



25 Jahre in Zahlen und Fakten

25 Years in Facts and Figures

29

Derzeit mehr als **200** Mitarbeiter aus 29 Ländern Currently more than 200 employees from 29 countries

3.285

Publikationen Publications (Journal Articles, Books, Book Chapters, Conference Papers)

238

Promotionsarbeiten Ph.D. Theses
15 Habilitationsschriften
Habilitation Theses

38

Patentfamilien und 3 Ausgründungen Patent Families and Spin-Offs

>40

Alumni sind Professoren in Deutschland und im Ausland Alumni are professors in Germany and abroad Askanischer Platz und Königsbrücke in Magdeburg um 1907.

18

Fazit Summary



3	Einleitung Introduction
4	Konzept Concept
6	Gründung Foundation
8	Start Beginning
11	Neue Gruppen New groups
14	Kooperationen Cooperations
15	Institutsleben Life at the institute
16	Ausgewählte Ergebnisse Selected results

25 Jahre MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme

Für die 1948 als Nachfolgeorganisation der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gegründete Max-Planck-Gesellschaft ergab sich nach der deutschen Wiedervereinigung im Jahr 1990 die einzigartige Gelegenheit, in einem relativ kurzen Zeitraum eine größere Zahl neuer zukunftsweisender Forschungsfelder zu betreten. In den neuen Bundesländern konnten 18 hochmodern ausgestattete Max-Planck-Institute gegründet und eine große Zahl herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler berufen werden.

Zu unserem in Magdeburg 1998 gegründeten Institut sagte anlässlich der feierlichen Arbeitsaufnahme am 16. April 1999 der damalige Präsident der Max-Planck-Gesellschaft Hubert Markl: "Mit dem Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme gründet die Max-Planck-Gesellschaft ihr erstes ingenieurwissenschaftlich ausgerichtetes Institut. Auch das ist gewissermaßen ein Wagnis. [...] Irgendwann gibt es immer ein erstes Mal, und alle diese ersten Male waren und sind eine Bereicherung, haben unsere Expertise in diesen Feldern vergrößert und tragen ganz außerordentlich fruchtbar zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn bei."

Für unser Institut erwies sich die Stadt Magdeburg als hervorragender Standort. Der damalige Oberbürgermeister Wilhelm Polte kündigte seinerzeit die uns in den vergangenen 25 Jahren entgegengebrachte großartige Unterstützung durch die Landeshauptstadt an: "Wenn die Wissenschaft bei uns anklopft, rollen wir nicht nur unseren roten Teppich aus, sondern den vergoldeten."

Auf den folgenden Seiten möchten wir einige der Stationen der erfolgreichen 25jährigen Entwicklung unseres Institutes in Erinnerung rufen.



Gartenansicht des Max-Planck-Instituts in Magdeburg.



Für die Forschung hat die Stadt Magdeburg stets ein Plätzchen frei."

> Wilhelm Polte, Oberbürgermeister der Landeshauptstadt Magdeburg 2002–2006

Introduction

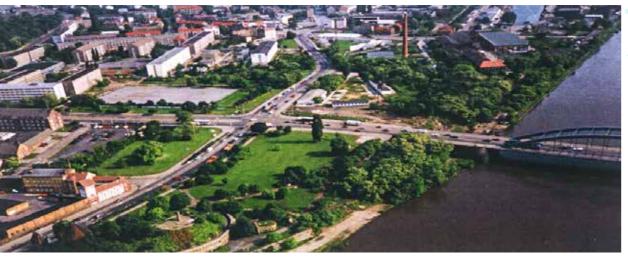
After the German reunification in 1990, the Max Planck Society, founded in 1948 as the successor organization to the Kaiser Wilhelm Society, got the unique opportunity to enter within a relatively short period of time a larger number of unexplored research fields. On the territory of former East Germany 18 new Max Planck Institutes were founded and a large number of outstanding scientists could be appointed.

Hubert Markl, president of the Max Planck Society at the time, spoke the following words about our institute in Magdeburg during the commencement ceremony on April 16, 1999: "With the Institute for Dynamics of Complex Technical Systems the Max Planck Society is founding its first institute focusing on the engineering sciences. In a way, this is quite a venture. [...] There is a first time for everything, and all these first times have been and continue to be an enrichment, have increased our expertise in these fields and contribute in an extraordinarily fruitful manner to scientific knowledge.

For our institute, the city of Magdeburg proved to be an excellent location. The Lord Mayor of the time, Wilhelm Polte, announced "When science comes knocking on our door, we do not just roll out the red carpet, but rather the gilded one." and we indeed have received tremendous support from the state capital over the past 25 years.

On the following pages, we would like to recall some milestones of the successful 25-year development of our institute.

Herausgeber: Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme Autorenteam: Gabriele Ebel, Steffen Klamt, Andreas Seidel-Morgenstern Bilder aus den Archiven des MPIs und der Max-Planck-Gesellschaft. Magdeburg im Juni 2023.



Luftbild des Askanischen Platzes Anfano der 1990er Jahre

"Aufbau Ost" in der **Max-Planck-Gesellschaft**

Die Suche nach grundlegend neuem Wissen stellt für die Menschheit eine unabdingbare Voraussetzung für das Wohl des Einzelnen und der Allgemeinheit dar.

Die rund 24.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft betreiben in 85 Instituten Grundlagenforschung in den Natur-, Lebens- und Geisteswissenschaften und sind sehr erfolgreich an der Gewinnung allgemeingültiger Erkenntnis beteiligt. Dies wird ermöglicht durch die aus öffentlichen Mitteln von Bund und Ländern bereitgestellte

finanzielle Unterstützung und die Gewährleistung günstiger Rahmenbedingungen für die Forschung.

Während der Präsidentschaften von Hans Zacher (1990-1996) und Hubert Markl (1996-2002) konnten auf dem Gebiet der ehemaligen DDR neue Max-Planck-Institute gegründet werden. Ein Zwischenstand des sehr sorgfältig durchgeführten, aufwändigen Entscheidungsprozesses dokumentiert folgende Zusammenstellung von 1996, in der ein Vorhaben zur Gründung eines Max-Planck-Instituts für Dynamik komplexer technischer Systeme genannt wird, das sich in der wissenschaftlichen Begutachtung befand.

Max Planck Society goes East

The search for fundamentally new knowledge is an indispensable prerequisite for the well-being of individuals as well as of the human society.

The approximately 24,000 employees and scientists of the Max Planck Society conduct research in the natural sciences life sciences and humanities in 85 institutes. This is enabled by the financial support from public funds provided by the federal government and the local states, which offers excellent conditions for research.

During the presidencies of Hans Zacher (1990-1996) and Hubert Markl (1996-2022), numerous new Max Planck Institutes could be founded. An interim status of the carefully conducted, elaborate decision-making process is documented for 1996 in the compilation shown below. A project "Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems" is mentioned to be under scientific review.

