

Licht, Materie, Information

Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“

Light, Matter, Information

Section “Mathematics, Natural Sciences, Engineering”



Impressum

Legal Information

Herausgeber <i>Publisher:</i>	Leibniz-Gemeinschaft Chausseestraße 111 10115 Berlin info@leibniz-gemeinschaft.de www.leibniz-gemeinschaft.de
Präsident <i>President:</i>	Matthias Kleiner
Redaktion <i>Editorial Office:</i>	Sabine Brünger-Weilandt (FIZ KA) Rainer Fechte-Heinen (IWT) Michael Hintermüller (WIAS) Gerhard Kahmen (IHP) Franz-Josef Lübken (IAP) Oskar von der Lühe (KIS) Jürgen Popp (IPHT) Thomas Schröder (IKZ) Albert Sickmann (ISAS) Matthias Steinmetz (AIP) Günther Tränkle (FBH) Brigitte Voit (IPF) Klaus-Dieter Weltmann (INP) Felix Kießling (Geschäftsstelle)
Fotos <i>Photos:</i>	Cover: Hannes Woidich/ISAS 6 / 7: Rainer Weisflog/IHP 20 / 21: Uwe Bellhäuser/INM
Grafiken, Layout <i>Graphics, Layout:</i>	Daniel Franz
Stand <i>Last Update:</i>	3 / 2022

Inhalt

Content

Einleitung	4
<i>Introduction</i>	5
I. Kommunikationstechnologien und Mikroelektronik	10
<i>I. Communication Technologies and Micro-Electronics</i>	11
II. Optik und Photonik	12
<i>II. Optics and Photonics</i>	13
III. Materialforschung, Werkstoff- und Prozesstechnik, Nanotechnologie	16
<i>III. Materials Research, Materials and Process Engineering and Nanotechnology</i>	17
IV. Biomedizinische Forschung und Gesundheitstechnologien	20
<i>IV. Biomedical Research and Health Technologies</i>	21
V. Mathematik und Modellierung	24
<i>V. Mathematics and Modelling</i>	25
VI. Digitaler Wandel, Forschungsdatenmanagement und Infrastrukturen	26
<i>VI. Digital Transformation, Research Data Management and Infrastructures</i>	27
VII. Astrophysik und Erdatmosphäre	28
<i>VII. Astrophysics and Earth's Atmosphere</i>	29
Die Sektion in Zahlen	32
<i>The Section in Figures</i>	33
Die Leibniz-Einrichtungen der Sektion	34
<i>Leibniz Institutes of the Section</i>	35

Einleitung

Neue Technologien und Materialien sind essentielle Triebkräfte für den wirtschaftlichen Fortschritt in einer modernen Industriegesellschaft. Sie sichern unseren Lebensstandard und helfen uns, den Herausforderungen zu begegnen, die zum Beispiel die Energiewende, die Digitalisierung oder eine alternde Gesellschaft mit sich bringen.

Die Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“ der Leibniz-Gemeinschaft ist ideal aufgestellt, um Herausforderungen wie diese interdisziplinär aufzugreifen und flexible Lösungen anzubieten. Sie leistet nicht nur exzellente Forschung, sondern stellt auch die nötigen Informationsinfrastrukturen und Orte für den wissenschaftlichen Austausch zur Verfügung. Ihre Einrichtungen arbeiten in der Mathematik, den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Sie ergänzen erkenntnisorientierte Forschung auf höchstem Niveau mit anwendungsorientierten Themen bis hin zum geprüften Produkt. Effiziente Konzepte des Wissens- und Technologietransfers erleichtern die Übertragung von Forschungsergebnissen, zum Beispiel im medizinischen Bereich, in der Energie-, Klima- und Umwelttechnik oder im Sektor Mobilität.

