Max Planck Institute of Colloids and Interfaces

REPORT 2009-2010

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: Stefan Pigur, www.pigurdesign.de
Printed by: Druckhaus Berlin-Mitte GmbH
Potsdam, April 2011

FSC
Zert.-Nr. SGS-COC-3628

INHALTSVERZEICHNIS
TABLE OF CONTENTS

Vorwort 6
Preface 8
Prof. M. Antonietti

Das Institut in Zahlen 10
The Institute in Numbers 12
Prof. H. Möhwald

Das Forschungsprogramm des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) 14
The Research Program of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPICI) 17
Prof. M. Antonietti, Prof. P. Fratzl, Prof. H. Möhwald, Prof. R. Lipowsky, Prof. P.H. Seeberger

Wissenschaftliche Beziehungen 20
Scientific Relations 22

Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über Biomimetische Systeme 24
International Max Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems 26
Prof. R. Lipowsky · Dr. A. Valleriani

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit 28
Press and Public Relations 29
K. Schulze

BIOMOLECULAR SYSTEMS

Research in the Department of Biomolecular Systems · Prof. P. H. Seeberger 32

Glycoimmunology
Targeting C-type Lectins to Modulate Immune Responses · Dr. B. Lepenies 34

Carbohydrate Synthesis
Automated Solid Phase Synthesis of Complex Carbohydrates · Dr. S. Eller 36

Glycoproteomics
Quantitative Glycomics and Glycoproteomics for Biomarker Discovery · Dr. D. Kolarich 38

Precision Polymers and Polymeric Biomimetics
Solid Phase Polymer Synthesis · Dr. L. Hartmann 40

Biomolecular Systems
Synthetic Carbohydrate Vaccines · Dr. C. Martin 42
Continuous Flow Reactors as Tools for Organic Chemists · Dr. A. O'Brien, Dr. F. Levesque 44

(GPIs) and Glycoproteins
Glycosylphosphatidylinositols · Dr. D. V. Silva 46

BIOMATERIALS

Research in the Department of Biomaterials · Prof. P. Fratzl 50

Biological Materials
Bone Regeneration · Dr. I. Manjubala 52
Mechanobiology · Dr. R. Weinkamer 54
Biochemical Strategies in Load-Bearing Natural Materials · Dr. M. Harrington 56
Calcified Cartilage in Shark Skeletons · Dr. M. Dean 58
Spider Cuticle – A Study of the Structure-Function Relation · Dr. Y. Politi 59

Biological and Bio-inspired Materials
Hierarchical Structure of Biological & Biomimetic Materials · Dr. W. Wagermaier 60
Plant Biomechanics and Biomimetics · Dr. habil. I. Burgert 62
Biomimetic Actuation and Tissue Growth · Dr. J. Dunlop 64
Magnetite and Hierarchical Systems · Dr. D. Faivre 66
Bio-inspired Hybrid Materials and Synchrotron Research · Dr. B. Aichmayer 68
Advanced Raman Spectroscopic Imaging of Biological Tissues · Dr. A. Mašic 70
Nanometer and Micrometer Studies of Human Teeth and Relations to Dental Restorations · Dr. P. Zaslansky 71

COLLOID CHEMISTRY

Research in the Department of Colloid Chemistry · Prof. M. Antonietti 74

Heterophase Polymerization
Polymer Dispersions / Heterophase Polymerizations · Dr. K. Tauer 78

Porous Polymers
From Polymer Synthesis to Porosity Analysis · Dr. J. Weber 80

Chimera Polymers and Novel Polymerization Techniques
Bioinspired Polymers and Colloids · Dr. H. Schlaad 82

Modern Techniques of Colloid Analysis . . . . . .
Electron Microscopic Studies of Colloidal Systems and Biomaterials · Dr. J. Hartmann 84

Hydrothermal Carbon Nanostructures and Coatings
Sustainable Functional Nanostructured Materials · Dr. M. M. Titirici 86

De Novo Nanoparticles
De Novo Nanoparticles: Novel Synthetic Routes for Nanoparticles Production · Dr. C. Giordano 88

International Joint Laboratory
Artificial Photosynthesis · Dr. Xinchen Wang 90

INTERFACES

Research in the Department of Interfaces · Prof. H. Möhwald 94

(Quasi) Planar Interfaces – Fluid Interfaces
Langmuir Monolayers as Model Systems to Study Interactions at Interfaces · Prof. G. Brezesinski 98
Replacement of Proteins by Surfactants from Adsorbed Interfacial Layers · Dr. R. Miller 100

Solid Interfaces
Phase Transitions and Transport Phenomena in Thin Films at Solid/Air Interfaces · Dr. H. Riegler 102

Non-Planar Interfaces
Joint French-German Laboratory (LEA) on Sonochemistry · Prof. H. Möhwald 104
Active Interfaces and Coatings · Dr. D. Shchukin 106
Ordering of Functional Nanoparticles · Dr. D. Wang 108
Nanotechnology and optical manipulations of capsules and films · Dr. A. Skirtach 110

International Joint Laboratory
Molecular Assemblies of Biomimetic Systems and Nanostructured Design · Prof. J. Li 112

MPI-NIMS International Joint Laboratory
Supramolecular Architectures · Dr. T. Nakanishi 114

THEORY & BIO-SYSTEMS

Research in the Department of Theory & Bio-Systems · Prof. R. Lipowsky 118

Polymers and Proteins
The Power of Polypeptides from a Molecular Perspective · Dr. V. Knecht 120
Discrete Energy Landscapes of Proteins · Dr. T. Weikl 122
Nanoparticles and Polymer brushes · Dr. C. Seidel 124

Carbohydrates
Conformational Dynamics of Complex Oligosaccharides · Dr. M. Santer 126

Membranes and Vesicles
Membranes, Ions, and Water at Molecular Level · Dr. V. Knecht 128
Binding Cooperativity of Membrane Adhesion Receptors · Dr. T. Weikl 130
Vesicles in contact with two aqueous phases · Prof. R. Lipowsky 132

Complex Systems
Stochastic Processes in Bio-Systems · Dr. A. Valleriani 134
Regulation of Bio-Processes · Dr. S.Klumpp 136

APPENDIX

Organigramm
Organization Chart 140

Fachbeirat
Scientific Advisory Board 142

Drittmittelprojekte
Third Party Funds 143

Ausgewählte Veranstaltungen
Selected Events 154

Wissenschaftliche Abschlüsse
Scientific Degrees 155

Personalien
Appointments and Honors 158

Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Patente
Publications and Patents 159

Vorwort

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

Dieser Bericht beschreibt die Aktivitäten des Max-Planck-Instituts für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG), das 1992 auf den Wurzeln zweier Akademieinstitute in den neuen Bundesländern gegründet wurde und seit 1999 im Wissenschaftspark Potsdam-Golm angesiedelt ist. Das MPIKG besteht zurzeit aus fünf Abteilungen, wobei die Abteilung „Biomolekulare Systeme" (Peter Seeberger) bis zur Fertigstellung unseres 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. Dabei soll auch deutlich werden, dass die Forschungsaktivitäten aller fünf Abteilungen eng miteinander verknüpft sind.

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 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 ihrem molekularen Aufbau erkennen und diskriminieren. Ein langfristiges Ziel ist dabei die Entwicklung von neuartigen Impfstoffen 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 CO_2 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 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 Synchro-

tronstrahlung 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 Mitarbeiter des MPIKG auf Professuren an Universitäten berufen worden.

Zum Schluss möchte ich nochmals erwähnen, dass wir 2010 mit der Planung des Erweiterungsgebäudes beginnen konnten und im Jahre 2013 mit seiner Fertigstellung rechnen. 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.

Markus Antonietti
Geschäftsführender Direktor 2009-2010

Fotos S. 6-10: G. Gnaudschun

Preface

This report describes the recent activities of the Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPICI), which was founded in 1992 as one of the first new Max Planck Institutes after the reunification of Germany. Since 1999 the MPICI is located in the Science Park Potsdam-Golm and 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, presumably in 2013.

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 MPICI 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 struxctures represent a „world of hidden dimensions". On the other hand, the dynamics and structures of these small entities determine the behavior 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 Seeberger) and „Colloid Chemistry"(Markus Antonietti) put a focus of activity onto this "chemistry of system design".

The department „Biomolecular Systems", which has been newly established in 2008, synthesizes and designs sugar molecules and carbohydrates with well-defined and adjusted architectures. 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 in order to construct mesoscopic compound systems and hybrid materials. One important aspect of this activity is the molecular encoding of self-assembly and self-organization by specific molecular groups that guide these processes towards a certain target structure. 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 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 nanoparticlecovering applicaitons 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 selforganization 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 MPICI also continued its successful higher academic education of young faculty. Indeed, more than 50 alumni of the MPICI have now taken up professorships in Germany and abroad.

Finally, I would like to mention that we have started the process of planning the new extension of our building in 2010, and the completion is to be expected in 2013. This extension will probably resolve our main problem, the shortage of working 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.

Markus Antonietti
Managing Director 2009-2010

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 2010 die Schrumpfung der Abteilung „Grenzflächen“ begann. **Abb. 1** zeigt daher einen leichten Anstieg des Stammpersonals nach 2008, aber schon 2008 einen sprunghaften Anstieg der Gesamtzahl der Mitarbeiter mit dem Aufbau der neuen Abteilung. Da dazu noch etwa 50 kurzzeitige Gäste kommen, bleibt die Raumsituation trotz der vorübergehenden Unterbringung der neuen Abteilung auf dem Campus der Freien Universität Berlin angespannt. Erst der Bezug des Erweiterungsbaus im Wissenschaftspark Potsdam-Golm, 2013/2014 wird eine Entlastung der Raumsituation bringen. Als Nebenbemerkung, 70% der Institutsangehörigen sind jünger als 35 Jahre, die übrigen verteilen sich etwa gleichmäßig über alle Altersklassen.

Abb. 2 zeigt ebenfalls einen drastischen Anstieg der Doktorandenzahlen in den letzten beiden Jahren, bei denen der Anteil deutscher Mitarbeiter (55%) leicht gegenüber Ausländern überwiegt. Da demgegenüber der Ausländeranteil bei den Postdoktoranden um 90% liegt (**Abb. 3**), beträgt dieser Anteil bei allen Wissenschaftlern um 70%. Von diesen stammen etwa 50% aus Europa, wobei in den letzten Jahren der Anteil der Westeuropäer gegenüber Osteuropäern leicht zugenommen hat (**Abb. 4**). Gegenüber früheren Jahren hat der Anteil an Amerikanern leicht zugenommen. Der Anteil an Chinesen sank dagegen etwas, vorwiegend, da zwei chinesische Gruppenleiter in ihr Heimatland bzw. Australien zurückgekehrt sind. Insgesamt hat sich die Verteilung der Nationalitäten damit dahingehend entwickelt, dass sich Ungleichgewichte reduzieren.

