck-Institut für Kolloidund Grenzflächenforschung (MPIKG) gemeinsam mit der Universität Potsdam die "Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über "Biomimetische Systeme". Zusammen mit seinen Partnern bot das Institut ausländischen und deutschen Studenten der Physik, Chemie, Biologie und Materialwissenschaften ein interdisziplinäres Lehr- und Forschungsprogramm über "Biomimetische Systeme" an. Hauptziel des Graduiertenprogramms war es, grundlegende Kenntnisse über biologische und biomimetische Systeme zu vermitteln und damit eine fachübergreifende Ausbildung zu offerieren. Die auf Englisch gehaltenen Kurse, Seminare und Workshops wurden von international renommierten Dozenten des jeweiligen Forschungsgebietes gehalten. Die IMPRS über "Biomimetische Systeme" beendete ihre Arbeit im Oktober 2012 und hatte eine Laufzeit von insgesamt zwölf Jahren.

#### Lehrprogramm

Die Schule organisierte mehrere Lehrveranstaltungen pro Semester. Zum einen gab es allgemeine Kurse, um ein gemeinsames wissenschaftliches Basiswissen zu etablieren. So vermittelten diese beispielsweise die fundamentalen Prinzipien theoretischer, numerischer und experimenteller Arbeit auf dem Gebiet biomimetischer Systeme. Zum anderen gab es mehrere Kompakt- und Laborkurse, die speziell auf bestimmte Themenbereiche ausgerichtet waren. Alle Vorlesungen und Aktivitäten waren grundsätzlich offen für alle Studenten der teilnehmenden Einrichtungen. Als erste Graduiertenschule im Bereich Potsdam leistete die Schule einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung der hier ansässigen Doktoranden. Vom Wintersemester 2001/2002 bis zum Win-

79 Semesterkurse mit insgesamt 2200 Stunden Lehrzeit.
 Ein Drittel der Stunden wurde von Nachwuchsgruppenleitern gehalten.

tersemester 2010/2011 wurden folgende Kurse angeboten:

 44 Kompakt- und Laborkurse, mit insgesamt mehr als 600 Stunden Lehrzeit.

Ungefähr die Hälfte der Vorlesungen wurde von Gruppenleitern und ca. ein Viertel von eingeladenen Gastwissenschaft -

Ferner wurde die Schule um ein European Early Stage Training (EST) und ein anderes Europäisches Netzwerk (STREP on "Active Bio-Systems") erweitert, welche beide von R. Lipowsky koordiniert wurden. In Zusammenarbeit mit diesen zwei Netzwerken organisierte die Schule eine internationale Konferenz und fünf Workshops. Gemeinsam mit der Chinesischen Akademie der Wissenschaften richtete die IMPRS zudem eine Sommerschule in Peking aus und unterstützte die Konferenz PhysCell2009. Auch an dem vom BMBF geförderten Systembiologieprojekt GoFORSYS sowie an der Potsdam Graduate School (PoGS) war die Schule beteiligt und bot in diesem Rahmen verschiedene Kurse innerhalb der Masterstudiengänge Physik und Biologie der Universität Potsdam an.

#### IMPRS über "Multiscale Biosystems"

Zu Beginn des Wintersemesters 2013/2014 nimmt eine neue IMPRS on "Multiscale Biosystems" ihre Arbeit auf. Sprecher der Schule ist R. Lipowsky, Vizesprecher R. Seckler und Koordinator A. Valleriani. Das Graduiertenprogramm setzt sich aus folgenden Partnern zusammen: Universität Potsdam, Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität Berlin und Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT.

Die Schule befasst sich mit dem hierarchischen Aufbau von Biosystemen im Nanometer- und Mikrometerbereich. So geht es z.B. um Makromoleküle wie Proteine in wässriger Lösung, die molekulare Erkennung zwischen diesen Bausteinen, die Übertragung freier Energie in molekularen Maschinen oder die Strukturbildung und den Transport in Zellen und Geweben. Die vier Forschungsschwerpunkte der IMPRS sind: molekulare Erkennung von Kohlenhydraten, Wechselwirkung von Biomolekülen mit Licht, gerichtete Prozesse in Zellen sowie gerichtete Formänderungen von Gewebe. Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Frage, wie die Prozesse auf supramolekularen und mesoskopischen Skalen, im Bereich von wenigen Nanometern bis zu vielen Mikrometern, durch die Struktur und Dynamik der molekularen Bausteine bestimmt werden.