Diese Broschüre stellt die verbindenden Themenkomplexe der Forschung in der Sektion vor:

- Kommunikationstechnologien und Mikroelektronik,
- Optik und Photonik,
- Materialforschung, Werkstoff- und Prozesstechnik, Nanotechnologie,
- Biomedizinische Forschung und Gesundheitstechnologien,
- Mathematik und Modellierung,
- Digitaler Wandel, Forschungsdatenmanagement und Infrastrukturen,
- Astrophysik und Erdatmosphäre.

Introduction

In a modern industrialised society, new technologies and materials represent essential driving forces of economic progress. They safeguard our standard of living and help us overcome challenges such as the energy transition, digitalisation and an ageing society.

The Leibniz Association's section "Mathematics, Natural Sciences, Engineering" is ideally positioned to tackle these challenges with interdisciplinary approaches and to provide flexible solutions. The section not only conducts excellent research, but also makes available the necessary information infrastructures and sites for academic exchange. Its institutes work in the disciplines of mathematics, natural sciences and engineering. They combine outstanding basic research with application-focused topics all the way to the tested product. Efficient concepts for the transfer of knowledge and technology facilitate the communication of research results in fields including medicine, energy, climate and environmental technology and the mobility sector.

This brochure presents the overarching range of topics guiding the section's research:

- *Communication technologies and micro-electronics,*
- *Optics and photonics,*
- *Materials research, materials and process engineering, nanotechnology,*
- *Biomedical research and health technologies,*
- *Mathematics and modelling,*
- *Digital transformation, research data management and infrastructures,*
- *Astrophysics and Earth's atmosphere.*

Sektionsübergreifend kooperieren die Einrichtungen maßgeblich in den Leibniz-Forschungsverbänden „Health Technologies“, „Advanced Materials Safety“ und „INFECTIONS in an Urbanizing World – Humans, Animals, Environments“ mit anderen Leibniz-Instituten.

Weitere Synergien ergeben sich in den Leibniz-Forschungsnetzwerken „Mathematische Modellierung und Simulation“ (MMS), „Integrierte Erdsystemforschung“, „Immunvermittelte Erkrankungen“, „LeibnizData“ sowie „Stammzellen und Organoide“.

Die Leibniz-Institute sind darüber hinaus in zahlreiche nationale und internationale Kooperationen eingebunden.



The institutes collaborate with other Leibniz Institutes across the different sections primarily within the Leibniz Research Alliances “Health Technologies“, „Advanced Materials Safety“, and „INFECTIONS in an Urbanizing World – Humans, Animals, Environments“.

Further synergies are achieved thanks to the Leibniz Research Networks “Mathematical Modeling and Simulation (MMS), „Integrated Earth System Research“, „Immune-Mediated Diseases“, „LeibnizData“, as well as „Stem cells and organoids“.

Furthermore, the Leibniz Institutes are involved in numerous national and international collaborations.



Technologische Souveränität

Technologische Souveränität wird als ein zentrales innovationspolitisches Themengebiet der kommenden Dekade die europäische Forschungs- und Entwicklungslandschaft nachhaltig verändern und prägen. Die Beherrschung zentraler Schlüsseltechnologien ist die Grundlage für die wirtschaftliche Unabhängigkeit und gesellschaftliche Widerstandsfähigkeit Europas auf der Basis unserer demokratischen Werte. Technologische Souveränität beruht dabei auf einer feinen Balance zwischen Abhängigkeit und Autarkie und erfordert die Beherrschung möglichst vieler, systemisch miteinander verknüpfter Kompetenzen entlang der Wertschöpfungskette im europäischen Forschungsraum.

Einrichtungen der Sektion D haben sich zu einem interdisziplinären Strategieforum „Technologische Souveränität“ zusammengeschlossen, um holistische Beiträge der Leibniz-Gemeinschaft zu europäischen Lösungsansätzen in diesem Bereich zu erarbeiten. Zentrale technologische Themen wie künstliche Intelligenz, Quantentechnologie, zukünftige Kommunikation, Gesundheitsforschung, Smart Factory, Digitalisierung etc. werden in Form von Leibniz-Clustern aus vernetzten Instituten gemeinsam mit externen Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik ausgearbeitet.