Budget

Auch die Entwicklung des Etats verzeichnete 2009 einen Sprung, da viele Investitionen und Baumaßnahmen mit Einrichtung der Abteilung „Biomolekulare Systeme“ fällig wurden (**Abb. 5**). Diese werden in Zukunft geringer sein und entsprechend erfolgte auch bereits 2010 eine geringere insti-

Fig. 1

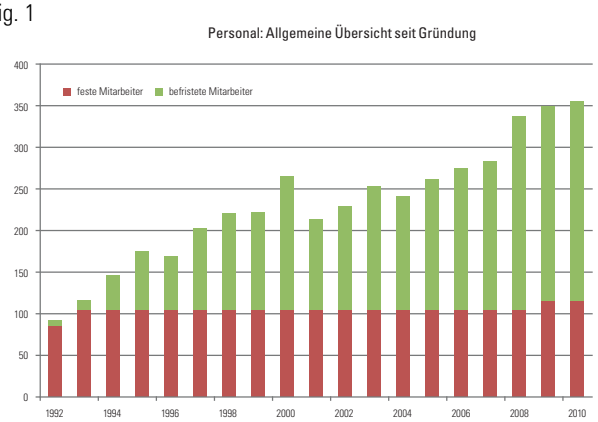


Fig. 3

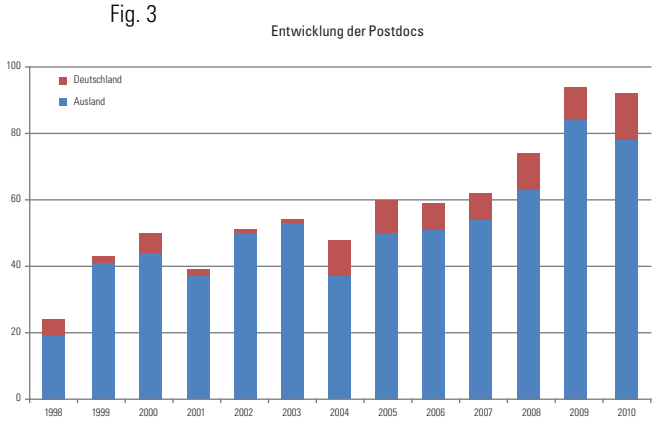


Fig. 2

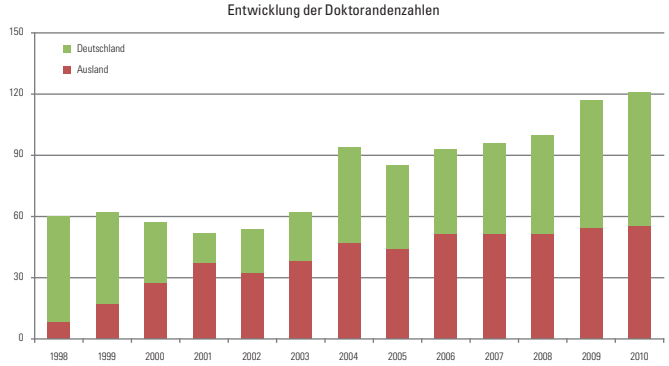
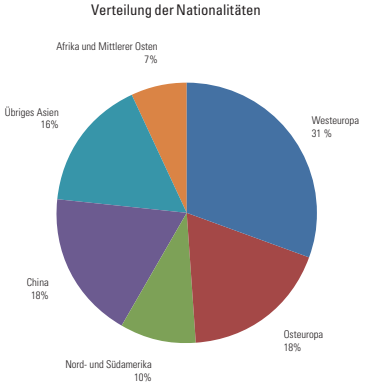


Fig. 4



tutionelle Förderung. Es fällt jedoch auf, dass mittlerweile der Drittmittelanteil am Etat etwa 25% erreicht hat mit stark steigender Tendenz. Bei diesen Drittmitteln hat sich der Anteil des BMBF und der DFG deutlich erhöht (**Abb. 6**). Dies ist insofern erstaunlich, da das Institut gerade bei diesen Institutionen von mehreren regulären Förderwegen ausgeschlossen ist. Dies konnte offenbar dadurch mehr als kompensiert werden, da die Wissenschaftler bei Anträgen in Sonderprogrammen besonders erfolgreich waren. Auch der EU-Anteil blieb erfreulich hoch und wird im nächsten Jahr 1 Mio. Euro übersteigen. 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 gut ausgebildete junge Wissenschafter. Jährlich verlassen mehr als 5 Wissenschafter das Institut auf Professoren- oder äquivalente Stellen, 25-30 Doktoranden schließen ihre Arbeit ab und etwa 50 Postdoktoranden wechseln auf neue Stellen. Die Zahl der Publikationen hat mit etwa 300 einen „Sättigungswert" erreicht (**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 (**Abb. 7b**), mit denen sich das Institut mit jeder Institution vergleichbarer Größe weltweit vergleichen kann. Dies ist zudem bemerkenswert für eine 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. 5

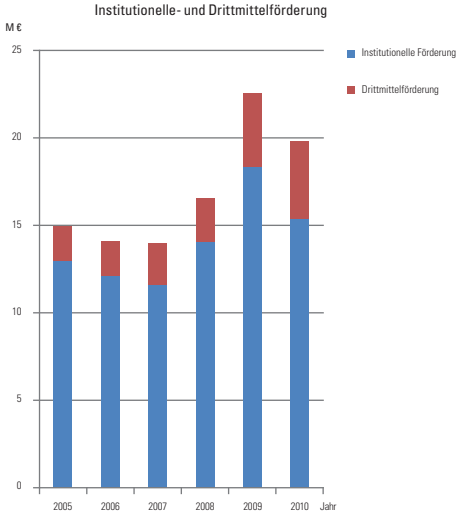


Fig. 7a

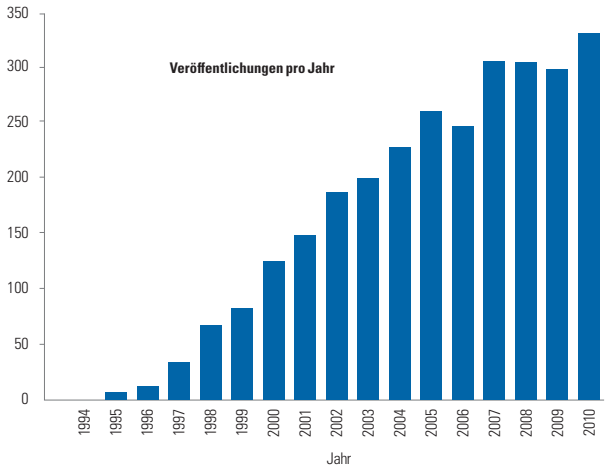


Fig. 6

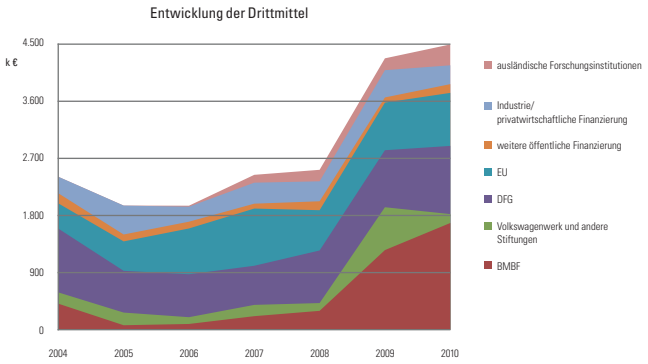
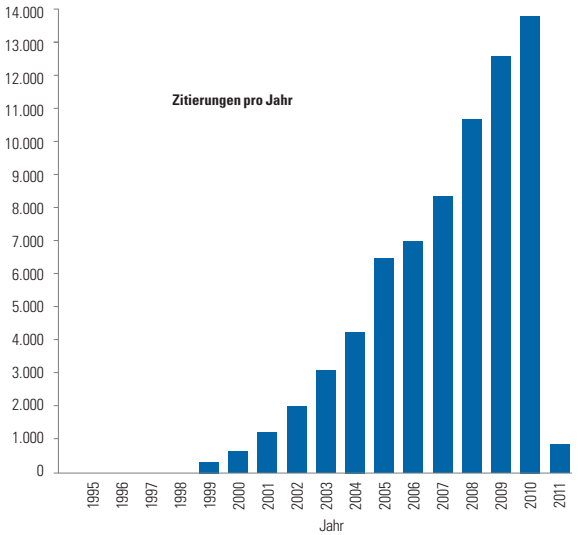


Fig. 7b



The Institute in Numbers

Personnel

The development of numbers is largely influenced by the fact that from 2009 the new department "Bimolecular Systems" came into full operation and that the downsizing of the department "Interfaces" began in 2010. Consequently **Fig. 1** shows a slight increase in staff after 2008 but already in 2008 a step-wise increase of employees paralleling the establishment of the 5th department. Since we host in addition about 50 short term guests there remains a tight pressure concerning space, although the new department could be established interim on the campus of the Free Univ. Berlin. This situation will only be relieved after the institute can move into the extension building in 2013/2014. As a side note 70% of the institute members are aged below 35, the others rather-evenly distributed over all ages. For reasons as above **Fig. 2** shows a drastic increase of the number of graduate students in the last 2 years with the fraction of Germans (55%) slightly above that of foreigners. This differs for the postdocs where the fraction of foreigners is around 90% (**Fig. 3**), and therefore their fraction concerning all scientists is around 70%. Among them about 50% come from Europe, and in recent years the fraction of Western Europeans has slightly increased compared to Eastern Europeans (**Fig. 4**). With respect to previous years the fraction of Americans has slightly increased. That of Chinese, on the other hand, has decreased predominantly since two Chinese group leaders have returned to there home country, respectively Australia. Altogether the distribution of nationalities has developed in a way that imbalances have been levelled off.

Budget

Also the budget development exhibits a step in 2009 where many investments and construction measures were needed to establish the department "Biomolecular Systems". These investments will be reduced in future and consequently the institutional funding decayed again in 2010 (**Fig. 5**). On the other hand it is remarkable that third party funding has meanwhile exceeded a fraction of 25%. Among them the fraction

Fig. 1

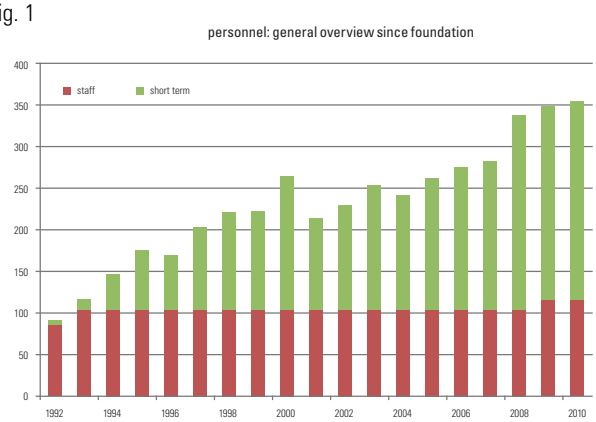


Fig. 3

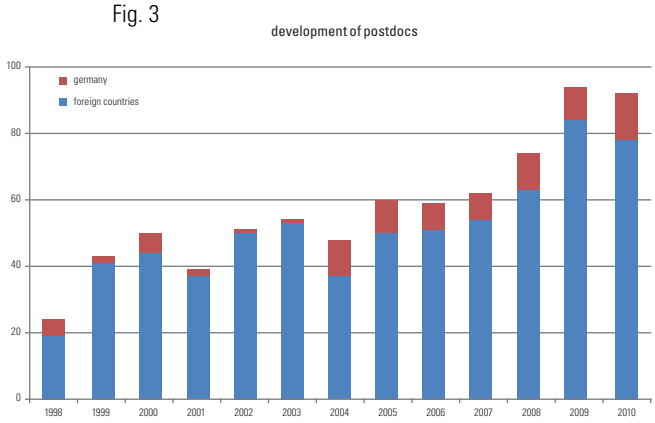


Fig. 2

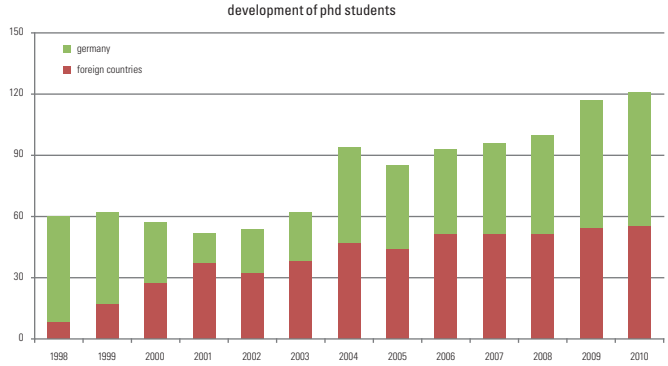
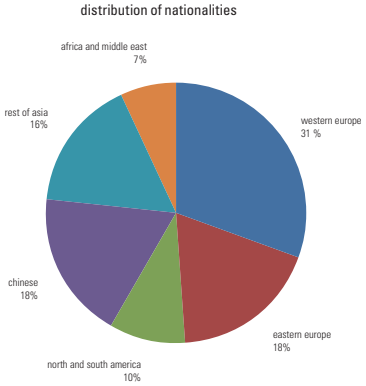


Fig. 4



of the federal ministry of education and technology (BMBF) and of the German Science Foundation (DFG) have experienced a most drastic increase (**Fig. 6**). This is surprising since the institute is explicitly excluded from many regular funding schemes of these institutions. Apparently this could be more than compensated, since scientists have been especially successful with applications in special programmes. It is also gratifying that the funding from European Union remained high and this year will exceed 1 Mio. Euros. 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

Although being a research institute and no university we consider the most important result not paper but well-trained young scientists. Annually more than 5 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 "saturation value" around 300 (**Fig. 7a**). This is a good but not an overwhelming number for an institute that claims to be world-top. Overwhelming, however is the number of citations (**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.