Forschungsförderung der Max-Planck-Gesellschaft in den neuen Bundesländern und im Ostteil Berlins seit 1991 Stand: 1. Januar 1996

Aufbau von Instituten (Langzeitprogramm)

Bestehende Institute

Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik

Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung Golm/Brandenburg

Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme

Max-Planck-Institut zur Erforschung von Wirtschaftssystemen Jena/Thüringer

Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie

Max-Planck-Institut für molekulare Pflanzenphysiologie Golm/Brandenburg

Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin

Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung Leipzig/Sachsen

Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik

Institute in Gründ

Max-Planck-Institut für chemische Physik fester Stoffe Dresden/Sachsen

Teilinstitut des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik Greifswald/Mecklenburg-Vorpommern

Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften Leipzig/Sachsen

Max-Planck-Institut für demographische Forschung Rostock/Mecklenburg-Vorpommern

Vorhaben im wissenschaftlichen Beratungsverfahren

- ne Kommunikation in Okosystemen
- Dynamik komplexer technischer Systeme
- Genetik, molekulare Zellbiologie, Faltung und gezielter Abbau von Makromolekülen Laborastrophysik - Interstellare Materie

- Optik Studium globaler biogeochemischer Kreisläufe

Mitchell G. Ash: schaft im Kontext der Deutschen Vereinigung 1989-1995. Aus dem Jahresbericht der MPG 1995.



Konzeption eines ingenieurwissenschaftlichen MPI

Erfolgreiche ingenieurwissenschaftliche Grundlagenforschung ist unabdingbar für die Entwicklung neuer, im internationalen Wettbewerb erfolgreicher Herstellungsverfahren und Produkte.

Die immensen, mit der zunehmenden Rohstoffverknappung und der Klimakrise verbundenen globalen Herausforderungen verlangen nach ingenieurwissenschaftlichen Beiträgen, insbesondere nach systemorientierten Methoden und Werkzeugen, um naturwissenschaftliche Erkenntnisse in neue technische Lösungen zu überführen. Diese Idee wurde innerhalb der MPG besonders stark durch Gerhard Ertl (Fritz-Haber-Institut, Berlin / Nobelpreis für Chemie - 2007) unterstützt.

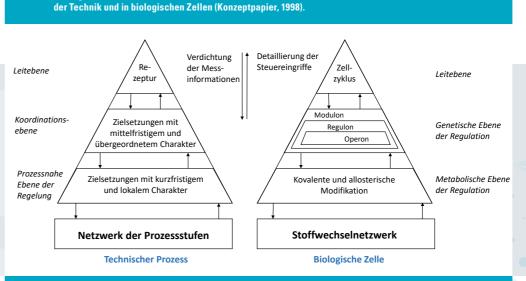
Berufungen von Direktorinnen und Direktoren erfolgen in der Max-Planck-Gesellschaft durch Anwendung des so genannten Harnack-Prinzips. Diesem folgend wurde eine auf ingenieurwissenschaftlichem Gebiet international führende Forschungspersönlichkeit um ein Gründungskonzept gebeten.

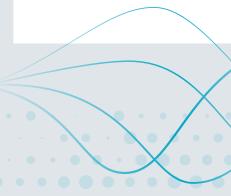
Der daraufhin angefragte damalige Direktor des Stuttgarter Instituts für Systemdynamik und Regelungstechnik (ISR), Ernst Dieter Gilles, erarbeitete ein richtungsweisendes, auf systemtheoretischen Prinzipien basierendes Konzept, welches Analogien zwischen biologischen und technischen Systemen aufzeigte und neuartige Prozessführungskonzepte für verfahrenstechnische und biotechnologische Prozesse aufwies (siehe Schema). Gemeinsam mit einer eigens dafür eingerichteten Gründungskommission besuchte Ernst Dieter Gilles 1996 Halle und Magdeburg, die beiden in die nähere Auswahl einbezogenen potenziellen Standorte für das

Concept

Successful basic research is indispensable for the development of new and competitive production processes and products. Addressing the immense global challenges associated with the increasing scarcity of raw materials and the climate crisis requires contributions from the engineering sciences to transfer findings made in the natural sciences and to provide methods and tools for the efficient design and operation of technical systems. It was envisioned that this is a promising research direction for a new MPI. Gerhard Ertl (Nobel Prize in Chemistry -2007. Fritz Haber Institute of the MPG, Berlin) particularly supported this idea.

Appointing a director in the Max Planck Society is based on the so-called Harnack principle. Following this principle, an internationally leading research personality was identified. Ernst Dieter Gilles, at that time director of the Stuttgart Institute for System Dynamics and Control Engineering (ISR), was asked to describe his vision. He developed a research concept based on control engineering principles and harnessing analogies between biological and technical systems (see diagram). As application areas he suggested to concentrate mainly on innovative chemical and bioengineering processes. Together with the members of a founding commission, Ernst Dieter Gilles visited Halle and Magdeburg in 1996, the two locations that had been shortlisted for the new Institute.





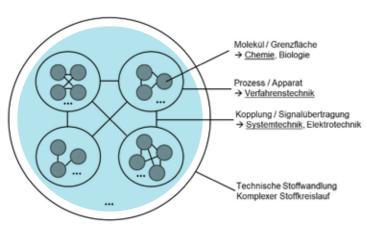
Standortwahl

Nach intensiven Gesprächen mit dem Land Sachsen-Anhalt und der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg entschied die Max-Planck-Gesellschaft im Juni 1996, ihr neues Institut in Magdeburg zu gründen.

... Es bestand Konsens in der Kommission, dass in Magdeburg ein wesentlich breiteres Spektrum an technischen Fachrichtungen angeboten werde, während die Biologie in Halle eindeutig besser ausgebaut sei..." Auszug aus dem Protokoll der Standortbesichtigungen der Gründungskommission

Nach Abschluss von umfangreichen Detailplanungen und Verhandlungen bezüglich der Ausstattung des künftigen Instituts wurde Ernst Dieter Gilles im Mai 1997 zum Gründungsdirektor berufen.

Ein wesentlicher Baustein für die geplante enge Zusammenarbeit mit der Universität war die Stärkung der dortigen Verfahrenstechnik. Im Februar 1998 beschloss das Konzil der Otto-von-Guericke-Universität (OVGU) nach Ausarbeitung eines modernen, mit dem MPI abgestimmten Konzepts, die Einrichtung einer neuen Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik (FVST) und stellte dafür zwei neue Professuren zur Verfügung.



Struktur der modernen Stoffwandlungstechnik und ihre Untersetzung mit den verschiedenen Disziplinen der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik nach dem Magdeburger Profil, Gründungsdekan: Evangelos Tsotsas (aus den Einrichtungsdokumenten der FVST, 1998).

> Feierliche Arbeitsaufnahme des Instituts im ZENIT.



Zentrum für Neurowissenschaftliche Innovation und Technologie ZENIT GmbH in Magdeburg

Site selection

After intensive discussions with representatives of the state of Saxony-Anhalt and the Otto von Guericke University Magdeburg, in June 1996 the Max Planck Society decided to establish its new institute in Magdeburg.

"(...) There was consensus in the commission that Magdeburg offered a much broader spectrum of technical subjects, whereas the field of biology was clearly better organised in Halle (...)". (Excerpt from the minutes of the founding commission,

After finalizing extensive detailed planning and negotiations regarding the funding and equipment of the future institute, Ernst Dieter Gilles was appointed as the founding director in May 1997.

An essential component for the planned close cooperation was the strengthening of the chemical engineering activities at the university. After jointly preparing a corresponding concept, in February 1998 the OVGU decided to establish a new Faculty for Process and Systems Engineering (FVST) and to provide two new professorships for this field.







Betriebsausflug der Mitarbeitenden zum Kyffhäusergebirge und zur Barbarossahöhle im Jahr 2000

Gründung und Aufbau

Im Juni 1998 wurde auf der MPG Jahresversammlung mit Andreas Seidel-Morgenstern der Leiter des Lehrstuhls für Chemische Verfahrenstechnik der OVGU zum Auswärtigen Wissenschaftlichen Mitglied der Max-Planck-Gesellschaft berufen.