Die Leibniz-Gemeinschaft stellt sich dabei komplementär zu Universitäten und anderen außeruniversitären Wissenschaftsorganisationen auf. Der zentrale Leibniz-Ansatz besteht darin, wissenschaftliche und technologische Expertise in einem systemischen Ansatz von der Grundlagen- über die Anwendungsforschung bis hin zu Prototypen miteinander zu verknüpfen.

Technological sovereignty

Technological sovereignty will be a key innovation policy issue in the coming decade and will have a lasting impact on the European research and development landscape. The ability to master key technologies is the basis for Europe's economic independence and social resilience on the basis of our democratic values. Technological sovereignty is based on a sensitive balance between dependence and self-sufficiency and requires the mastery of as many systemically interlinked competences as possible along the value chain in the European Research Area.

Institutions of Section D have joined together to form an interdisciplinary Strategy Forum on „Technological Sovereignty“ in order to develop holistic contributions from the Leibniz Association to European approaches in this area. Central technological topics such as artificial intelligence, quantum technology, future communication, health research, smart factories, digitalisation, etc. are being worked on in the form of Leibniz clusters of networked institutes together with external partners from science, industry and politics.

The Leibniz Association is complementary to universities and other non-university science organisations. The central Leibniz approach is to link scientific and technological expertise in a systematic approach from basic to applied research and prototypes.

Kommunikationstechnologien und Mikroelektronik

In den nächsten Jahren werden sich die rasante Entwicklung der **Kommunikationstechnologien** und die **Digitalisierung** der Gesellschaft fortsetzen. Neben neuen Kommunikationsformen zwischen Personen wird ein drahtloser und autonomer Austausch von Informationen zwischen Gegenständen, Fahrzeugen und Maschinen zum Alltag gehören, das sogenannte *Internet der Dinge* und die *Industrie 4.0*. Diese Entwicklung bringt neue Anforderungen an **Mikroelektronik** und **Kommunikationstechnologien** mit sich: sehr hohe Datenraten, kurze Reaktionszeiten, geringerer Energieverbrauch und neue Anforderungen bezüglich Resilience und Datensicherheit.

Nach wie vor prägen klassische Ansätze wie die weitere, aber zunehmend anspruchsvolle CMOS Skalierung (More Moore) die Weiterentwicklung der Mikroelektronik. Zukünftig werden Quantentechnologien, neuromorphe sowie sensorische Systeme die Leistungsfähigkeit und Funktionalität technischer Systeme komplementär zur CMOS Technologie maßgeblich bestimmen. In diesen zukunftsrelevanten Themenfeldern erarbeiten und erforschen Institute der Sektion Grundlagenfragen bis zu prototypischen Lösungen und tragen somit signifikant zur zukünftigen technologischen Souveränität Deutschlands und Europas bei.

Die Einrichtungen der Sektion entwickeln mikroelektronische Halbleitersbauelemente und Technologien auf Basis von Silizium oder Verbindungshalbleitern. Damit konnten sie bereits Grenzfrequenzen bis zu etwa 700 Gigahertz erreichen, die neue Möglichkeiten für schnelle Datenübertragung, Radar und Sensorik bieten. Aktuelle Forschungsvorhaben zielen auf noch höhere Frequenzen im Terahertz-Bereich und die Verbindung von Technologien und Technologiemodulen.

Die Technologien werden in institutseigenen Pilotlinien für die Fertigung von Schaltkreisen und Systemen als Prototypen für Forschungsprojekte genutzt. Für industrielle Partner werden Kleinserien hergestellt. Um Entwicklungen schneller und einfacher aus der Forschung auf den Markt zu bringen, wurde der Leibniz-Transferverbund „Mikroelektronik“ gegründet.