Fig. 5

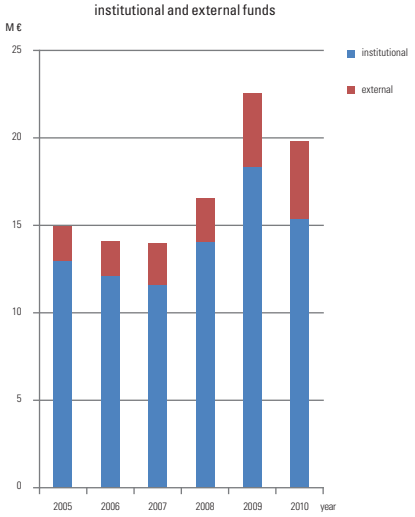


Fig. 6

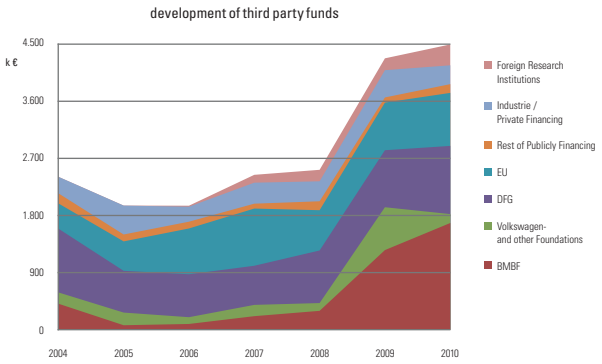


Fig. 7a

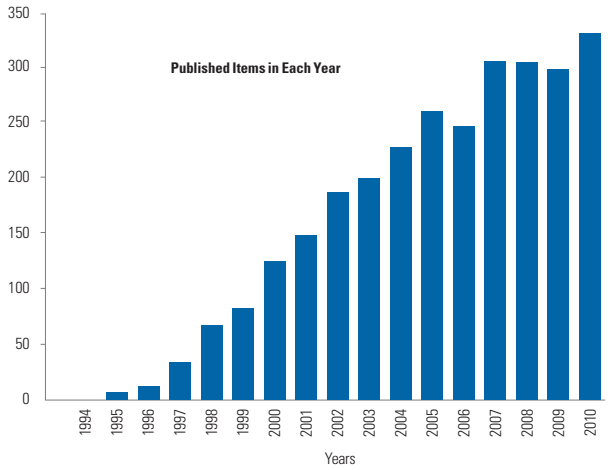
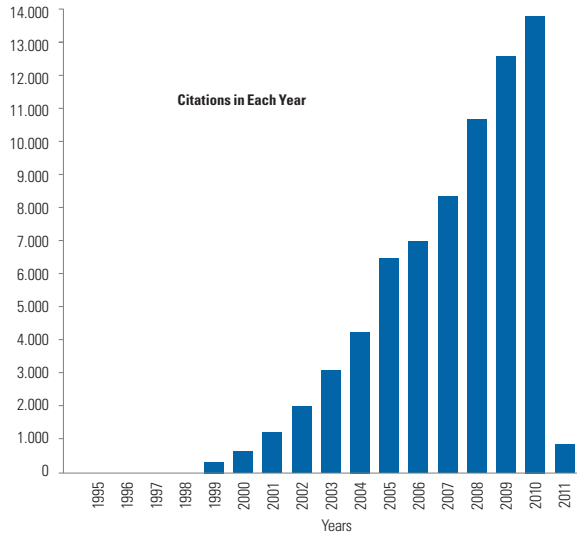


Fig. 7b



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

Die Kolloid- und Grenzflächenforschung befasst sich mit den Strukturen, die zwischen den Größenbereichen „Nano“ und „Mikro“ liegen und daher auch als Welt der versteckten Dimensionen bezeichnet werden. Darüber hinaus ist sie in der Lage, die Brücke zwischen Molekülen und biomimetischen Materialien oder biologischen Geweben zu schlagen. **Abb. 1** Zwei grundlegende Aspekte sind besonders bedeutend für die Forschung. Die Untersuchung der strukturellen und dynamischen Hierarchien ermöglicht es, kolloidale Strukturen mit größeren Einheiten zu verknüpfen. Die Aufklärung der generellen Mechanismen und Prinzipien, die auf biomimetische und biologische Systeme gleichermaßen angewendet werden können, stellt einen einheitlichen, konzeptuellen Rahmen dar.

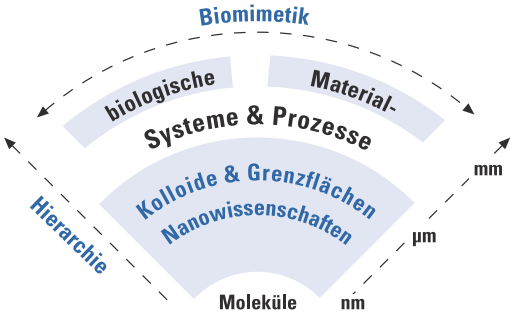


Abb. 1: Die Forschung am MPIKG beschäftigt sich mit Strukturen und Prozessen, die zwischen dem Nano- und Mikrometerbereich liegen, d.h. mit dem traditionellen Bereich der Kolloid- und Grenzflächenforschung, der viele Ebenen, angefangen von Molekülen bis hin zu biomimetischen Materialien und biologischen Geweben abdeckt.

Die vielfältige Funktionsweise biologischer Systeme hängt größtenteils von Struktur und Dynamik der Kolloide und Grenzflächen auf submikroskopischer Ebene ab. Eine begrenzte Zahl von Aminosäuren, Nukleotiden und Monosacchariden bilden eine Vielzahl biologischer Polymere mit nanometergroßen Strukturen. Diese verbinden sich zu Filamenten, Membranen, Ribosomen und verschiedenen Biokolloiden, die sogar Mineralien enthalten können. Diese Strukturen bilden die Grundlage der extrazellulären Matrix und der Zellen selbst und sind wesentlich für jeden lebenden Organismus. Der Schritt vom biologischen Polymer zur lebenden Zelle läuft im Nanometer- und Mikrometerbereich ab und ist entscheidend für die Funktionalität eines jeden Organismus. In Analogie dazu hängen die Funktionalität von biomimetischen Materialien und deren mechanische, optische oder magnetische Eigenschaften in hohem Maße von den Strukturen ab, die auf der Nano- bis Mikrometerskala erzeugt werden.

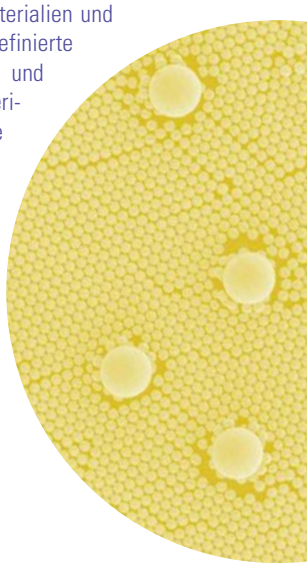
Kolloide und Grenzflächen

Die aktuelle Forschung am Institut konzentriert sich auf komplexe, natürliche und künstliche Mehrkomponenten-Systeme und wendet dabei Techniken aus der Physik, Chemie, den Materialwissenschaften und Biowissenschaften an. Wir untersuchen die Struktur- bzw. Funktionsbeziehungen in hierarchischen biologischen Materialien; wir konstruieren experimentelle Modellsysteme; Schließlich entwickeln und konstruieren wir theoretische Modelle.

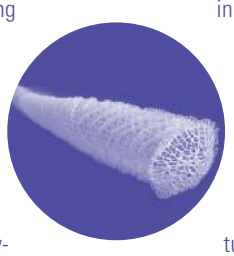
Das Wechselspiel von Experiment und Theorie hilft, ein tieferes Verständnis der Ordnung von Kolloid- und Grenzflächensystemen zu erlangen. Diese Erkenntnisse werden für die Verbesserung des Systemdesigns, die Leistungsoptimierung und die Erhöhung der Zuverlässigkeit eingesetzt. Somit hat die Grundlagenforschung des MPI KG direkten Einfluss auf die Entwicklung bahnbrechender Technologien und deren zukunftsweisende Anwendungen. Ein besseres Verständnis biologischer Systeme ist ein erster wichtiger Schritt und hat Einfluss auf die biomedizinischen Wissenschaften. So wurden beispielsweise kolloidbasierte Wirkstoff-Transportsysteme entwickelt oder krankheitsbedingte Veränderungen des Knochenmaterials charakterisiert. Zudem werden synthetische Kohlenhydrate entwickelt, die zur Herstellung von Impfstoffen und Diagnostika eingesetzt werden.

Das Institut hat Weltklasseniveau in der Analyse, Synthese und der theoretischen Modellbildung harter und weicher Materialien erreicht. Die Kompetenz im Bereich der Synthese ist besonders breit: kristalline, oxidische Nanopartikel und neue Kohlenstoffvarianten werden mit Hilfe hydrothermaler und hochtemperierter Karbonisierung hergestellt. Diese Partikel bilden die Basis für neuartige Sensoren und funktionale Beschichtungen oder können direkt in der Chromatographie, der Katalyse bzw. als Füllmaterial in hybriden Materialien angewendet werden. Neue Polymerisationsmethoden zur Herstellung polymerer Nanopartikel sowie die Heterophasen-Polymerisation mit deutlich geringerem Einfluss auf die Umwelt werden für nanoskopische Einkapselungen, Hybridisierungen oder grenzflächengesteuerte Synthesen benutzt.

Für die Grundlagenforschung, aber auch für technische Anwendungen ist neben den weichen und harten Strukturen das kontrollierte Einbringen von nanoskopisch kleinsten Poren als Transportkanäle in Füllmaterialien und Filmen bedeutsam. Die klar definierte Entwicklung geeigneter Strukturen und Porengrößen in kristallinen Materialien ermöglicht es uns, verbesserte Elektroden, Sensorbeschichtungen, photovoltaische und elektrochrome Geräte herzustellen.



Viele Eigenschaften und Interaktionen der kolloidalen Systeme werden durch ihre hoch spezifische Oberfläche beeinflusst. Deshalb sind Prozesse, die sich auf der Oberfläche abspielen, von besonderem Interesse. Darin eingeschlossen sind der dynamische Austausch von Materie zwischen Grenzfläche und Masse, die Struktur von Wasser und Hydrathüllen in der Nähe von Oberflächen, Enzymkatalyse genauso wie Oberflächenkristallisation. Synthetisch beeinflusste Partikeloberflächen verändern ihre Aktivität und Funktionalität, können aber somit als Bausteine für supramolekulare Strukturen dienen, die dann weiter in der supramolekularen Chemie als funktionale Filme, reaktive Kapseln oder selbstreparierende Beschichtungen Anwendung finden.