Die Arbeit des neuen Max-Planck-Instituts begann im gleichen Monat in gemieteten Räumlichkeiten und Laboren des Zentrums für Neurowissenschaftliche Innovation und Technologie (ZENIT GmbH),

einem interdisziplinär nutzbaren Forschungsverfügungsbau auf dem Campus der Medizinischen Fakultät der OVGU im Süden Magdeburgs.

Mit Ernst Dieter Gilles aus Stuttgart kommende Wissenschaftler und neu eingestellte Magdeburger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie die ersten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Labore, Institutsadministration, Bibliothek und Werkstätten bildeten ein hochmotiviertes Startteam. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter "der ersten Stunde" erinnern sich noch heute gern an die intensive und familiäre Aufbruchsstimmung. Als die Belegschaft die Zahl von 40 Mitarbeitern überschritt, machten sich erste Platzprobleme bemerkbar.

Foundation and start

In June 1998, Andreas Seidel-Morgenstern, Head of the Chair of Chemical Engineering at OVGU, was appointed as External Scientific Member of the Max Planck Society

The work of the new MPI in Magdeburg began in the same month in rented premises and laboratories at the Centre for Neuroscientific Innovation and Technology (ZENIT), an interdisciplinary research building on the campus of the Medical Faculty of the OVGU.

Scientists coming from Stuttgart with Ernst Dieter Gilles (including Achim Kienle, Jörg Raisch and Dietrich Flockerzi) and newly recruited scientists as well as the first lab technicians, the institute administration, first workshop and library staff formed a motivated starting team. The staff members "of the first hour" still fondly remember the intense and close pioneering spirit. When the staff exceeded a number of 40, the need for more space became apparent.



Erfreulicherweise verlief die Aufbauphase bisher erfolgreicher als zunächst erwartet. Größten Wert legen wir auf eine enge Zusammenarbeit mit der Magdeburger "Otto-von-Guericke-Universität". Das MPI hat derzeit etwa 45 Mitarbeiter. Erfreulich ist, dass das Institutsklima durch eine ausgesprochene Aufbruchsstimmung geprägt ist. Wenn wir dieses Klima weiterhin erhalten können, habe ich keine Bedenken, dass dieses MPI in dem ansonsten sehr stark naturwissenschaftlich und auch geisteswissenschaftlich geprägten Umfeld der Max-Planck-Gesellschaft seinen angemessenen Platz

> (Antrittsrede Ernst Dieter Gilles vor der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 19.6.1999)



Die Mitarbeiterschaft vor dem neuen Institutsgebäude im Dezember 2001.

8



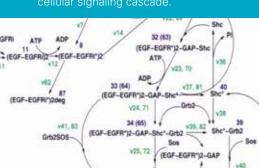
Erste Forschungsarbeiten und weitere Berufungen

In den ersten Jahren widmeten sich die Wissenschaftler der Arbeitsgruppe von Ernst Dieter Gilles mit großer Energie Forschungsarbeiten auf dem neuen Gebiet der Systembiologie.

Eine wesentliche Zielstellung war es, in der Systemtheorie und Regelungstechnik etablierte leistungsstarke Methoden auf die rechnergestützte Analyse biologischer Prozesse zu übertragen und in Kooperation mit Biologen metabolische und regulatorische Netzwerke in Zellen zu untersuchen. Schnell führten diese Aktivitäten zu Ergebnissen, die heute als Pionierarbeiten in diesem sich rasant entwickelnden Forschungsfeld der Systembiologie anerkannt sind. Daneben initiierten die Wissenschaftler **Achim**

2002: Nature Biotechnology Paper Schoeberl B, Eichler-Jonsson C, Gilles E D, Müller G (2002) Computational modeling of the dynamics of the MAP

modeling of the dynamics of the MAP kinase cascade activated by surface and internalized EGF receptors. Nature Biotechnology 20 (4), pp. 370 - 375 (2002) The (at that time) largest dynamic model of a signal transduction pathway in a human cell enabled a simulation-driven analysis of important characteristics of the input-output behaviour of a central cellular signaling cascade.



Kienle, Jörg Raisch und Dietrich Flockerzi Untersuchungen zur Dynamik und Synthese von technischen Prozessen, zur System- und Regelungstheorie und zur Entwicklung der dafür erforderlichen mathematischen Grundlagen. Eine weitere Arbeitsgruppe entwickelte integrierte Navigationssysteme für die Schifffahrt auf Flüssen.

Von besonderer Bedeutung war die Berufung weiterer Direktoren. Im Juli 2000 wurde **Udo Reichl** zum Direktor der Abteilung "Systemund signalorientierte Bioprozesstechnik", der bereits 1999 den Lehrstuhl Bioprozesstechnik an der OVGU übernommen hatte. Damit wurden breit angelegte Forschungsarbeiten zu biotechnologischen Prozessen begonnen, insbesondere um die Herstellung von Impfstoffen in Zellkulturen, schneller, effizienter und reproduzierbarer durchführen zu können

Im Juli 2001 stieß **Kai Sundmacher** als dritter Direktor dazu und übernahm die Leitung der Abteilung "Prozesstechnik". Zu seinen ersten Forschungsgebieten gehörte die Untersuchung von elektrochemischen Membranprozessen (u.a. Brennstoffzellen), multifunktionalen Reaktoren und Separatoren sowie Partikelbildungsprozessen. Zuvor hatte er im Oktober 1999 die Leitung des Lehrstuhls für Systemverfahrenstechnik der OVGU übernommen.

Im Februar 2002 wurde **Jörg Raisch** zum Auswärtigen Wissenschaftlichen Mitglied an das MPI berufen und Leiter der Fachgruppe "Systems and Control Theory". Seine Arbeiten konzentrierten sich auf die Regelung zeitbehafteter ereignisdiskreter Systeme und die Entwicklung hybrider und hierarchischer Regelkonzente

The research starts

Ernst Dieter Gilles focused on the new field of systems biology. A key objective was to transfer methods established in control engineering and systems theory to the computational analysis of biological processes and to investigate, in cooperation with biologists, metabolic and regulatory networks in cells. These activities quickly led to pioneering results.

Achim Kienle, Jörg Raisch and Dietrich Flockerzi initiated studies on the dynamics and synthesis of technical processes, on systems and control theory and on the development of the necessary mathematical foundations. Another working group developed at the MPI integrated systems for ship navigation on rivers.

The appointment of new directors was essential in the early years of the MPI. In July 2000, Udo Reichl was appointed director of the department of "Systems and Signal-Oriented Bioprocess Engineering". At the same time, he took over the chair of Bioprocess Engineering at OVGU. With this appointment, broad research work started at the MPI on the development of biotechnological processes, in particular to accelerate the production of vaccines.

In July 2001, Kai Sundmacher joined as third director and head of the Process Systems Engineering Department at OVGU. His first research areas included the investigation of electrochemical membrane processes (including fuel cells), multifunctional reactors and separators as well as particle formation processes.

In February 2002, Jörg Raisch became External Scientific Member of the MPI and build up a group "Systems and Control Theory".



200

Die Gruppe Systembiologie unter der Leitung von Ernst Dieter Gilles im Jahr 2003. 19. Oktober 1999: Grundsteinlegung für den Neubau am Askanischen Platz





Die Baugrube im Jahr 1999.

Planung und Bau des Institutsgebäudes

Im März 1998 begannen die Planungen für den Institutsneubau.