Beispiele für neue **Kommunikationssysteme** sind Gigabit-WLAN für Datenraten bis über 100 Gigabit pro Sekunde bei Frequenzen bis etwa 300

Communication Technologies and Micro-Electronics

The coming years will see a continuation of the breakneck developments in **communication technologies** and the digitalisation of society. Alongside new forms of interpersonal communication, the seamless and autonomous exchange of information between objects, vehicles and machines – the so-called Internet of Things and Industry 4.0 – will have become an everyday reality. This development brings with it new challenges in terms of micro-electronics and **communication technologies**: incredibly high data rates, short reaction times, reduced energy consumption and fresh challenges in terms of resilience and data protection.

Classical approaches such as the further, but increasingly demanding CMOS scaling (More Moore) continue to shape the further development of micro-electronics. In the future, quantum technologies, neuromorphic and sensory systems will significantly determine the performance and functionality of technical systems in addition to CMOS technology. In these future-relevant subject areas, institutes of the section develop and research basic questions up to prototypical solutions and thus contribute significantly to the future technological sovereignty of Germany and Europe.

The section's institutes are developing micro-electronic semiconductor components and technologies based on silicon and compound semiconductors. They have thereby already managed to achieve cut-off frequencies of around 700 gigahertz, offering new opportunities for rapid data transference, radar and sensor technology. Current research projects aim to achieve even higher frequencies in the terahertz region and combine technologies and technology modules.

These technologies are used as prototypes for research projects in the institutes own pilot lines for the production of circuits and systems. Small series are produced for industrial partners. The Leibniz Transfer Alliance "Micro-Electronics" was founded in order to bring research developments to market more rapidly and efficiently.

Examples relevant to **communication systems** include gigabit WiFi for data rates of over 100 gigabits per second at frequencies of up to 300 gigahertz, as well as wireless sensor networks and components for fibre-

Gigahertz sowie drahtlose Sensornetze und Komponenten für die Glasfaserkommunikation. In den letzten Jahren konnte die Verbindung von Indiumphosphid mit Si-Technologien demonstriert werden, ein Beispiel für die hybride Integration. Derartige Lösungen werden vor allem in der drahtlosen und Breitband-Kommunikation angewendet.

Völlig neue Möglichkeiten ergeben sich in der stärkeren Zusammenführung der Expertise in der **Mikroelektronik** mit der Forschung von stärker materialbezogenen Instituten. Diese erforschen neue oxidische, metallische, organische und hybride Funktions- und Nanomaterialien und Strukturen, die großes Potenzial für zukünftige Mikro- und Nanotechnologien haben. Auch Aspekte integrierter Smart Systems, der Nanoelektronik und des Quanten-Computing werden aufgegriffen.

Die Leibniz-Institute arbeiten zudem eng mit Universitäten zusammen, etwa in thematischen Joint Labs und der Kooperation „Above – Moore: Materials and Technologies for Smart and Multifunctional Systems“ mit der TU Dresden und der BTU Cottbus-Senftenberg.

II. Optik und Photonik

Licht und Plasma sind zentrale Forschungswerkzeuge in den Natur-, Ingenieur- und Lebenswissenschaften und die Grundlage für photonische Technologien. Maßgeschneidertes Licht in breiten Spektral- und Zeitbereichen hat die Anwendungsmöglichkeiten photonischer Methoden massiv erweitert. Es macht die **Photonik** zu einer der wichtigsten Schlüssel- und Querschnittstechnologien für das 21. Jahrhundert.

Photonische Technologien werden in vielen Bereichen angewendet, etwa in den Lebenswissenschaften, der Medizin, der Kommunikation und der Datenspeicherung. Photonische Forschung und Technologien zählen zu den wichtigsten Innovationstreibern für die moderne Gesellschaft und Wirtschaft.

Die Institute der Sektion arbeiten in einem Bereich, der von den Grundlagen der Licht-Materie-Wechselwirkung auf extremen Zeit- und Längenskalen bis hin zu optoelektronischen Bauelementen und technischen Systemen

optic communication. It has been possible in recent years to demonstrate the combination of Indium phosphide with Si technologies, an example of hybrid integration. These kinds of solutions are above all used in wireless and broadband communication.