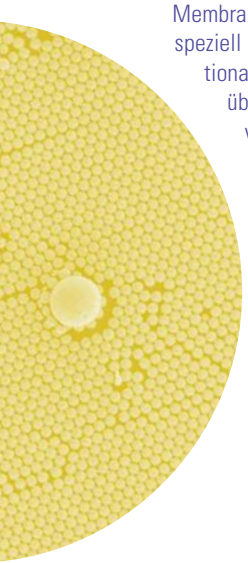
Hierarchische Strukturen

Zwei sehr verschiedene Wege, um kolloidale Strukturen erzeugen und die Lücke zwischen Molekülen und Materialien oder Bauteilen zu schließen, werden am MPIKG verfolgt: Die Bottom-Up Methode beinhaltet Polymerisation, Selbstorganisation sowie Partikelbildung und -wachstum, die Top-down Methode hingegen Dispersion, Druck, Lithographie und Modellbildung. Die Methoden der Poylmersynthese helfen, komplexe Materialien zu erzeugen, die entweder komplett organisch sind, wie etwa Blockcopolymere, oder organisch-anorganische Hybride.

Amphiphile Blockcopolymere weisen synthetische Analogien zu Lipidmolekülen auf, die in der Natur für die Bildung von Membranen, Vesikeln und komplexeren räumlichen Anordnungen verantwortlich sind. Vesikelmembranen können eine lineare Größe zwischen 30 Nanometern und 100 Mikrometern aufweisen. Als Konsequenz daraus variiert der Bereich von intramembranen Domänen über neun Größenordnungen zwischen kleinen Clustern von Lipidmolekülen und tausendstel Quadratmikrometern Membransegmenten.

Die Anordnung von supramolekularen Strukturen wird von schwachen Wechselwirkungen (van der Waals Kräfte) oder entropisch induzierten Interaktionen (z.B. hydrophober Effekt) gesteuert. Die starke Abhängigkeit dieser Kräfte von Umgebungsparametern führt hin zu reaktiven und selbstheilenden Systemen.

Membranen und andere Grenzflächen können durch speziell hinzugefügte Moleküle und Partikel funktionalisiert werden. Am MPIKG wurde eine überaus effektive Methode für die Bildung von eher komplexen Grenzflächenstrukturen entwickelt, die auf der nacheinander folgenden Ablagerung von negativ und positiv geladenen Polyelektrolyten basiert.



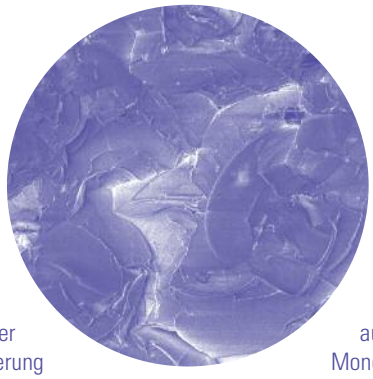
Darüber hinaus wird am Institut ein großes Spektrum an experimentellen Methoden genutzt, um Struktur und Dynamik von Kolloiden und Grenzflächen zu charakterisieren. Zudem werden verschiedene Methoden der chemischen Analyse verwendet. Eine entscheidende Herausforderung bildet die simultane Bestimmung von Mikro- und Nanometer großen Strukturen in hierarchischen Materialien. Spezielle, kombinierte Zugänge, die auf Scanning Probe Methoden basieren und Elektronen, Photonen und mechanische Spitzen benutzen, wurden ebenfalls am MPIKG entwickelt. Detaillierte Informationen werden in den einzelnen Berichten der experimentellen Gruppen gegeben.

Biomimetische Systeme

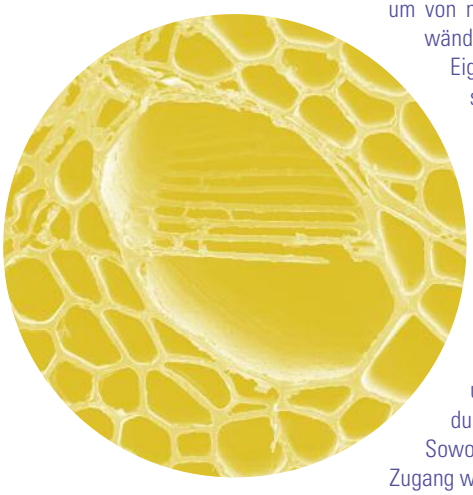
Biomimetische Forschung erstreckt sich von den lebenden Systemen zu den Materialien und umgekehrt (siehe **Abb. 1**). Die Analyse der Struktur- Funktionsbeziehungen in den Zellen und der extrazellulären Matrix, vom physikalisch-chemischen Standpunkt, ergibt notwendige Informationen für den Aufbau von biomimetischen Systemen. Künstliche biomimetische Systeme werden genutzt, um etwa technische Probleme mit Hilfe von Strategien für neue Materialien oder technische Geräte zu beheben. Aber sie können auch als Modellsysteme das Verständnis für die natürlichen Vorbilder verbessern, da diese meist zu komplex sind, um mit physikalischen Experimenten oder theoretischen Methoden untersucht zu werden. Dies führt zu einem direkten Einfluss auf die Biomedizin, neue Wirkstoffträger und Behandlungsstrategien, und besseren Methoden für neue biomimetische Systeme.

Derzeit gibt es verschiedene Strategien, um biomimetische Systeme zu bilden. Erstens imitiert man die Bauprinzipien der Natur, vereinfacht jedoch ihre chemische Zusammensetzung. Beispiele sind Homopolymere, die nur aus einem Typ von Monomer aufgebaut sind oder Doppelschicht-Membranen, die aus nur einer Lipidsorte bestehen. Zweitens begrenzt man sich auf bestimmte biologische Subsysteme, die nur eine kleine Anzahl von Komponenten enthalten. Und drittens bildet man hybride Systeme, die eine Kombination von natürlichen und synthetischen Bestandteilen enthalten.

Biologische Systeme bestehen aus einer Hierarchie von Komponenten und Gerüsten. Auf der kolloidalen Ebene treffen verschiedene Komponenten aufeinander, die durch geschlossene Membranen und unterschiedliche Gerüste gebildet und durch vernetzte Fasern aufgebaut werden. Hauptfunktion der Membrankomponenten ist es, den Raum in einzelne Bereiche zu teilen und den selektiven Transport

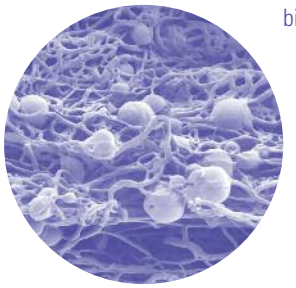


zwischen den Komponenten zu ermöglichen. Die primäre Aufgabe der Faserngerüste ist die Umstrukturierung der Komponenten und die Neuorganisation der räumlichen Anordnung.



Die Forschung am MPIKG beinhaltet auch das Studium von natürlichen Materialien wie Pflanzenzellwände, Bindegewebe, Knochen sowie deren Eigenschaften und Fähigkeit zu heilen und sich an wechselnde Umgebungsbedingungen anzupassen. Die Arbeit an biomimetischen Systemen schließt den Aufbau und das Studium verschiedener Komponenten mit ein: Tröpfchen in Mikro- und Miniemulsionen, Vesikeln aus Lipiden oder polymeren Doppelschichten aus Polyelektrolyt-Multilagen bestehenden Kapseln. In diesen Verbindungen kann man physikalische und chemische Prozesse der Strukturbildung und Selbstorganisation durchführen. Sowohl der Top-down- als auch der Bottom-up-Zugang werden bei der theoretischen Beschreibung von biologischen und biomimetischen Systemen eingesetzt. Ersterer basiert auf der Thermodynamik von Grenzflächen und Membranen. Letzterer beginnt bei grob strukturierten Monomer-Modellen und deren Interaktionen, die mit einer Vielzahl von theoretischen Methoden aus der statistischen Physik untersucht werden.

Ein langfristiges Ziel ist es multifunktionale Biomaterialien herzustellen, die auf der Tatsache basieren, dass biomimetische Systeme, z.B. synthetische Polymere, mit biologischen Systemen interagieren können, z.B. Bindung an einen Zellrezeptor. Für die räumliche Anordnung von Zellen in Gewebe werden dabei synthetische Gerüste benutzt. Nützlich wäre es, diese verschiedenen Ebenen in neue multifunktionale Biomaterialien zu integrieren, die hierarchisch aufgebaut sind und mit denen man die verschiedenen strukturellen Ebenen biologischer Systeme separat oder simultan adressieren kann.



Ein weiteres sich abzeichnendes Thema sind aktive biomimetische Systeme: Die Vielseitigkeit von biologischen Systemen ist eng mit der Tatsache verbunden, dass sie aktiv sind, sich neu organisieren können und so die räumliche Struktur auf der Nano- und Mikrometerskala ausbilden. Diese Fähigkeit basiert auf aktiven Nanostrukturen wie z.B. Filament-Monomeren und molekularen Motoren, die exergone chemische Reaktionen katalysieren. Es ist möglich, diese Prozesse mit Hilfe von biomimetischen Modellsystemen nachzubilden und systematisch zu studieren.

Die Aktivitäten zu biomimetischen Systeme und die Ausbildung von jungen Forschern auf diesem Gebiet werden durch die vom Institut ins Leben gerufene Internationale „Max Planck Research School on Biomimetic Systems“, die vom Marie-Curie Early Stage Training Netzwerk komplettiert wird, entscheidend gestärkt und unterstützt.

Mit der Gründung der Abteilung „Biomolekulare Systeme“ im Jahr 2009 hat das Institut einen weiteren Schwerpunkt im Bereich der Forschung an der Grenze von Chemie und Biologie gesetzt. Wiederum steht die Synthese von komplexen Molekülen, Kohlenhydraten und Glykokonjugaten im Fokus. Synthetisch erzeugte Zucker dienen dazu, Prozesse an Zelloberflächen zu studieren, die diese Biopolymere enthalten. Die Impfstoffentwicklung, diagnostische Verfahren und grundlegende Immunologie werden durch die automatische Synthese von Zuckern ermöglicht. Das Anbringen von synthetischen Zuckern an Polymeren, verschiedenen Oberflächen und Nanopartikeln ermöglicht es, neue Materialien herzustellen, die Anwendung in der Polymerchemie und der Biomedizin finden.

Das Institut konnte in den letzten Jahren grundlegende Fragen angehen, die sich jetzt als lebensnahe Anwendungen in so verschiedenen Gebieten wie der Energie, Materialforschung und Biomedizin wiederfinden. Die methodologisch einwandfreie Basis ist das Fundament für starke, fachübergreifende Interaktionen am MPIKG, die Einsichten in Gebiete erlauben wie sonst nirgendwo. Viele interessante Durchbrüche erwarten uns in den kommenden Jahren.

Markus Antonietti,
Peter Fratzl,
Reinhard Lipowsky,
Helmuth Möhwald,
Peter Seeberger

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

Colloid and interface science focuses on the size range between "nano" and "micro" –„the world of hidden dimensions" – and bridges the gap between molecules and biomimetic materials or biological tissues. Two scientific aspects are key in this realm (**Fig. 1**). Structural and dynamical hierarchies need to be understood to connect the nanoregime with much larger scales. Secondly, basic mechanisms and general principles have to be elucidated to provide an unified conceptual framework for both biomimetic and biological systems.

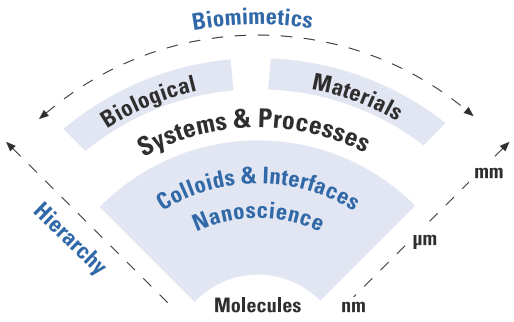


Fig. 1: Research at the MPI-CI focuses on structures and processes in the size range between nano and micro, the traditional domain of colloid and interface science. Therefore, questions involving molecules to biomimetic materials and biological tissues.