Auf der Basis eines ausgeschriebenen Architektenwettbewerbs erhielten HENN Architekten (München, Berlin) den 1. Preis und in Folge den Planungsauftrag zur Realisierung des Institutsgebäudes. Der Entwurf eines durchlässigen, transparenten Gebäudekomplexes in zentraler, historischer Lage der Stadt Magdeburg in unmittelbarer Nähe zum benachbarten Universitätscampus reflektiert die Idee eines offenen, kommunikativen Hauses.

Um der interdisziplinären Arbeitsweise des neuen Instituts gerecht zu werden, wurden in dem Gebäude 44 modern ausgestattete Laborräume vorgesehen, sowie eine an das Gebäude angeschlossene Technikumshalle als Großraumlabor, die an das Gebäude angeschlossen ist und die Versuchsstände in Miniplanttechnik vorhält, welche sich auch in der industriellen Forschung und Verfahrensentwicklung bewährt hat.

Am 19. Oktober 1999 erfolgte die feierliche Grundsteinlegung für den Neubau des Instituts am Askanischen Platz in unmittelbarer Nähe zur Elbe.

Bereits ein Jahr später, am 19. September 2000, konnte das Richtfest für den Institutsneubau gefeiert werden.

Im September 2001 wurde nach nur zweijähriger Bauzeit das neue Forschungsgebäude mit einer Gesamtnutzfläche von 5700 m² übergeben. Die Max-Planck-Gesellschaft investierte 29 Millionen Euro. Im Oktober 2001 zogen die ersten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in das neue Institutsgebäude um.

Am 23. Mai 2002 wurde das Gebäude im Beisein von Präsident Hubert Markl feierlich eingeweiht.

Construction of the MPI building

The planning for the new Institute building began in March 1998.

After winning an advertised architectural competition, HENN Architects (Munich, Berlin) were selected to plan and realise the institute building. The design of a transparent building complex in a central, historically significant location of Magdeburg in the immediate vicinity to the university campus reflects the idea of an open, communicative house.

To support the interdisciplinary operation of the institute, 44 modern laboratories were planned, as well as a pilot scale hall connected to the building, which functions as a large-scale laboratory and houses miniplant technology, which has already shown its value in industrial research. On October 19, 1999, the ceremonial laying of the foundation stone for the new building of the Institute at Askanischer Platz took place. On September 19, 2000, the roofing ceremony for the new institute building was celebrated.

In September 2001, after two years of construction, the new research building with a total floor space of 5700 m² was handed over. The Max Planck Society invested 29 million Euro. In October 2001, the first co-workers moved into the new institute building. On May 23, 2002, the building was officially opened in the presence of Hubert Markl, President of the Max Planck Society at that time.

23. Juli 2000 Webcam-Aufnahme des Rohbaus





19. September 2000 Richtfest für den Institutsneubau

23. Mai 2002: Einweihungsfeier.





Die Mitarbeitenden im Sommer 2008 im Garten des Instituts vor dem *Pfahlobjekt* (Thomas Gatzky, Kunst am Bau).

Abschluss einer erfolgreichen Gründungsphase

Als vierter Direktor wurde im Juli 2002 Andreas Seidel-Morgenstern berufen.

Die von ihm geleitete Gruppe "Physikalisch-Chemische Grundlagen der Prozesstechnik" widmete sich der Erforschung von Möglichkeiten der Trennung spiegelbildlich zueinander aufgebauter chiraler organischer Moleküle (Enantiomere) mittels chromatographischer und kristallisationsbasierter Methoden. Die Beherrschung derartiger Trennaufgaben sind u.a. in der pharmazeutischen Industrie für die Bereitstellung von hochreinen Medikamenten von großer Bedeutung.

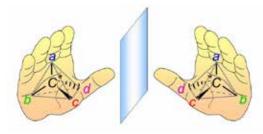


Illustration des Phänomens der Chiralität von organischen Molekülen.

Zur Stärkung der Systembiologie-Forschung wurde im Jahr 2005 mit der OVGU sowie dem MPI für Biochemie in Martinsried die von **Wolfgang Marwan** geleitete temporäre Forschergruppe "Molekulare Netzwerkanalyse" eingerichtet. Diese Gruppe führte systematische Untersuchungen zur Aufklärung von regulatorischen Netzwerken und Signaltransduktionsprozessen biologischer Systeme am Beispiel von Pilzen der Art *Physarum polycephalum* durch.

Von großer Bedeutung für das MPI war der Besuch des international zusammengesetzten wissenschaftlichen Beirates im Dezember 2005. Das gesamte Institut war stolz darauf, attestiert zu bekommen, dass sowohl die wissenschaftliche Ausrichtung als auch die anfängliche Entwicklung als äußerst positiv eingeschätzt wurden.

Im März 2007 wurde **Achim Kienle** Auswärtiges Wissenschaftliches Mitglied am MPI. Seine Forschungsgruppe "Prozesssynthese und Prozessdynamik" erforscht zahlreiche, auch in anderen MPI-Arbeitsgruppen experimentell untersuchte Prozessbeispiele und bringt Expertise zur Optimierung und Regelungstechnik ein.

End of successful foundation phase

In July 2002 Andreas Seidel-Morgenstern was appointed as the fourth director.

The group "Physical-Chemical Foundations of Process Engineering" which he heads is dedicated to develop the process options for separating pairs of organic molecules that are mirror images of each other (enantiomers) exploiting chromatographic and crystallisation-based methods. The mastery of such separation tasks is, for example, of great importance in the pharmaceutical industry for the provision of highly pure drugs.

In 2005, to further strengthen systems biology research, the temporary working group "Molecular Network Analysis" headed by Wolfgang Marwan was established at the MPI within the framework of a cooperation agreement with the OVGU and the MPI for Biochemistry in Martinsried. This group carried out systematic research to understand regulatory networks and signal transduction processes investigating a specific fungus (Physarum polycephalum).

Of great importance for the MPI was the visit of the internationally composed Scientific Advisory Board (SAB) in December 2005. The entire institute was proud to be certified that both the scientific orientation and the initial development were considered very positive.

In March 2007, Achim Kienle was appointed External Scientific Member at our Institute. His working group "Process Synthesis and Process Dynamics" contributes its profound expertise in optimisation and control engineering to investigate various processes studied experimentally by other MPI groups.



2002 Erster Tag der offenen Tür



(im Hintergrund Dietrich Flockerzi).

On the occasion of the 10th anniversary of the MPI on 30 May 2008, a festive colloquium with scientific contributions complemented by a review of the first years by staff members took place.

Mitglieder der CSC Gruppe unter Leitung von

Peter Benner im Jahr 2011.

and welcome

The outstanding achievements of the founding director were acknowledged and celebrated during this event. As director emeritus, Ernst Dieter Gilles was still active in the field of systems biology until 2011 carrying out numerous third-party funded projects.

In 2010, the MPG appointed the applied mathematician Peter Benner as successor to Ernst Dieter Gilles. With his group "Numerical Methods in Systems and Control Theory" (CSC), mathematical expertise in the analysis, simulation and optimisation of complex dynamic systems and in powerful methods of system approximation and model reduction was substantially strengthened. In addition, the CSC group established and maintains a computer cluster at MPI, from which numerous projects and groups benefit enormously.

Emeritierung und Neuberufung

Anlässlich des 10-jährigen Bestehens des MPI fand am 30. Mai 2008 im Foyer ein Festkolloquium mit wissenschaftlichen Beiträgen und einem von Mitarbeitern gestalteten Rückblick auf die Gründungsjahre statt.