#### Rahmenbedingungen

Die neue IMPRS on "Multiscale Biosystems" wurde zunächst für sechs Jahre bewilligt mit der Option einer Verlängerung für weitere sechs Jahre. Hauptsitz der Schule ist das MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung. Nach den allgemeinen Grundsätzen werden in den Research Schools der Max-Planck-Gesellschaft in der Regel je zur Hälfte deutsche und ausländische Nachwuchswissenschaftler gemeinsam ausgebildet.

Das englischsprachige Doktorandenprogramm bietet innovative und interdisziplinäre Forschung. Um ein guantitatives Verständnis der wissenschaftlichen Zusammenhänge zu erlangen, verbinden die interdisziplinären Forschungsaktivitäten der Schule Bottom-up mit Top-down Zugängen, die von mehreren Gruppen aus der theoretischen und experimentellen Biophysik, aus der physikalischen Chemie und Kolloidchemie, aus der Biochemie und Molekularbiologie, sowie aus den Materialwissenschaften eingesetzt werden. Gruppenleiter, Nachwuchsgruppenleiter und Professoren des MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung, der Universität Potsdam, FU Berlin, HU Berlin und des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT nehmen an dem Programm teil und bilden die Doktoranden aus. Über die Wissenschaft hinaus bietet das Graduiertenprogramm eine Reihe von Soft-Skill-Seminaren wie z.B. Deutschkurse oder Vorlesungen zur beruflichen Orientierung.

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

Reinhard Lipowsky and Angelo Valleriani

# International Max Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems

In the year 2000, the MPI of Colloids and Interfaces (MPICI), together with the University of Potsdam, established an International Max Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems. The IMPRS on Biomimetic Systems offered, together with its partner groups, an interdisciplinary curriculum on 'Biomimetic Systems' for foreign and German students from physics, chemistry, biology, and materials science. One major goal of this curriculum was to provide a common basis of knowledge in biological and biomimetic systems, which transcends the traditional boundaries between the different disciplines. The curriculum was based on courses, seminars and workshops with the participation of scientists, who work at the cutting edge of this field.

The IMPRS on Biomimetic Systems was running for twelve years until October 2012.

## The curriculum delivered by the IMPRS on Biomimetic Systems

The curriculum of the IMPRS on Biomimetic Systems was based on semester courses, lab and compact courses, as well as seminars. The semester courses delivered general and fundamental background information to unify the knowledge among scientists from different disciplines. The lab and compact courses were intended to provide lectures on more advanced topics.

The courses of the IMPRS were held in English and open to all students of the participating institutions. As the first graduate school in the Potsdam area, the IMPRS contributed to the training of local doctoral students.

Starting with the winter semester 2001/2002 and until the winter semester 2010/2011, the following courses have been offered:

- 79 Semester Courses, with a total duration of about 2,200 hours of lectures. Junior group leaders held more than 1/3 of these lectures
- 44 Compact and Lab Courses, with a total duration of more than 600 hours of lectures

About half of the lectures have been delivered by group leaders and about one quarter by invited guest scientists.

In addition, the IMPRS on Biomimetic Systems was part of a large international research training network funded by the European Commission (EST on "Biomimetic Systems") and another European network (STREP on "Active Bio-Systems"), both coordinated by R. Lipowsky. Together with these two networks, one international conference and five workshops have been organized. Furthermore, the IMPRS also organized a summer school together with the Chinese Academy of Sciences, which was held in Beijing, and actively supported the conference PhysCell2009. The IMPRS on Biomimetic Systems was participating in the BMBF funded Systems Biology project GoFORSYS as well as in the Potsdam Association of all graduate schools (PoGS), and offered several courses shared with the MSc in Physics and Biology at the University of Potsdam.

#### **IMPRS** on Multiscale Biosystems

In collaboration with the University of Potsdam, the Free University Berlin, the Humboldt University Berlin, and the Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering IBMT, the MPICI now offers a new IMPRS on "Multiscale Biosystems". The speaker of the school is R. Lipowsky, the vice-speaker is R. Seckler, and the coordinator is A. Valleriani. The new IMPRS will start its training activities in the winter semester 2013/2014.