The functional versatility of biological systems depends primarily on the structure and dynamics of colloids and interfaces in the nanoregime. Relatively few amino acids, nucleotides and monosaccharides form a multitude of biological polymers with sizes in the nanometer range. These biopolymers further assemble into filaments, membranes, and various biocolloids that may contain mineral elements. Cells in turn are incorporate these higher order assemblies and are the basis of any living organism. The step from biopolymers (few nanometers) to living cells (many micrometers) is crucial for constructing the complex architecture of organisms. Analogously, the function of biomimetic materials and their mechanical, optical or magnetic properties depend largely on the structures built in the nano- to micrometer size range.

Colloids and Interfaces

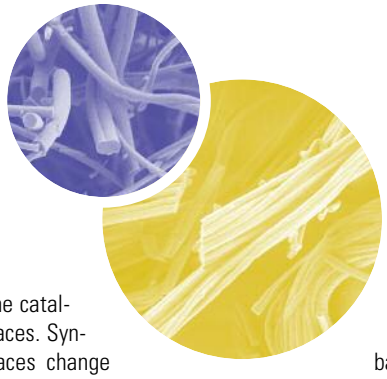
Current research at the MPI-CI focuses on complex, natural and artificial multicomponent systems, employing techniques from physics, chemistry, materials science and the biosciences. We study structure/function relationships in hierarchical biological materials; We construct experimental model systems and characerize them; Finally, we construct and analyze theoretical models.

This interplay between experiment and theory helps to gain a better understanding of colloidal and interfacial systems. These insights help to improve system design, to optimize performance, and to increase reliability. Consequently, basic research at the MPI-CI has direct impact on the development of cutting edge technologies for the applications of tomorrow. A better understanding of biological systems is an important first step towards impacting on the biomedical sciences. In this sense, colloidal drug-delivery systems have been developed, understanding the changes in bone material arising from disease help medical treatment and synthetic carbohydrates are being developed as vaccines and diagnostis.

The institute has gained world-class expertise in the analysis, synthesis and theoretical modeling of hard and soft matter. The synthetic expertise is particularly broad: Crystalline, oxidic nanoparticles and new types of carbon are prepared via hydrothermal and high temperature carbonization pathways. The particles are the basis for novel sensors and functional coatings or can be directly applied in chromatography, catalysis, or fillers in hybrid materials. New polymerization methods for polymer nanoparticles and heterophase polymerization with greatly reduced environmental impact are utilized for nanoscale encapsulation, hybridization and interface driven synthesis.

In addition to soft and hard structures, the controlled generation of nanoscopic pore channel systems into bulk materials and films holds many promises for fundamental science and applications Rational, templated design of architecture and pore size in crystalline materials enables us to make better electrodes, sensing layers, photovoltaic and electrochromic devices.

Many interactions and properties of colloidal systems are determined by their high specific surface. Therefore, processes that occur at the surface are of particular interest including dynamics of exchange of matter between interface and bulk,, the structure of water and hydration shells



near surfaces, recognition and enzyme catalysis as well as crystallization at surfaces. Synthetically manipulated particle surfaces change their interfacial activity, biofunctionalization and can serve as building blocks for supramolecular assemblies as well as micro- and nanocontainers. Supramolecular chemistry aids in the preparation of functional films, responsive capsules and self-repairing coatings.

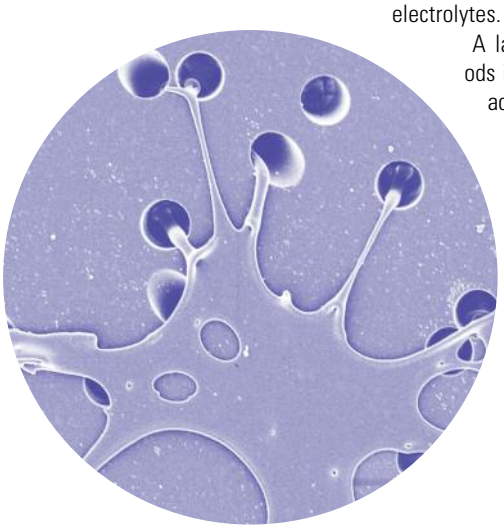
Hierarchical Structures

Two fundamentally different routes to construct colloidal structures and bridge the gap between molecules and materials or tissues are currently pursued at the MPI-CI. Bottom-up approaches rely on polymerization, self-assembly, particle nucleation and growth. Top-down approaches include dispersing, printing, lithography, and prototyping. Polymer synthesis methods help to create complex materials that are either fully organic, such as block copolymers or organic-inorganic hybrids.

Amphiphilic block co-polymers provide synthetic analogues of lipid molecules that form bilayer membranes, vesicles and more complex spatial compartments in Nature. Vesicle membranes can have a linear size between 30 nanometers and 100 micrometers. As a consequence, the area of intramembrane domains can vary over nine orders of magnitude between small clusters of a few lipid molecules and membrane segments of thousands of square micrometers.

The assembly of supramolecular structures is governed by weak interactions such as van der Waals forces or entropically induced interactions such as the hydrophobic effect. The dependence of these forces on environmental parameters leads to responsive and self-healing systems.

Membranes and other interfaces can be functionalized by decorating them with additional molecules and particles. A powerful method to create rather complex interfacial structures has been developed at the MPI-CI, based on the subsequent deposition of negatively and positively charged polyelectrolytes.



A large spectrum of experimental methods is used at the MPI-CI in order to characterize the structure and dynamics of colloids and interfaces. In addition, various methods of chemical analysis are applied. A particular challenge represents the simultaneous determination of structures in the micro- and nano-range in a hierarchical material. Special combination approaches based on scanning probe methods utilizing electrons, photons and mechanical tips are being developed in the MPI-CI. More details on the various methods are provided in the reports of the experimental groups.

Biomimetic Systems

Biomimetic research can address both directions of the arrow in **Fig. 1:** From the biological systems to the synthetic materials and vice versa. First, the analysis of structure-function relations in cells and extracellular matrix (from a physicochemical viewpoint) gives the necessary input for building biomimetic systems. Artificial biomimetic systems can then be used to address engineering problems in providing strategies for creating new materials or technical devices. But they can also serve as model systems to improve the understanding of the natural analog, which is usually much too complex to be studied in full detail by physical experiments and, even more, by theoretical modeling. This can have a direct impact in the biomedical field (leading to new drug carriers or treatment strategies, for example) but also lead to improved input for new biomimetic systems.

There are several different strategies by which one can construct biomimetic systems. First, one may imitate the basic construction principle of the biological systems but simplify their chemical composition. This strategy leads to homo-polymers, which consist only of a single type of monomer, or to one-component bilayers, which contain only a single type of lipid. Secondly, one may focus on certain biological subsystems, which contain only a relatively small number of components. Thirdly, one may construct hybrid systems ,which contain a combination of natural and synthetic components.

Biological systems contain a hierarchy of compartments and scaffolds. On the colloidal level of this hierarchy, one encounters various compartments, formed by closed membranes, and different scaffolds, built up from cross-linked filaments. The main function of membrane compartments is to divide space into separate regions and to enable selective transport between compartments. The main function of filament scaffolds is to reshuffle these compartments and to reorganize their spatial arrangement.

Research at the MPI-CI involves the study of natural materials, such as plant cell walls, connective tissue and bone, their properties and their capability to heal and adapt

to changing environmental conditions. Work on biomimetic systems includes the construction and study of different types of compartments: droplets in micro- and miniemulsions, vesicles formed from lipid or polymeric bilayers, and capsules existing of polyelectrolyte multilayers. In all of these compartments, one can perform physical and chemical processes of structure formation and self-organization. Both the top-down and the bottom-up approaches are used for the theoretical description of biological and biomimetic systems. The top-down approach is based on the thermodynamics of interfaces and membranes, the bottom-up method starts from coarse-grained models for the molecular building blocks and their interactions.

A long-term goal is the creation of multifunctional biomaterials that are based on the fact that biomimetic systems such as synthetic polymers can interact with biological system itself – they can bind to cells. Synthetic scaffolds can help to spatially arrange cells into tissues. Integrating different levels of control into new multifunctional biomaterials that are organized in a hierarchical manner would help us to address the different structural levels of the biological systems.

Active Biomimetic Systems are another emerging topic: Biological systems are versatile since they can actively adjust their spatial structure on the nano- and microscale. Active nanostructures such as filament monomers and molecular motors that can catalyze exergonic chemical reactions are the basis fort hese events. It is now possible to imitate these processes in biomimetic model systems and to study them in a systematic manner.

The International Max-Planck Research School on Biomimetic Systems supports the research on biomimetic systems by improving the training of young researchers in this emerging field. A Marie-Curie Early Stage Training Network, complements the educational activities in this area.

With the arrival of the new department "Biomolecular Systems" in 2009 the Institute added strength at the chemistry-biology interface. Again, the synthesis of complex molecules, carbohydrates and glycoconjugates in this case, is at the center of the activities. Synthetic sugars serve to study processes on the surface of cells that involve these biopolmyers. Vaccine development, diagnostic approaches and fundamental immunology all are enabled by the automated synthesis of sugars. The placement of synthetic sugars on polymers and many different surfaces and nanoparticles provides opportunities for new materials that can be applied to problems associated with biomedical sciences and polmer chemistry.

The institute has been able to address fundamental questions in the past few years that are now beginning to translate into real-life applications in areas as diverse as energy, materials and biomedical research. The sound methodological foundation provides the basis for strong cross-disciplinary interactions that provide insights in areas that cannot be tackled elsewhere. Many interesting breakthroughs await us in the coming years.

Markus Antonietti,
Peter Fratzl,
Reinhard Lipowsky,
Helmuth Möhwald,
Peter Seeberger

Wissenschaftliche Beziehungen

Kooperationen mit Universitäten:
Zwischen dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) und der Universität Potsdam besteht seit Institutsgründung eine intensive und gute Zusammenarbeit. Prof. Antonietti, Prof. Fratzl, Prof. Lipowsky und Prof. Möhwald sind Honorarprofessoren an der Universität Potsdam. Dies spiegelt sich in einer intensiven Lehrtätigkeit sowohl in Bereichen des Grundstudiums als auch in den Wahlpflichtfächern wider. Prof. Fratzl und Prof. Lipowsky sind 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 International Max Planck Research School über „Biomimetische Systeme“ ist ein Graduierten-Kolleg, das zunächst gemeinsam mit der Universtät Potsdam eingerichtet wurde und an der sich seit 2006 auch die Humbodt-Universität und die beiden Fraunhofer-Institute in Golm beteiligen. Der Sprecher der Schule ist Prof. Lipowsky, der die Schule 1999 beantragt hatte.

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). Im April 2009 wurde Matias Bargheer zum W3-Professor an der Universität Potsdam (UP) ernannt. Die Kooperation mit dem MPIKG bleibt bestehen.

Das Institut war von 1998 bis 2009 über den Sonderforschungsbereich (SFB) 448 „Mesoskopische Verbundsysteme“ mit der Universität Potsdam und allen drei Berliner Universitäten verknüpft. Es ist beteiligt am Elitenetzwerk „Unifying Concepts in Catalysis“, das von der TU Berlin geleitet wird. 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.

Internationale und nationale Kooperationen:
Im Rahmen von europäischen Förderprogrammen, insbesondere dem 6. und 7. Rahmenprogramm der EU, partizipieren Arbeitsgruppen des Instituts an Networks of Excellence-(NoE), Marie Curie- und Specific Target Research Projects (STREP)-Maßnahmen. Insgesamt laufen zurzeit fünf EU-Projekte innerhalb des 6. und sieben EU-Projekte innerhalb des 7. Rahmenprogramms, davon zwei ERC Advanced Grants.