Dabei wurde die herausragende Leistung des Gründungsdirektors Ernst Dieter Gilles bei der Etablierung des MPI gewürdigt. Herr Gilles wurde an diesem Tage als Direktor emeritiert, bearbeitete aber noch bis 2011 erfolgreich zahlreiche Drittmittelprojekte auf dem Gebiet der Systembiologie.

Im Jahr 2010 konnte die MPG den angewandten Mathematiker **Peter Benner** zum Direktor und Nachfolger von Ernst Dieter Gilles an unser MPI berufen. Durch die Gründung der Gruppe "Numerische



Methoden in der System- und Regelungs-

theorie" (CSC) konnte die mathematische

Expertise zur Analyse, Simulation und Op-

timierung komplexer dynamischer Systeme

und zu leistungsstarken Methoden der

Systemapproximation und Modellredukti-

on substanziell verstärkt werden. Zudem

etablierte und betreut die CSC Gruppe

am MPI einen Computercluster, von dem

Der LINUX Comuptercluster *mechthild* am MPI Magdeburg.



2008 Mitarbeiter des MPI erzählen die Institutsgeschichte zum 10-jährigen Jubiläum.



world wide visibility."

Report of the Scientifc Advisory Board of the MPI after evaluating the institute Dec. 7-8, 2005.

des Wissenschaftlichen Fachbeirats.

to the global progress of systems oriented research in natural science and engineering. It is the Systems Science approach which is the integrating factor of all activities. The Institute shows both an outstanding performance and

It is gratifying to notice that scientists of the Institute continue to render important contributions

Posterdiskussion während des Besuchs

12









Tanja Vidaković-Koch an ihrer Versuchsanlage im Labor der OVGU. (Foto: OVGU)

Auf 3D-Strukturen basierende Molekularsimulationen eines Proteins in der MSD Gruppe.

Die frisch berufene Leiterin der Otto-Hahn-Gruppe Ulrike Krewer und ihr Mentor Kai Sundmacher im

Weitere Gruppen und neue Forschungsaktivitäten

2007 erhielt **Ulrike Krewer** für ihre Doktorarbeit zu Direkt-Methanol-Brennstoffzellen als erste Mitarbeiterin unseres Instituts die Otto-Hahn-Medaille der MPG. Darüber hinaus wurde ihr als besondere Würdigung die Möglichkeit gegeben, eine Otto-Hahn-Nachwuchsgruppe aufzubauen. Ihre Gruppe "**Portable Energiesysteme"** basierte auf den Vorarbeiten ihrer Dissertation und beschäftigte sich mit der Analyse, dem Design und dem Betrieb portabler elektrischer Energiesysteme wie Brennstoffzellen oder Batterien.

Seit der Emeritierung von Ernst Dieter Gilles führt dessen langjähriger Mitarbeiter Steffen Klamt umfassende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Systembiologie weiter. Seit 2009 leitet er die Forschergruppe "Analyse und Redesign biologischer Netzwerke (ARB)". Deren zentrales Ziel ist die Verknüpfung neuer mathematischer Modellierungsansätze mit experimentellen molekularbiologischen Methoden, um so den zellulären Stoffwechsel besser zu verstehen und mikrobielle Zellfabriken für biotechnologische Anwendungen rational zu entwickeln.

Im Jahr 2010 begann die von Matthias Stein geleitetete Gruppe "Molekulare Simulationen und Design (MSD)" ihre Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der computergestützten theoretischen Chemie. Die Gruppe untersucht komplexe molekulare und dynamische Mechanismen in der Chemie und der Biologie. Dabei werden über viele Zeit- und Längenskalen insbesondere chemische Reaktionen in flüssigen Phasen, enzymatische Reaktionen und für die Entwicklung von Medikamenten wichtige

Von 2013 bis 2017 unterstützten Martin Stoll und die Mitarbeitenden seiner Forschungsgruppe "Numerische lineare Algebra für dynamische Systeme (NDS)"

Membranproteine betrachtet.

die mathematischen Aktivitäten des Instituts durch die Entwicklung und Bereitstellung äußerst effizienter Algorithmen für großskalige Berechnungen. Seit 2018 ist er Professor an der TU Chemnitz.

Im Jahr 2017 wurde **Athanasios Antoulas** von der Rice University in Houston (USA) zum Fellow des MPI berufen. Forschungsschwerpunkt der von ihm am MPI aufgebauten Gruppe "**Datengetriebene Systemreduktion und -identifikation (DRI)**" ist die

Entwicklung von Simulationsmodellen aus vorhandenen Daten.

DRI

Beispiele für untersuchte dynamische technische Systeme sind Wärmeverteilungen in komplexen mikroelektronischen Geräten oder die Unterdrückung von Schwingungen in Windturbinen.

2018 nahm die Gruppe "Elektrochemische Energieumwandlung (EEC)", unter der Leitung von Tanja Vidaković-Koch, ihre Arbeit auf. Diese Gruppe konzentriert sich auf die Untersuchung von Brennstoffzellen, Wasser-Elektrolyseuren und bioenzymatischen Prozessen. Ein besonderes Interesse gilt der Dynamik elektrochemischer Prozesse sowie der generellen Nutzung dynamischer Informationen, z.B. zur Aufklärung von komplexen Reaktionskinetiken oder zur Diagnose von Gesundheitszuständen.

DMP

Seit 2022 baut Feliks Nüske seine neue Forschungsgruppe "Daten-basierte Modellierung komplexer physikalischer Systeme (DMP)"

auf, die sich mit der Entwicklung robuster mathematischer Methoden zur datengetriebenen Modellierung, Analyse und Regelung komplexer dynamischer Systeme beschäftigt. Dabei werden verschiedene Ansätze wie maschinelles Lernen, numerische lineare Algebra und Regelungstheorie kombiniert, um relevante Anwendungsprobleme effizient zu behandeln.

New groups and research activities

In 2007, Ulrike Krewer was the first member of our institute to receive the Otto Hahn Medal of the MPG for her doctoral thesis on direct methanol fuel cells. In addition, she was given the opportunity to set up an Otto Hahn Junior Research Group. Built on previous results acquired during her dissertation at the MPI, her group "Portable Energy Systems" dealt with the analysis, design and operation of portable electrical energy systems such as fuel cells or batteries.

After Ernst Dieter Gilles' retirement, his long-time contributor Steffen Klamt continued research work in the field of systems biology. Since 2009, he heads the group "Analysis and Redesign of Biological Networks (ARB)". Central goal is to link new mathematical modelling approaches with methods of experimental molecular biology in order to better understand cellular metabolism and regulation and to rationally develop microbial cell factories for biotechnological applications.

In 2010, the "Molecular Simulations and Design (MSD)" group led by Matthias Stein began its research work in the field of computational theoretical chemistry. The MSD group investigates complex molecular and dynamic

mechanisms in chemistry and biology. Particular focus is on studying, covering several time and length scales, chemical reactions in liquid phases, enzymatic reactions and membrane proteins, which are important for the development of drugs.

From 2013 to 2017, Martin Stoll and his group "Numerical Linear Algebra for Dynamical Systems (NDS)" supported the mathematical activities of the institute by developing efficient algorithms for large-scale calculations. Since 2018 he is professor at TU Chemnitz.

In 2017, Athanasios Antoulas (Rice University in Houston, USA) was appointed Fellow of the MPI. The research focus of the "Data-driven system reduction and identification (DRI)" group is the development of simulation models from available data. Examples of dynamic technical systems studied include heat distributions in complex microelectronic devices or the suppression of vibrations in wind turbines.