Our new school 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 process-

es 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.

#### **General Framework**

The English-speaking doctoral program offers cutting edge and interdisciplinary research and has been approved for six years, with a possible extension for another six vears. Headquarter of the school is the MPICI. In line with the general rules for all IMPRS, about half of the admitted students will be from Germany and from abroad, respectively. 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. Furthermore, a variety of soft skills events will be offered, including German lanquage courses as well as lectures on career possibilities.

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 Biomedical Engineering IBMT 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 alle zwei Jahre stattfindende 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 Biomedizinische Technik IBMT, dem Golm Innovationszentrum GO:IN sowie dem Brandenburgischen Landeshauptarchiv bieten wir interessierten Besuchern aller Altersklassen einen faszinierenden Einblick in die Forschung. Das vielfältige Programm mit Fühund Mitmach-Aktionen bietet Jung und Alt Wissenschaft zum Anfassen und zahlreiche Möglichkeiten, High-Tech-Technologien hautnah zu erleben und zu begreifen. Der Tag der Offenen Türen wird 2013 am 14. September von 11.00 bis 17.00 Uhr stattfinden.

Mit dabei war das MPIKG auch beim großen Wissenschaftsfestival "Ideenpark 2012" in der Messe Essen und im Gruga-Park vom 11. bis 23. August. Staunen, ausprobieren, Zusammenhänge verstehen – beim Ideenpark hatten Jung und Alt viel zu erkunden. Eine futuristische Stadtlandschaft auf 60.000 Quadratmetern mit über 400 Exponaten wartete in der Messe Essen und im Gruga-Park auf die Besucher. Mehr als 1.500 Forscher, Ingenieure, Studenten und Auszubildende stellten bei dieser Gelegenheit ihre Projekte vor.

In der BioWerkstatt in Halle 3 des IdeenParks lernten die Besucher zahlreiche Biomaterialien aus Wald und Meer kennen – immer scharfe Seeigelzähne, das unzerbrechliche Glasskelett eines Tiefseeschwammes und Weizensamen, die sich von ihrer Mutterpflanze entfernen können, sind nur einige Beispiele. Gemeinsam mit den Forschern erkundeten die zahlreichen Besucher das Prinzip des hierarchischen Aufbaus. Sie erfuhren dabei, warum die hier realisierte, sehr effiziente Nutzung der für den jeweiligen Organismus vorhandenen Ressourcen ein Vorbild für die Entwicklung neuer technischer Materialien sein kann.

Zudem werden am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung Führungen für Interessierte, insbesondere für Schulklassen sowie Vorträge an den Schulen selbst organisiert. Der Internetauftritt des Instituts, aber auch die interne Kommunikation stellen darüber hinaus 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.



rungen, Experimen-

ten, Vorträ-



# 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, organisation and realisation of events is a second core theme.

One of our highlights every two years is the Open Day on the Potsdam-Golm Science Park, 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 2013 will be held together with the Max Planck Institutes of Gravitational Physics and Molecular Plant Physiology, the Fraunhofer Institutes for Applied Polymer Research IAP and for Biomedical Engineering IBMT, the Golm Innovation Center GO:IN and the Brandenburg Main State Archive. It takes place on September 14 from 11 a.m. till 5 p.m. There will be lab tours, popular talks and scientific demonstrations providing an excellent opportunity for everybody to experience scientific activity at first hand.

Furthermore the MPICI took part in a further important event: the "IdeasPark Essen 2012". Technology experience was being held at Messe Essen and Grugapark from August 11 to 23. An area of 60,000 square meters was given over to the fascination of technology. More than 120 partners from research, science, education and business attracted around 400,000 visitors. The emphasis was on interaction. Throughout the IdeasPark, visitors were invited to carry out their own experiments and make their own discoveries.



biomaterials from the forest and the sea: always sha

est and the sea: always sharp sea urchin teeth, the unbreakable skeleton of the deep sea sponge Euplectella or wheat seeds, which are able to "swim" into the soil. Together with scientists from the Institute they discovered the principle of hierarchical structure. They learned how organisms use the available resources in a very efficient manner and that this can serve as a model for the development of new technical materials.

Beyond this tours through the institute as well as talks at schools are organized. 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