*Completely new possibilities are being created by forging closer links between **micro-electronics** expertise and the more material-orientated institutes. The latter conduct research into new oxidic, metallic, organic and hybrid functional and nanomaterials and structures, with great potential in terms of future microtechnologies and nanotechnologies. These institutes also examine aspects of integrated smart systems, nanoelectronics and quantum computing.*

The Leibniz Institutes also work closely together with universities, for instance in thematic Joint Labs and the collaborative project “Above – Moore: Materials and Technologies for Smart and Multifunctional Systems” together with TU Dresden and BTU CottbusSenftenberg.

II. Optics and Photonics

*Light and plasma are key research tools in the natural sciences, engineering and life sciences, and form the basis of photonic technologies. Customised light in broad spectral and temporal domains has massively expanded the ways in which **photonic** methods can be applied. This makes photonics one of the most important key and cross-sectional technologies of the twenty-first century.*

***Photonic technologies** are applied in many areas, such as in the life sciences, in medicine, communications and data storage. Photonic research and technologies are among the key drivers of innovation in modern societies and economies.*

The work carried out by the section’s institutes extends from basic research into light-material interactions along extreme time and length scales, through to optoelectronic components and technical systems. Theoretical work and mathematical methods of analysis and simulation also play an important role.

reicht. Eine wichtige Rolle spielen auch theoretische Arbeiten und mathematische Methoden der Analyse und Simulation.

Im Terahertz-Bereich, also im elektromagnetischen Spektrum zwischen Millimeter-Wellen und Infrarot-Strahlung, werden grundlegende optische und elektrische Materialeigenschaften untersucht. Quantenkaskadenlaser und neuartige Detektoren erschließen vielversprechende Anwendungen, etwa in der Sicherheitstechnik an Flughäfen oder bei der Erforschung des Weltalls. Der Spektralbereich der Röntgenstrahlung bietet neue Möglichkeiten, um die atomare und elektronische Struktur von Materialien zeit-aufgelöst zu studieren und zu verstehen, in bestimmten Fällen sogar im Attosekundenbereich.

Optische Methoden werden auch in der Astrophysik und der Erdatmosphärenforschung angewendet. Im Bereich der Astrophysik erlauben photonische Methoden – die sogenannte Astrophotonik – neue Ansätze in der Miniaturisierung von optischen Elementen (bedeutend vor allem für Weltraummissionen) sowie für Präzisionsmessungen in der Spektroskopie und Interferometrie. Im Bereich der Atmosphärenphysik entwickeln Institute spezielle Laserverfahren, so genannte „Lidar“ (Light induced detecting and ranging). Mit Lidar kann die thermische und dynamische Struktur vom Erdboden bis zur unteren Thermosphäre untersucht werden, und zwar mit einer zeitlichen und räumlichen Auflösung, die mit keiner anderen Technik möglich ist.

Parallel dazu wird die Entwicklung neuer **photonischer Systeme** (Plasma, Licht) verfolgt, u.a. auch für die Umweltanalytik, die Erforschung von plasma- und ionengestützten Technologien zur Präzisionsfertigung von Dünnschichtoptik bis hin zu Geräten für medizinische Diagnosen und neue Formen in der Therapie sowie Anwendungen in der Hygiene.

Wichtige Forschungsthemen sind weiterhin die Entwicklung analytischer Methoden für dünne Schichten und kleinste Materialmengen, die Entwicklung kompakter Diodenlaser mit hoher Ausgangsleistung, neue Anwendungen der Plasma- und Lasertechnologie in der Medizin und in der Verfahrenstechnik sowie die monolithische Integration von Lichtquellen aus III-V-Verbindungshalbleitern in die Si-Technologie.