In 2018, the "Electrochemical Energy Conversion (EEC)" group, headed by Tanja-Vidakovic-Koch, began its work on electrochemical energy conversion in PEM fuel cells, PEM electrolyzers, and bioenzymatic processes. Of particular interest are the dynamics of electrochemical processes and the effects of dynamic operation on process efficiency, as well as the use of dynamic information in kinetic analysis and state-of-health diagnosis.

In 2022, Feliks Nüske started setting up his new group "Data-driven Modelling of Complex Physical Systems (DMP)", which deals with the development of robust mathematical methods for data-driven modelling, analysis and control of dynamical systems. Different approaches such as machine learning, numerical linear algebra and control theory are combined to efficiently deal with complex application problems.



Mitarbeitende der ARB Gruppe diskutieren über modellgestützte Eingriffe in Stoffwechselwege von Bakterien.

Miniplant-Anlage zur Untersuchung von Hydroformylierungsreaktionen (DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 63 "InPROMPT", 2010-2022).





Analyse von Proben aus den Bioreaktoren der BPE Gruppe.



MPG Präsident Martin Stratmann mit Tobias Breiten bei der Verleihung der Otto-Hahn-Medaille.



Kooperationen

Das Institut pflegt eine enge Vernetzung mit den Wissenschaftseinrichtungen der Stadt, insbesondere mit der Otto-von-Guericke-Universität.

Neben der wesentlichen Beteiligung des MPIs am Aufbau der Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik bestehen weitere enge Kooperationen mit der OVGU, z.B. mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, der Medizinischen Fakultät und der Fakultät für Mathematik. Mehrere Professuren wurden gemeinsam berufen und zukunftsweisende interdisziplinäre Studiengänge gemeinsam initiiert, z.B. Systemtechnik und Technische Kybernetik und Chemical and Energy Engineering.

Das Forschungszentrum **Dynamische Sys**teme vereinigt Forschergruppen mit ingenieurwissenschaftlichem, systemtheoretischem, mathematischem, medizinischem und biologischem Hintergrund aus sechs Fakultäten der OVGU und aus dem MPI. Das Magdeburg Centre for Systems Biology, eines von vier Systembiologie-Zentren in Deutschland, wurde von 2007 bis 2011 vom BMBF mit ca. 10 Millionen Euro gefördert.

> ährlich die Lange Nacht der Vissenschaft, bei der auch das



Ladies Night für Frauen in den Ingenieur wissenschaften, eine Kooperation der OVGU mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen, (Foto: OVGU

Seit 2007 betreibt das Institut gemeinsam mit der OVGU die International Max Planck Research School (IMPRS) for Advanced Methods in Process and Systems Engineering. Sie ermöglicht eine wissenschaftliche Ausbildung auf höchstem Niveau und unterstützt Promotionsprojekte durch ein innovatives Konzept, das moderne mathematische mit systemorientierter Ingenieurforschung kombiniert und sich herausfordernden Fragen der Analyse, des Designs und der Optimierung von chemischen, biotechnologischen und energiewandelnden Prozessen widmet.

An dieser Stelle seien die langjährige außerordentliche Unterstützung durch das Kuratorium unseres MPI und die hervorragende Zusammenarbeit erwähnt.

Engineering" im September 2015.

Alle zwei Jahre veranstaltet die IMPRS eine Summer School unter einem übergreifenden Thema. Hier: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der 4. Summer School "Process Systems

Cooperations

Our institute maintains close contacts with the city's scientific institutions, especially with the Otto von Guericke University.

Besides the intensive interactions with the Faculty of Process and Systems Engineering, close cooperations exist as well as with the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, the Medical Faculty and the Faculty of Mathematics. Several professorships have been jointly appointed and pioneering interdisciplinary degree programmes were jointly initiated, for example Biosystems Engineering or Chemical Energy Engineering.

The research centre Dynamic Systems brings together research groups from engineering, systems theory, mathematical, medical and biologi cal background from six faculties at OVGU and the Max Planck Institute. From 2007 to 2011, the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) funded the Magdeburg Centre for Systems Biology, one of four systems biology centres in Germany, with approximately 10 million Euro.

Since 2007, the institute is operating the International Max Planck Research School (IMPRS) for Advanced Methods in Process and Systems Engineering together with the OVGU. The IMPRS provides high-level scientific training and supports dissertation projects. The concept combines state-of-the-art mathematical and systems enginee ring research and is dedicated to analyze, design and optimize chemical, biotechnological and energy transforming processes.

To be mentioned here is the outstanding cooperation with and the support received by the Board of Trustees of



Nach der Sitzung des Kuratoriums des MPI im Jahr 2007 (v.l.: Lutz Trümper, Eva E. Wille, Kurt Wagemann, Uwe Küster, Eduardo Mendoza, Heinz Hofmann



Die MPI Band MuMPItz in ihrer Besetzung im Sommer 2016 zum Institutsfest.

Stellvertretend für die Servicebereiche ist die

Elektrowerkstatt abgebildet, zu deren Aufgaben die elektrotechnische Ausrüstung experimenteller Anlagen gehört.

Aktives Institutsleben

Dienstleistungen für die Wissenschaft.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Servicebereiche unterstützen mit ihrer täglichen Arbeit die Forschung und den reibungslosen Institutsablauf. Die zentralen Einrichtungen des Instituts sind die Verwaltung, die Bibliothek, die Mechanische und die Elektrowerkstatt, das Gebäudemanagement, der Bereich Informationstechnologie, die Mitarbeiterinnen und Betriebsingenieure des Technikums, die technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Laboren, die Assistentinnen in den Forschungsgruppen sowie die Presseund Öffentlichkeitsarbeit.

> Gesundheit, Nachhaltigkeit und Engagement über die Arbeit hinaus

Alle zwei Jahre findet institutsweit ein Gesundheitstag mit einem wechselnden

Schwerpunktthema zur Gesundheit am Arbeitsplatz statt. Außerdem werden zum Beispiel Pausensport- und Rückenkurse organisiert. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter treffen sich in regelmäßigen Laufgruppen oder Fußballteams und haben mehrfach erfolgreich an der Magdeburger Firmenstaffel teilgenommen.

2015 wurde von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine Nachhaltigkeitsgruppe gegründet, die sich in zahlreichen Projekten am Institut für klimafreundliche Mobilität, schonende Ressourcennutzung und Biodiversität einsetzt. Sie gehört zu den Gründungsgruppen des MPG-weiten Max-Planck-Nachhaltigkeitsnetzwerkes.

Darüber hinaus praktizieren die Mitarbeitenden in der BrauAG, deren erfrischende Ergebnisse zu den MPI Sommerfesten und Weihnachtsfeiern verkostet werden können.

Auch die Jazzband muMPltz, bei der die Wissenschaftler ihren Labor- oder Computerarbeitsplatz mit einem Proberaum im MPI Keller tauschen, bereichert viele Institutsaktivitäten mit ihren Auftritten.

Life at the institute

With their daily work the employees of the MPI "service departments" support the scientific work and the operation of the Institute: the administration, the mechanical and electrical workshops, the library, our facility management, the information technology department, the technical staff in the laboratories. staff and operating engineers of the pilot scale hall, the assistants of the research groups and press and public relations.

Every two years, a health day is held at the Institute with a specific varying focus. Sport during break time and courses for back training are organised. On a regular basis, staff members meet in running groups or football teams. Many co-workers regularly participate in the Magdeburg Company Relay Race.