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, den National Institutes of Health (NIH), des Schweizer Nationalfonds, der Schweizerischen Eidgenossenschaft sowie der VW-Stiftung mit Frankreich, der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten (GUS), Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Israel, Niederlande, Norwegen, Portugal, Polen, Schweiz, Schweden, Spanien, Ukraine und den USA. Darüber hinaus wird in enger Zusammenarbeit mit dem Ludwig-Boltzmann Institut für Osteologie in Wien (Österreich) an klinisch orientierter Knochenforschung gearbeitet.

Die Abteilung Grenzflächen unterhält zusammen mit der Chinesischen Akademie der Wissenschaften ein Internationales Labor in Peking und ein gemeinsames Labor mit dem National Institute for Materials Science (NIMS) in Tsukuba (Japan). Darüber hinaus betreibt sie seit 2008 ein „Laboratoire Européen Associé über „Sonochemie“ mit dem CEA-Institut für Separationschemie in Marcoule.

Die Abteilung Kolloidchemie hat 2001 zusammen mit dem Hefei National Laboratory for Physical Sciences at Microscale (CAS) eine Internationale Partnergruppe in Hefei eingerichtet.

Im Weiteren liefen in 2004 die aus dem strategischen Innovationsfonds der MPG geförderten Projekte „Plant Cell Wall“ und „ENERCHEM (Nanochemische Konzepte einer nachhaltigen Energieversorgung)“ sehr erfolgreich an. ENERCHEM ist ein Forschungsverbund von fünf Max-Planck-Instituten zur Entwicklung nanochemischer Lösungen für eine nachhaltige Energieversorgung. Das gemeinsam von den Max-Planck-Instituten für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Festkörperforschung, Polymerforschung, Kohlenforschung und dem Fritz-Haber-Institut gegründete Projekt wurde in der ersten Phase bis 2009 von Prof. Antonietti geleitet. Die Forschungsinitiative wird von der MPG mit insgesamt rund 4 Mio. Euro aus dem Strategischen Innovationsfonds gefördert.

Darüber hinaus kooperierte das Institut mit den Fraunhofer-Instituten für Angewandte Polymerforschung und Biomedizinische Technologie und der Universität Potsdam bis 2010 in dem Projekt "Bioaktive Grenzflächen". Der MPG-Anteil (Strategiefonds) am Gesamtvolumen von 3.5 Mio. Euro betrug 0.9 Mio. Euro. Außerdem beteiligt es sich an dem vom BMBF geförderten Netzwerk GoFORSYS über Systembiologie sowie an dem von der DFG geförderten internationalen Graduiertenkolleg über „Self-assembled Soft Matter Nanostructures“.

Industriekooperationen, Verwertungsverträge, Ausgründungen

Industriekooperationen bestehen unter anderem mit BASF-Coatings, Merck, Servier, der Beiersdorf AG und AstraZeneca UK. Das Institut hält gegenwärtig 43 Patente. Im Zeitraum von 1993-2000 erfolgten insgesamt sieben Ausgründungen: Capsulution Nanoscience AG, Colloid GmbH, Nanocraft GmbH, Optrel, Riegler & Kirstein, Sinterface und Oxidion GmbH.

Perspektiven

In den letzten Jahren hat sich die Forschung an biomimetischen Systemen zunehmend als eine gemeinsame Klammer zwischen den Abteilungen entwickelt. Unterstützt wird die Verbreiterung des Themas durch die IMPRS „Biomimetic Systems" sowie durch die Mitwirkung in entsprechenden EU-Netzen. Mit Einrichtung der Abteilung „Biomolekulare Systeme" hat das Institut sein Spektrum erweitert und den Fokus auf Biowissenschaften verstärkt.

Editorial Boards und Fachbeiräte

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. Seeberger)
- Applied Rheology (M. Antonietti)
- Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry (P. Seeberger)
- Advances in Colloid and Interface Science (R. Miller, Herausgeber)
- Advanced Engineering Materials (P. Fratzl)
- Beilstein Journal of Organic Chemistry (P. Seeberger)
- Bioinspiration & Biomimetics (P. Fratzl)
- Biomacromolecules (H. Möhwald)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters (P. Seeberger)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry (P. Seeberger)
- Biophysical Review Letters (P. Fratzl, R. Lipowsky (Herausgeber), H. Möhwald)
- Biophysical Journal (R. Lipowsky)
- Calcified Tissue International (P. Fratzl)
- Chemistry of Materials (M. Antonietti, H. Möhwald)
- Colloids and Surfaces (J. Li, Herausgeber)
- Colloid & Polymer Science (M. Antonietti)
- Current Opinion in Colloid & Interface Science (H. Möhwald)
- Current Chemical Biology (P. Seeberger)
- Current Organic Synthesis (P. Seeberger)
- Current Opinion in Chemical Biology (P. Seeberger)
- HFSP Journal (P. Seeberger)
- Journal of Biotechnology (P. Seeberger)
- Journal of Carbohydrate Chemistry (P. 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. Seeberger)
- Macromolecular Chemistry and Physics (H. Möhwald)
- Macromolecular Journals of VCh (M. Antonietti)
- Macromol. Rapid Commun. (H. Möhwald)
- Materials Transactions (P. Fratzl)
- Nach. Chem. Lab. Tech. (M. Antonietti)
- Nano-Letters (H. Möhwald)
- 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)
- QSAR & Combinatorial Science (P. Seeberger)
- Review in Molecular Biotechnology (M. Antonietti)
- Soft Matter (H. Möhwald)
- The Open Cell and Developmental Biology Journal (P. Seeberger)
- The Open Medicinal Chemistry Journal (P. Seeberger)

Fachbeirat:

- Adolphe Merkle Institute (AMI) Fribourg (H. Möhwald)
- Alberta Ingenuity Centre for Carbohydrate Science (P. Seeberger)
- Austrian Nano Initiative (H. Möhwald, Beirat und Jury)
- Bayreuther Zentrum für Kolloid- und Grenzflächenforschung (H. Möhwald)
- Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies BSRT (P. Fratzl, Lenkungsausschuss)
- Biofibres Materials Centre, Stockholm (H. Möhwald)
- DECHEMA Arbeitsgruppe über „Chemische Nanotechnologie" (H. Möhwald)
- Department of Materials, ETH Zürich (P. Fratzl, Gutachterkommission, Vorsitz)
- EFMEC Prous Technology Award (P. Seeberger, Auswahlgremium)
- Elitenetzwerk Bayern (R. Lipowsky)
- EuroCarb DB Consortium (P. Seeberger)
- Fondation ICFRC, International Center for Frontier Research in Chemistry, Strasbourg (H. Möhwald)
- Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (H. Möhwald)
- FWF Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (P. Fratzl, Aufsichtsrat)
- German Colloid Society (H. Möhwald)
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (P. Fratzl, Aufsichtsrat)
- Institute of Biophysics and Nanosystems Research of the Austrian Academy of Science (ÖAW), Graz (H. Möhwald, Vorsitzender)
- Institute of Science and Technology Austria (P. Fratzl, Fachbeirat)
- Klung-Wilhelmy-Weberbank Award (P. Seeberger, Auswahlgremium)
- Material Science in Gothenborg (H. Möhwald)
- Minerva Foundation, Centers Committee (P. Fratzl, Vorsitz)
- Minerva-Weizmann Committee (P. Seeberger)
- PETRA III microfocus beamline (P Fratzl)
- Photon Science Committee DESY (P. Fratzl, Chair bis 2009)
- Radeboud University Nijmwegen (P. Seeberger)
- Tesfa-Ilg Foundation (P. Seeberger, Gründungsmitglied)
- University College London, Dept. of Chemistry (P. Seeberger)
- WYSS Institute for Bioinspired Engeneering at Harvard University (P. Fratzl, Fachbeirat)

Scientific Relations

National Cooperations:
Co-operations with Universities

The Max Planck Institute of Colloids and Interfaces (MPIKG) and the University Potsdam maintain since its foundation intense and well-connected research co-operations. Prof. Antonietti, Prof. Fratzl, Prof. Lipowsky and Prof. Möhwald 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.

The "International Max Planck Research School on Biomimetic Systems" (IMPRS) is a graduate program, which was initiated together with the University of Potsdam and now involves the Humboldt University and the two Fraunhofer Institutes in Golm as well. The chairman of the school is Prof. Lipowsky who proposed the school in 1999.

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). In April 2009 Matias Bargheer was appointed as W3 professor at the University Potsdam (UP). The cooperation with the institute will go on.

Besides this the institute was connected with the University Potsdam and with all three Berlin universities through the German Research Foundation (DFG) priority program "Mesoscopic Composites" from 1998 to 2009. It is also involved in the Cluster of Excellence "Unifying Concepts in Catalysis", which is co-ordinated by the Technical University Berlin. 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.

Furthermore 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 beamlines at the neutron- and synchrotron radiation sources in Berlin and the German electron synchrotron (DESY) in Hamburg

International and National Co-operations:

Several research groups take part in Networks of Excellence (NoE), Marie Curie and Specific Target Research Projects (STREP) within the framework of European programs, especially the 6th and 7th framework program of the EU. In total there are five EU projects within the 6th, and seven within the 7th framework program, including two ERC Advanced Grants.

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), France, Greece, Ireland, Italy, Israel, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Switzerland, Sweden, Ukraine, 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).

In addition the Department of Colloid Chemistry together with the Hefei National Laboratory for Physical Sciences at Microscale (CAS) started an International Partner Group in Hefei in 2001. Moreover the Department of Interfaces has established together with the Chinese Academy of Sciences an International Joint Laboratory in Beijing and a Joint Laboratory with the National Institute for Materials Science in Tsukuba (Japan). Furthermore there exists a Laboratoire Européen Associé about „Sonochemistry". It is run since 2008 together with the CEA Institute of Separation Chemistry in Marcoule.

Also the projects "Plant Cell Wall" and "EnerChem", funded by the strategic innovation funds of the Max Planck Society have been successfully started in 2004. EnerChem is a research association of five Max Planck Institutes which was coordinated by Prof. Antonietti in the first phase till 2009. The research initiative is funded with 4. Mill. EUR.

Furthermore a co-operation project between the institute and the Fraunhofer Institutes of Applied Polymer Research and Biomedical Technology and the University Potsdam called "Bioactive Interfaces" lasted till 2010. The research project was funded with altogether 3.5 Mill EUR. The part of the strategic innovation funds of the Max Planck Society amounted to 0.9 Mill EUR. The institute also takes part in the systems biology network GoFORSYS, which is funded by the BMBF and the international graduate program "Self-assembled Soft Matter Nanostructures", which is funded by the DFG.

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

Among many industry contacts co-operations with well-defined targets have been with BASF Coatings, Merck, Servier, der Beiersdorf AG und AstraZeneca UK. At present the MPIKG upholds 43 patents. In the period from 1993-2006 seven spin-offs have been launched: Capsulution Nanoscience AG, Colloid GmbH, Nanocraft GmbH, OptreI, Riegler & Kirstein, Sinterface and Oxidion GmbH.

Perspectives
In the last few years research on biomimetic systems has increasingly developed as a common scientific subject matter of the four departments. This is supported by the IMPRS "on Biomimetic Systems" and the participation in the corresponding EU-networks. With the establishment of the "Biomolecular Systems" department the scientific spectrum has been enlarged and the focus on biological sciences has been strongly intensified.