In 2015, employees founded the sustainability group, which is involved in numerous projects for biodiversity, climate-friendly mobility and careful use of resources at the MPI. The group is one of the founding groups of a new MPG-wide Max Planck Sustainability Network.

In addition, employees practise process engineering in the "brewing group". The refreshing results are presented at MPI summer and Christmas parties.

The jazz band "muMPItz", in which scientists swap their laboratory or computer workstation with the rehearsal room in the MPI basement, also enrich with its performances such fun events.



Dezember 2011 Traditionell wird zu den Weihnachtsfeiern eine Teamchallenge veranstaltet (Beispiel: 2011).

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter packen gemeinsam an und schützen während der Elbeflut das Gästehaus des MPI.





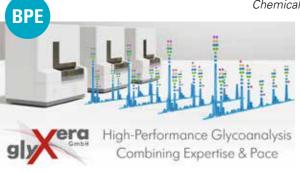
16



Diskussion der aktuellsten Ergebnisse der BPE Gruppe im Januar 2023.

Ausgewählte Forschungsergebnisse

Die von **Udo Reichl** geführte **BPE** Gruppe entwickelt sehr erfolgreich neue Hochleistungs- und Hochdurchsatz-Glykoanalysetechniken zur Charakterisierung von Glykoproteinen, Glycolipiden und komplexen Zuckerstrukturen (Oligosacchariden, Glykanen). Diese Arbeiten führten 2011 zur Ausgründung der **glyXera GmbH** durch Udo Reichl und Erdmann Rapp (Geschäftsführer). Ausgezeichnet mit dem Innovationspreis der Bioregionen Deutschland bietet glyXera weltweit glykoanalytische Produkte und Dienstleistungen für Kunden aus akademischen Einrichtungen und Unternehmen an.



Steffen Klamt erhielt 2017 einen der begehrten Consolidator Grants des Europäischen Forschungsrates (ERC). Mit der Förderung von 2 Millionen Euro über 5 Jahre entwickelte seine Gruppe eine Strategie zur Optimierung von mikrobiellen Produktionsorganismen. Dieser Ansatz verfolgt eine gezielte Manipulation des Energiestoffwechsels der Zellen, woraufhin Zielprodukte mit zum Teil deutlichen Produktivitätssteigerungen synthetisiert werden.

PSE

Kai Sundmacher und Tanja Vidakovic-Koch etablierten in den PSE und EEC Gruppen als neues Forschungsgebiet

die Bottom-up Synthese von künstlichen Zellen mit Prinzipien des Systems Engineering. Ausgehend von einem Blueprint des Funktionsplans werden zelluläre Konstrukte modular aus biomolekularen. Bausteinen zu-

molekularen Bausteinen zusammengesetzt. Auf diesem Weg konnten zelluläre Module für Metabolismus, Energieversorgung und Motilität entwickelt werden. (Ivanov, I. et al, *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*,

2021). Gegenwärtig arbeiten die Forscher daran, funktionsfähige Zellen aufzubauen.

Gemeinsam mit Forschern des MPIs für Kolloid- und Grenzflächenforschung (Potsdam) konnte die **PCF** Gruppe einen Beitrag zur verbesserten Bereitstellung von Artemisinin als wichtigstem Bestandteil von Anti-Malaria-Medikamenten leisten. Dies gelang durch ver-

heistell. Dies gelang duch verbesserte Extraktion des Zielmoleküls aus Artemisia annua gekoppelt mit einer durch Chlorophyll katalysierten Photoreaktion koextrahierter Vorstufen sowie durch effiziente Produktisolation (Triemer et al., Angewandte Chemie, 2018). Stellvertretend für ihre Gruppen wurden Peter Seeberger und Andreas Seidel-Morgenstern mit dem "Humanity in Science Award" (2015) und mit Kerry Gilmore (University of Connecticut) mit dem "Affordable

Green Chemistry Award" der Ameri-

can Chemical Society (2021) ausgezeichnet

Die von **Peter Benner** geleitete **CSC** Gruppe entwickelte zusammen mit der **NDS** Gruppe neuartige Tensor-Methoden niedrigen Ranges. Diese erlauben es, optimale Steuerprobleme für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen mit unbestimmten (zufälligen) Parametern zu lösen. Die Lösung relevanter Anwendungsprobleme, wie z.B. die Berechnung von 3D-Strömungen in porösen Medien mit



Verleihung der Otto-Hahn-Medaille in 2018 durch Ferdi Schüth, Vizepräsident der MPG, an Jessica Bosch, Alumna der Gruppe Numerische lineare Algebra für dynamische Systeme (NDS).

Stokes-Brinkmann-Gleichungen erfordert die Lösung linearer Gleichungssysteme enormer Größe (bis zu 10¹⁵ Unbekannte) mit einem auch auf Supercomputern kaum bereitstellbaren Speicherbedarf (10 PBytes). Die entwickelten und preisgekrönten Techniken (von-Mises-Preis für Martin Stoll) erlauben nun die Lösung derartiger Probleme auf gängigen Desktop-Computern (Benner et al., CMAME, 2016).

Viele hervorragende Ergebnisse konnten Mitarbeiter des MPI in zahlreichen intensiven Kooperationen mit internationalen Partnern erarbeiten. Seit 2010 kooperiert die PSE Gruppe mit der "MPG Partner Group at the East China University of Science and Technology", die in Shanghai



Übergabe des "Humanity in Science Award" an Peter Seeberger und Andreas Seidel-Morgenstern durch Repräsentanten des "Analytical Scientist" und der Firma Phenomenex in New Orleans. 2015.

von Zhiwen Qi geleitet wird. Die Zusammenarbeit zielt auf die Ausarbeitung computergestützter Methoden zur Auswahl und zum Design optimaler Lösungsmittel für chemische Prozesse. Die zweite "MPG Partnergruppe Efficient Heterogeneous Computing" beschäftigt sich unter der Leitung von Dr. Pablo Ezzatti an der Universidad de la República in Montevideo (Uruguay) in enger Kooperation mit der CSC Gruppe mit der Untersuchung des Einsatzes verschiedener Hardware-Plattformen (traditionelle Mehrkernprozessoren, Grafikkarten) zur effizienten Implementierung von Algorithmen der numerischen linearen Algebra.

Die am MPI in den letzten Jahren durchgeführten erfolgreichen Forschungsarbeiten führten zur Verleihung einer größeren Zahl von Preisen an unsere wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Dies betrifft Preise für hervorragende studentische Abschlussarbeiten und Promotionen, Preise von Fachgesellschaften für spezifische wissenschaftliche Leistungen oder langfristige, anerkannte Beiträge zu einem Wissenschaftsgebiet, die Aufnahme von Institutsmitarbeitenden als Mitglieder oder Fellows in nationalen und internationalen Fachgesellschaften und Akademien. Jedoch trugen auch unsere nichtwissenschaftlichen Mitarbeitenden substantiell zur Sichtbarkeit unseres Institutes bei, beispielsweise durch Preise für hervorragende Lehrausbildung und Öffentlichkeitsarbeit.



Jennifer Wilcox und Kai Sundmacher im September 2019 während der Vorbereitung ihres Gemeinschaftsproiektes.

Seit der Institutsgründung wurden zahlreiche Kooperationen mit internationalen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern etabliert. Ein aktuelles Beispiel ist die Vergabe und Umsetzung des Max Planck Sabbatical Award an Jennifer Wilcox (Professor of Chemical Engineering and Energy Policy, University of Pennsylvania), die seit 2020 mit der PSE Gruppe an "Negativ-Emissions-Techniken" mit dem Schwerpunkt Mineralisierung von CO₂ arbeitet.



Unsere MPG
Partner-Gruppe in
Shanghai während
eines Besuches von
Kai Sundmacher im
Oktober 2010.

Selected research results

The BPE group led by Udo Reichl very successfully developed new high-performance and high-throughput glycoanalysis techniques for the characterisation of glycoproteins, glycolipids and complex sugar structures (so-called oligosaccharides or glycans). In 2011, this work led to the spin-off of glyXera GmbH (Founders: U. Reichl & E. Rapp, CEO), which - awarded with the Innovation Prize of the German Bioregions - has been very successful in offering worldwide glycoanalytical products and services to customers from academic institutions and industrial companies.

In 2017, Steffen Klamt received one of the prestigious Consolidator Grants of the European Research Council (ERC). With the funding of 2 million Euro over 5 years, his ARB group developed a strategy for optimising microbial production organisms. This approach pursues a targeted manipulation of the cells' energy metabolism, whereupon target products are synthesised with significant increases in productivity.

As a new field of research in the PSE and EEC groups, Kai Sundmacher and Tanja Vidakovic-Koch established the bottom-up synthesis of artificial cells exploiting systems engineering principles. Starting from a blueprint of the functional plan, cellular constructs are assembled in a modular way from biomolecular components. Thus, cellular modules for metabolism, energy supply and motility could be developed on building functional cells.

Together with researchers from the MPI of Colloids and Interfaces (Potsdam), the PCF group was able to contribute to the improved supply of artemisinin as the most important ingredient of anti-malaria drugs. This was achieved through improved extraction of the target molecule from Artemisia annua combined with a chlorophyll catalysed photoreaction of co-extracted precursors and efficient product isolation. As representatives of their groups, Peter Seeberger (MPI Potsdam) und Andreas Seidel-Morgenstern received the ...Humanity in Science Award" (2015) and with Kerry Gilmore (University of Connecticut) the "Affordable Green Chemistry Award" of the American Chemical Society (2021).

Together, the CSC and NDS groups developed innovative low-rank tensor

methods. These enable solving optimal control problems for time-dependent partial differential equations with uncertain (random) parameters. The solution of relevant application problems, such as the calculation of 3D flows in porous media with Stokes-Brinkmann equations, has so far required the treatment of linear systems of equations of enormous size (up to 10¹⁵ unknowns) with a memory requirement (10 PBytes) that cannot be provided even on supercomputers. These already awarded techniques (von-Mises-Award for Martin Stoll) allow now solving such problems on common desktop computers.

MPI staff have been able to produce many outstanding results in numerous intensive collaborations with international partners. Since 2010, the PSE group cooperates with the "MPG Partner Group at the East China University of Science and Technology", led by Zhiwen Qi in Shanghai. This collabor ation aims to develop computer-aided methods for selecting and designing optimal solvents for chemical processes. The second "MPG Partner Group Efficient Heterogeneous Computing", led by Dr. Pablo Ezzatti at the Universidad de la República in Montevideo (Uruguay), is working in close cooperation with the CSC group to investigate the use of different hardware platforms (traditional multi-core processors. graphics cards) for the efficient implementation of numerical linear algebra

The successful research carried out at the MPI in recent years has led to a large number of prizes and awards for our scientific staff. These include prizes for outstanding student theses and dissertations, awards from professional societies for specific scientific achievements or for recognised long time contributions to a specific scientific field, and the acceptance of researchers as members or fellows of national and international professional societies and academies. However, also our non-scientific staff contributed substantially to the visibility of our institute, for example through awards for outstanding professional training and public relations.

Finally, we can here just mention that all groups of the MPI established numerous fruitful international research cooperations.



Am 31. Januar 2023 besuchte der designierte Präsident der MPG, Patrick Cramer, gemeinsam mit der Generalsekretärin der MPG, Simone Schwanitz, das MPI. v.l.: Andreas Seidel-Morgenstern, Bettina Heise, Britta Peschel, Udo Reichl, Kai Sundmacher, Patrick Cramer, Simone Schwanitz, Peter Benner.

Fazit und Ausblick

Die sehr erfolgreiche Entwicklung des MPI seit 1998 wurde durch den langjährigen Leiter unseres internationalen wissenschaftlichen Fachbeirats (SAB) Michael F. Doherty (University of California/Santa Barbara) folgendermaßen zusammengefasst:

Overall, the Max Planck Institute Magdeburg is a world-class powerhouse working on systems-oriented subjects that are vital to the future well-being of human society globally." (Preface MPI-Report 2017/2018)

Der jüngste Bericht des internationalen wissenschaftlichen Fachbeirats aus dem Jahr 2021 schließt mit der folgenden zusammenfassenden Aussage: "Der Beirat lobt die hohe Qualität der durchgeführten Arbeiten […] Er bewertet die Forschungsergebnisse als "herausragend". Die Kombination von weltweit führenden Rechenmethoden mit exzellenten experimentellen Versuchsanlagen ist eine einzigartige Stärke, welche das Institut von anderen auf den bearbeiteten Forschungsgebieten tätigen Exzellenzzentren unterscheidet."

Zahlreiche wissenschaftliche Highlights, Preise und Erfolge unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können im Rahmen dieser kurzen Schrift leider nicht angesprochen werden. Viele unserer Alumni nehmen inzwischen leitende Positionen in der Industrie und im akademischen Bereich ein. Mehr als 40 unserer Absolventen lehren und forschen inzwischen als Professorinnen und Professoren im In- und Ausland. Viele setzen dabei hier begonnene Forschungsarbeiten fort, teilweise in Kooperation mit uns, und tragen so den Forschungsansatz und die Vision unseres MPI weiter.

Gegenwärtig laufen am Institut intensive Planungen für neue vielversprechende Forschungsverbundprojekte, u.a. mit der OVGU, sowie zur Verlängerung der IMPRS. "Intelligente Prozesssysteme für eine nachhaltige chemische Produktion" werden ein zentraler Pfeiler des zukünftigen Forschungsprofils des Magdeburger Max-Planck-Instituts sein.



and Outlook
The successful deve

Summary

The successful development of our Institute since 1998 was summarized in the highly motivating statement on the left by the long-standing head of our International Scientific Advisory Board (SAB) Michael F. Doherty (University of California/Santa Barbara).

The most recent report of our SAB from 2021 contains the following summary statement: "The SAB commends the high quality work that is produced [...], it finds the research outputs to be outstanding. The combination of world-leading computational work with excellent experimental facilities is a unique strength of the Institute that differentiates it from other centres of excellence in this research field."

Numerous highlights, awards and achievements of our researchers cannot be described in this short review. Many of our alumni now hold important leading positions in industry and academia. More than 40 of them are now teaching and performing research as professors in Germany and abroad. A large number of them continue research work they started here, sometimes in cooperation with us. Thus, they carry on the research approach and vision of our Magdeburg MPI.

Currently, planning of new promising joint research projects is underway, some of them with colleagues at OVGU. We also intend to extend the IMPRS, which has been very successful so far. "Intelligent process systems for sustainable chemical production" will be a central pillar of the future MPI research activities.

Wissen schaffen, Horizonte erweitern: Das Max-Planck-Institut im Jahr 2023.

Creating knowledge, broadening horizons. The Max Planck Institute in the year 2023.



www.mpi-magdeburg.mpg.de