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. Seeberger)
- Applied Rheology (M. Antonietti)
- Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry (P. Seeberger)
- Advances in Colloid and Interface Science (R. Miller, Editor)
- Advanced Engineering Materials (P. Fratzl)
- Beilstein Journal of Organic Chemistry (P. Seeberger)
- Bioinspiration & Biomimetics (P. Fratzl)
- Biomacromolecules (H. Möhwald)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters (P. Seeberger)
- Bioorganic & Medicinal Chemistry (P. Seeberger)
- Biophysical Review Letters (P. Fratzl, R. Lipowsky (Editor), H. Möhwald)
- Biophysical Journal (R. Lipowsky)
- Calcified Tissue International (P. Fratzl)
- Chemistry of Materials (M. Antonietti, H. Möhwald)
- Colloids and Surfaces (J. Li, Editor)
- Colloid & Polymer Science (M. Antonietti)
- Current Opinion in Colloid & Interface Science (H. Möhwald)
- Current Chemical Biology (P. Seeberger)
- Current Organic Synthesis (P. Seeberger)
- Current Opinion in Chemical Biology (P. Seeberger)
- HFSP Journal (P. Seeberger)
- Journal of Biotechnology (P. Seeberger)
- Journal of Carbohydrate Chemistry (P. 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. Seeberger)
- Macromolecular Chemistry and Physics (H. Möhwald)
- Macromolecular Journals of Wiley-VCH (M. Antonietti)
- Macromol. Rapid Commun. (H. Möhwald)
- Materials Transactions (P. Fratzl)
- Nach. Chem. Lab. Tech. (M. Antonietti)
- Nano-Letters (H. Möhwald)
- 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)
- QSAR & Combinatorial Science (P. Seeberger)
- Review in Molecular Biotechnology (M. Antonietti)
- Soft Matter (H. Möhwald)
- The Open Cell and Developmental Biology Journal (P. Seeberger)
- The Open Medicinal Chemistry Journal (P. Seeberger)

Advisory Boards:
- Adolphe Merkle Institute (AMI) Fribourg (H. Möhwald)
- Alberta Ingenuity Centre for Carbohydrate Science (P. Seeberger)
- 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, steering commitee)
- Biofibres Materials Centre, Stockholm (H. Möhwald)
- DECHEMA Research Group on "Chemical Nanotechnology" (H. Möhwald)
- Department of Materials, ETH Zürich (P. Fratzl, Review Committee, Chair)
- EFMEC Prous Technology Award (P. Seeberger, Selection Committee)
- Elitenetzwerk Bayern (R. Lipowsky)
- EuroCarb DB Consortium (P. Seeberger)
- 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, President)
- The Helmholtz Centre Berlin for Materials and Energy (Peter Fratzl, Board of Directors)
- FWF Austrian Science Fund (Peter Fratzl, Board of Directors)
- 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)
- Klung-Wilhelmy-Weberbank Award (P. Seeberger, Selection Committee)
- Material Science in Gothenborg (H. Möhwald)
- Minerva-Weizmann Committee (P. Seeberger)
- Minerva Foundation, Centers Committee (P. Fratzl, Chair)
- PETRA III Microfocus Beamline (P. Fratzl)
- Photon Science Committee DESY (P. Fratzl, Chair until 2009)
- Radeboud University Nijmwegen (P. Seeberger)
- Tesfa-Ilg Foundation (P. Seeberger, Founding Member)
- University College London, Dept. of Chemistry (P. Seeberger)
- WYSS Institute for Bioinspired Engeneering at Harvard University (P. Fratzl, Scientific Advisory Board)

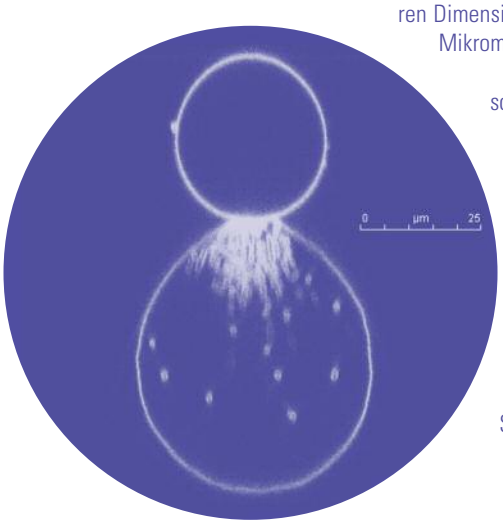
Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über Biommetische Systeme

Das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung (MPIKG) koordiniert gemeinsam mit der Universität Potsdam seit 2000 die „Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über Biomimetische Systeme". Die Schule wurde von 2004 bis 2008 um ein *European Early Stage Training (EST)* Netzwerk erweitert, das aus sechs europäischen Gruppen in Kopenhagen, Düsseldorf, Edinburgh, Leoben, Mailand und Toulouse bestand.

Zusammen mit seinen Partnern bietet das Institut ausländischen und deutschen Studenten der Physik, Chemie, Biologie und Materialwissenschaften ein interdisziplinäres Lehr- und Forschungsprogramm über „Biomimetische Systeme" an. Hauptziel des Graduiertenprogramms ist es, grundlegende Kenntnisse über biologische und biomimetische Systeme zu vermitteln und damit eine fachübergreifende Ausbildung anzubieten. Die auf Englisch gehaltenen Kurse, Seminare und Workshops werden von international renommierten Dozenten des jeweiligen Forschungsgebietes gehalten.

Was sind biomimetische Systeme?

Biomimetische Systeme sind Modellsysteme, mit denen man bestimmte biologische Zusammenhänge nachahmen kann. Diese sind sehr komplex und weisen innerhalb unterschiedlicher Längenskalen viele Ebenen der Selbstorganisation auf. Das Graduiertenprogramm am MPIKG erforscht biomimetische Systeme im Bereich supramolekularer und kolloidaler Größenordnungen. Diese Systeme werden hauptsächlich durch die innere Architektur von Zellen inspiriert, enthalten viele Makromoleküle und weiche Nanostrukturen mit linearen Dimensionen zwischen einigen Nano- und vielen Mikrometern.



Die aktuelle Forschung über biomimetische Systeme am MPIKG beinhaltet folgende Themenbereiche: Wasserstruktur; Polyelektrolyte und andere wasserlösliche Polymere; flexible Membranen mit mehreren Lipidkomponenten; Diblock-Copolymerschichten und Polyelektrolyt-Multischichten; Membranfusion, aktiver Transport von molekularen Motoren; Regulation von zellulären Prozessen; Biomineralisation und Knochen; Netzwerkdynamik und Evolution; Systembiologische Projekte.

Lehrprogramme über Biomimetische Systeme

Das Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung hat die große Bedeutung biomimetischer Systeme schon früh erkannt. Die Auseinandersetzung mit dieser Thematik erfolgte lange bevor diese als Trendbegriff in die Medien und die wissenschaftliche Gemeinschaft eingegangen ist. Die typische, traditionell ausgerichtete Ausbildung der meisten Studenten reicht allerdings nicht für ein befriedigendes Grundwissen in der Biomimetik aus. Es gibt daher einen starken Bedarf an multidisziplinär geschulten Studenten, um diesen wachsenden Bereich ausreichend entwickeln und ausbauen zu können.

Der Antrag für die Internationale Max Planck Research School (IMPRS) über „Biomimetische Systeme" wurde 1999 von einem von uns (R.L.) eingereicht und von der Leitung der Max-Planck-Gesellschaft zunächst für einen Zeitraum von sechs Jahren bewilligt. Die Schule eröffnete daraufhin das erste Semester im Jahr 2000. Nach erfolgreicher Evaluierung im Jahr 2004 erhält die Schule eine weitere Förderung von sechs Jahren bis Ende 2012.

Partner der Schule

Von 2000 bis 2003 bestand die IMPRS aus sieben Partnergruppen: den drei Abteilungen des MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung und vier Gruppen der Universität Potsdam. Die Abteilung für „Biomaterialien" des MPIKG nahm 2003 ihre Arbeit auf und beteiligt sich seitdem ebenfalls an der Schule. Die Struktur der IMPRS bestand in dieser Weise bis zur Mitte des Jahres 2006.

Mit dem zweiten Bewilligungszeitraum (ab Mitte 2006) kamen weitere Gruppen hinzu: zwei Gruppen der Universität Potsdam, drei Gruppen der Humboldt-Universität zu Berlin, zwei Gruppen des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik (IBMT) und eine Gruppe des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung (IAP).

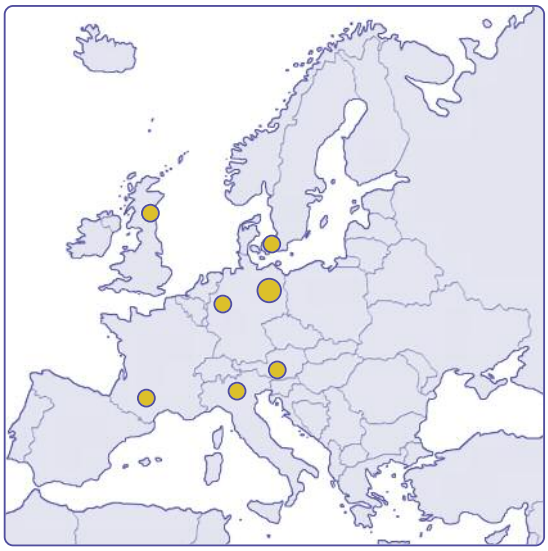
Das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik ist im Sommer 2006 in den Wissenschaftspark Potsdam-Golm gezogen. Die Gruppen der Humboldt- Universität zu Berlin befinden sich in Berlin-Adlershof.

Anfang 2009 wurde die neue Abteilung für „Biomolekulare Systeme" des MPIKG eingerichtet, die zur Zeit noch provisorisch an der Freien Universität Berlin untergebracht ist.

Lehrplan

Die Schule organisiert mehrere Lehrveranstaltungen pro Semester. Zum Einen gibt es allgemeine Kurse, um ein gemeinsames wissenschaftliches Basiswissen zu etablieren. Diese Kurse vermitteln die fundamentalen Prinzipien theoretischer, rechnerischer und experimenteller Arbeit auf dem Gebiet biomimetischer Systeme. Zum Anderen gibt es mehrere Kompaktkurse, die speziell auf bestimmte Themenbereiche ausgerichtet sind.

Bewerbung
Die IMPRS über Biomimetische Systeme akzeptiert im Allgemeinen Bewerbungen während des ganzen Jahres. Interessierte Studenten können über ein Online-Formular auf der schuleigenen Webseite ihre Anfrage übermitteln. Der Fragebogen bezieht sich auf relevante Punkte im Lebenslauf des Kandidaten. Ist dieser vollständig ausgefüllt, erhält der Koordinator der Schule (A.V.) die Bewerbung und leitet sie an die passenden Gruppenleiter weiter. Bei Interesse wird der Student aufgefordert, eine vollständige Bewerbung einzureichen.



Mitgliedschaft und Anrechnungspunkte
Doktoranden, die bei einer der Partnergruppen arbeiten, können sich für eine Mitgliedschaft bewerben, ganz unabhängig davon, welche Institution das Stipendium finanziert.

Mit der Mitgliedschaft bei der IMPRS akzeptiert man die Bedingungen bezüglich der Anrechnungspunkte. Jeder Kurs und jede Aktivität innerhalb der IMPRS berechtigt zu einer bestimmten Anzahl von Punkten. Hat ein Student die benötigten Punkte gesammelt und seinen Doktortitel erhalten, wird ein IMPRS-Zertifikat ausgestellt, das die Mitgliedschaft und Leistung bescheinigt.

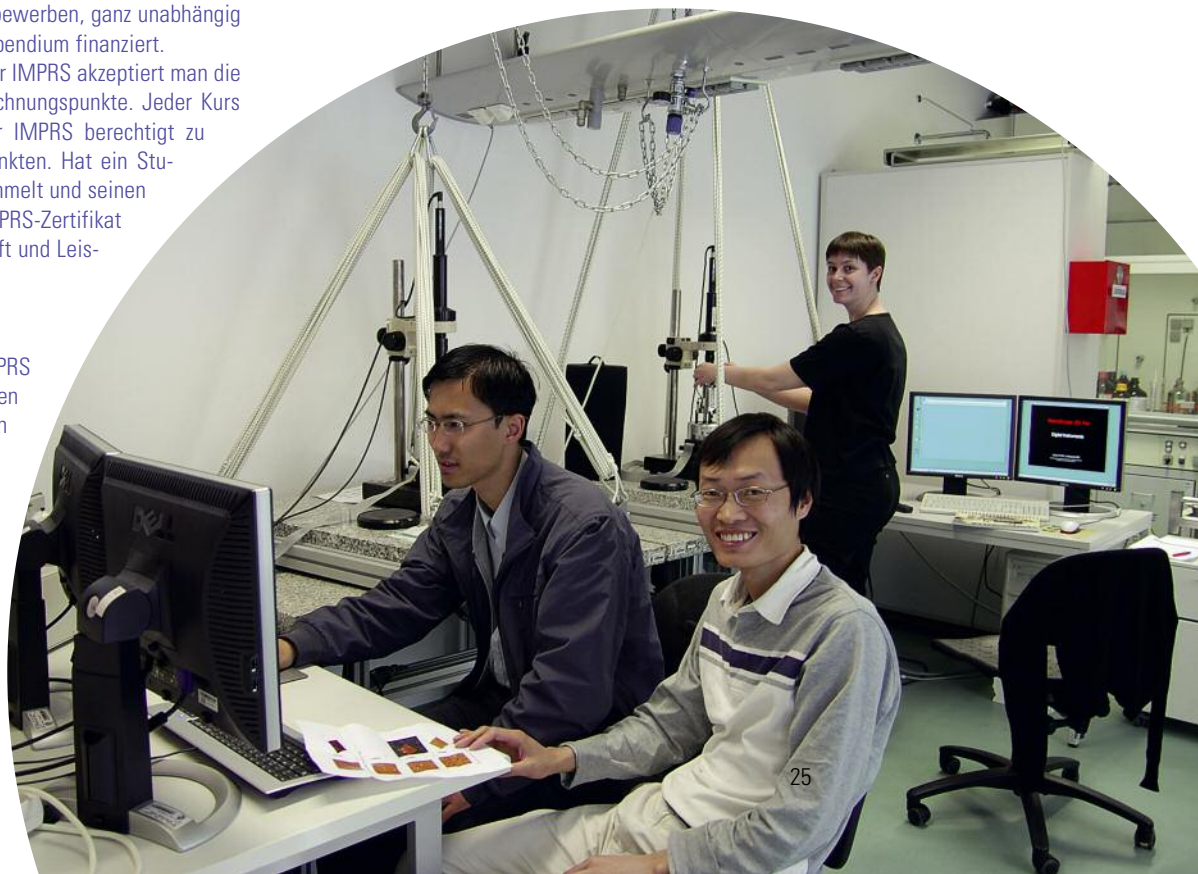
Doktorgrad
Studenten, die Mitglieder der IMPRS sind, sind immer als Doktoranden an einer der Partneruniversitäten eingeschrieben. Sie verteidigen ihre Arbeit vor einer Kommission, die aus Fakultätsmitgliedern der Universität und des MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung besteht und den Regeln der jeweiligen Universität unterliegt.

Internationalität
Die IMPRS über Biomimetische Systeme ist offen für Kandidaten aus aller Welt. Sowohl die IMPRS als auch das MPI für Kolloid- und Grenzflächenforschung sind sehr internationale Einrichtungen: Alle Vorlesungen und Aktivitäten werden in englischer Sprache abgehalten.

Internet
Weitere Informationen über den Lehrplan und die Zulassungsvoraussetzungen erhalten Sie unter:

www.bio-systems.org/imprs

Reinhard Lipowsky und Angelo Valleriani



International Max Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems

IMPRS on Biomimetic Systems

The MPI of Colloids and Interfaces has established, in the year 2000 together with the University of Potsdam, an International Max Planck Research School (IMPRS) on Biomimetic Systems. This activity was enhanced from 2004 to 2008 by a European Early Stage Training (EST) network which included six partner groups in Copenhagen, Düsseldorf, Edinburgh, Leoben, Milano, and Toulouse.

The IMPRS on Biomimetic Systems offers, 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 is to provide a common basis of knowledge in biological and biomimetic systems, which transcends the traditional boundaries between the different disciplines. The curriculum is based on courses, seminars and workshops with the participation of scientists who work at the cutting edge of this field.

What are biomimetic systems?

Biomimetic systems are model systems by which one can mimic certain aspects of biological systems. The latter systems are complex and exhibit many levels of self-organization over a wide range of length scales. The IMPRS on Biomimetic Systems is focussed on biomimetics at the supramolecular or colloidal levels for which the interior architecture of cells provides the main source of inspiration. These levels contain many different nanostructures that are built up from ions and small molecules and which attain linear dimensions between a few nanometers and many micrometers.

Current research on biomimetic systems at the MPI of Colloids and Interfaces includes the following topics: Water structure; polyelectrolytes and other water soluble polymers; flexible microcompartments based on lipid bilayers, diblock copolymer bilayers, and polyelectrolyte multilayers; membrane fusion; active transport by molecular motors; regulation of cellular processes; biomineralization and bone; networks dynamics and evolution; systems biology projects.

Training Programs on Biomimetic Systems

The Max Planck Institute of Colloids and Interfaces recognized the relevance of Biomimetic Systems long before the word had so much resonance in the media and in the scientific community as it has now. We also recognized that the traditional training of most students would not provide a sufficient basis for doctoral studies in biomimetics. In addition there was a strong demand for multidisciplinary training from those students who want to work in this emerging research field.

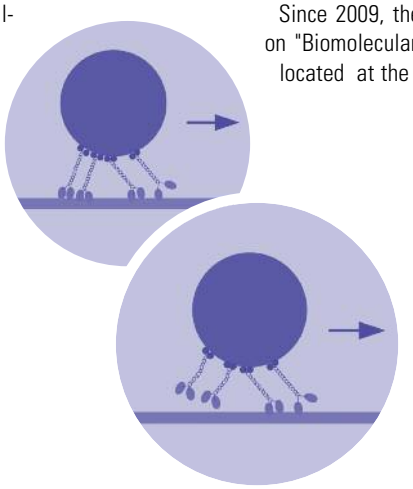
Thus, already in 1999, one of us (R.L.) submitted a proposal for the International Max Planck Research School on Biomimetic Systems (IMPRS) to the President of the Max Planck Society. This proposal was approved and the school started with its first semester in the year 2000. The school was originally approved for a period of six years until mid 2006. After a successful evaluation in 2004, our school will run for another six years until the end of 2012.

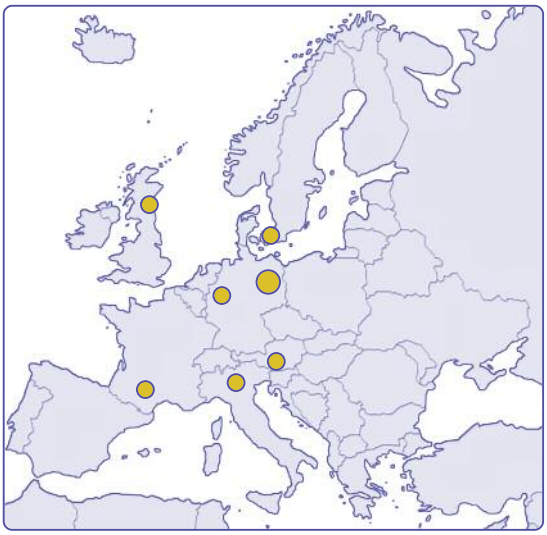
Partners of the School

From 2000 until 2003, the IMPRS consisted of seven partner groups including the three departments at the MPI of Colloids and Interfaces and four groups from the University of Potsdam. In 2003, the fourth department on 'Biomaterials' was established at the MPI and started to participate in the school. This structure of the school persisted until mid 2006. Starting with the second period, from mid 2006, several groups joined the school: Two additional groups from the University of Potsdam; three groups from Humboldt University Berlin; two groups from the "Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering", and one group from the "Fraunhofer-Institute of Applied Polymer Science".

The Fraunhofer Institute for Biomedical Engineering" moved to the Science Park in Potsdam-Golm during the summer 2006. The groups from Humboldt University are located in Adlershof, Berlin.

Since 2009, the MPICI has the new department on "Biomolecular Systems", which is temporarily located at the Free University Berlin.





Curriculum
The school organizes several courses at each semester. There are general courses, intended to establish a common scientific background between all students. The general courses thus cover the fundamental principle of theoretical, computational and experimental work in the field of biomimetic systems.

In addition to these general courses, the school offers several compact courses that have a more specialized nature.

Recruitment
The IMPRS on Biomimetic Systems accepts applications during the whole year. Interested students send an inquiry by filling in an electronic form through the webpage of the school. The inquiry contains some basic information about the curriculum of the candidate. It reaches the coordinator of the school (A.V.) who contacts the possible group leaders. If there is an agreement that the candidate is potentially interesting, he or she will be invited to send a full application.

Membership and Credit Points
PhD students working at one of the partner groups can apply for the membership of the school, independently of the source that finances their fellowship.

Membership to the IMPRS means acceptance of the conditions related to the Credit Points. Each course and each activity of the IMPRS gives right to a certain amount of credits. Once students have collected the necessary credits and have earned the doctoral degree, they receive an IMPRS certificate that attests their membership and their performance.

Doctoral Degree
Students that are members of the IMPRS are enrolled as PhD students at one of the partner universities. PhD students defend their research work in front of a commission that consists of faculty members from the university and the MPI of Colloids and Interfaces according to the usual university rules.

Internationality
The IMPRS on Biomimetic Systems is open to candidates from all over the world. Both the IMPRS and the MPI of Colloids and Interfaces are highly international institutions: all lectures and activities are held in English.

Web Resources
Further information about the curriculum and the admission requirements, requirements can be found at:
www.bio-systems.org/imprs

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 Kooperationspartner, zukünftiger Studenten, ehemaliger Institutsangehöriger sowie der internen Gemeinschaft zu bringen. Aufmerksamkeit und Interesse für die Wissenschaft und damit letztendlich Akzeptanz, Sympathie und Vertrauen zu gewinnen, sind unsere 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, dem Golm Innovationszentrum GO:IN sowie dem Brandenburgischen Landeshauptarchiv bieten wir interessierten Besuchern aller Altersklassen einen faszinierenden Einblick in die Forschung. Das bunte Programm mit Führungen, Experimenten, Vorträgen und 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 im Jahr 2011 am 10. September stattfinden.

Seit dem Jahr 2000 richtet das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Wissenschaftsjahre aus. Ziel solcher Themenjahre ist es, das Interesse der Öffentlichkeit an Wissenschaft zu fördern und zu verstärken. Das Wissenschaftsjahr 2010 widmete sich der Zukunft der Energie. Höhepunkt des Themenjahres war der Tag der Energie am 25. September 2010. Die Max-Planck-Institute für Molekulare Pflanzenphysiologie und Kolloid- und Grenzflächenforschung sowie zahlreiche Partner luden dazu in den Wissenschaftspark Potsdam-Golm ein. Interessierte Besucher konnten mit Hilfe von „Grüner Kohle“ aus Biomasse, Energiepflanzen, geregelten LED-Straßenleuchten oder Wasserstoff aus Mikroalgen in die Zukunft der Energie eintauchen.

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.

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

Fotos: „Tag der offenen Türen“ und „Tag der Energie“, K. Schulze, (MPIKG)

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 the Biannual 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 year is the Open Day on the Research Campus Potsdam-Golm, 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 2009 will be held together with the Max Planck Institutes of Gravitational Physics and Molecular Plant Physiology, the Golm Innovation Center GO:IN and the Brandenburg Main State Archive on September 10. There will be lab tours, popular talks and scientific demonstrations providing an excellent opportunity for everybody to experience scientific activity at first hand.

A further important event was the Science Year 2010. Under the slogan "The Future of Energy" the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), in co-operation with German science and industry, was showcasing scientists' creativity in tackling the challenge of building a safe, cost-effective and climate-friendly energy sector. On Saturday, 25 September 2010, research institutions, universities, companies, museums and many other organizations around the country opened their doors for the nation-wide Day of Energy. In the process, they offered a look at the fascinating world of energy research, energy use and energy applications.

Furthermore 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