The institutes investigate basic optical and electrical material properties in the terahertz area, i.e. in the electromagnetic spectrum between millimetre waves and infra-red radiation. Quantum cascade lasers and innovative detectors are unlocking promising applications, such as in security technology at airports and in space research. The spectral range of X-rays offers new opportunities for studying and understanding the atomic and electronic structure of materials in a time-resolved manner. In some instances, this is even achieved at the attosecond level.

***Optical methods** are also used in astrophysics and research into Earth's atmosphere. In the field of astrophysics, photonic methods – also known as astrophotonics – allow new approaches in the miniaturisation of optical elements (important especially for space missions) as well as for precision measurements in spectroscopy and interferometry. In the field of atmospheric physics, institutes are developing special laser procedures, so-called “lidar” (light induced detecting and ranging). Lidar makes it possible to examine the thermal and dynamic structure of Earth's surface through to the lower thermosphere with a temporal and spatial resolution that cannot be achieved with any other technique.*

*At the same time, the development of new **photonic systems** (plasma, light) is being pursued for areas of application which include environmental analytics, the study of plasma- and ion-based technologies for the precision-manufacturing of thin-film optics, and devices for medical diagnoses and new forms of therapy as well as hygiene applications.*

The development of analytical methods for thin films and minimal material quantities; the development of compact diode lasers with high output capacity; new applications for plasma and laser technology in medicine and process engineering; and the monolithic integration of III-V compound semiconductor light sources in Si technology – all of these continue to be key research topics within the section.

III. Materialforschung, Werkstoff- und Prozesstechnik, Nanotechnologie

Werkstoffe mit neuen Eigenschaften und Funktionen sind für die Entwicklung neuartiger Technologien unverzichtbar. Sie ermöglichen Systemlösungen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie, in der Medizin-, Kommunikations-, Verkehrs- und Energietechnik. Darüber hinaus sind sie Innovationstreiber für den Maschinen- und Automobilbau sowie für den Schienenverkehr und die Luft- und Raumfahrt. Dabei nehmen aufeinander abgestimmte Prozessketten und die umfassende Werkstoffprüfung und -analyse eine große Rolle in der ingenieurwissenschaftlichen Forschung ein, deren Erkenntnisse unmittelbar in der industriellen Praxis Eingang finden.

Die materialwissenschaftlichen Institute der Sektion untersuchen und optimieren Werkstoffe, erforschen Prozesse, Auslegungs- und Fertigungsverfahren und stellen so die gesamte Breite von kleinsten Pulvern bis zu großen Bauteilen in den Fokus. Ihr Anspruch ist, den werkstofforientierten Anforderungen der Zukunft durch Weiterentwicklungen von Technologien, Materialien und Verfahren zu begegnen. Sie erforschen und entwickeln dabei **Materialien aller Werkstoffklassen**: Funktions- und Nanomaterialien mit breitem Anwendungspotential in der Kommunikationstechnik und biomedizinischen Anwendung sowie Hochleistungsverbundwerkstoffe, nanostrukturierte Materialien, Polymere, und Katalysatoren, die besonders im Leichtbau und in der Energietechnik unentbehrlich sind. Strukturwerkstoffe, die durch additive Fertigungsverfahren entstehen, lassen so Eigenschaftsprofile realisierbar werden, die bisher unmöglich erschienen und vollkommen neue Freiheitsgrade bei der Gestaltung und Verwendung innovativer Produkte schaffen. Zudem spielen effiziente Material- und Katalysatorsynthesen, neue nachhaltige Rohstoffe, Strategien des Recyclings und Konzepte der Biomimetik oder Bionik eine wichtige Rolle innerhalb der Forschung dieser materialwissenschaftlichen Institute. Aktuell hat die Sektion ihre Aktivitäten zu „Weicher Materie“ und „interaktiven Materialien“ verstärkt.

Das Ziel der Forschung ist es, die komplexen Struktur-Eigenschaftsbeziehungen der **Materialien** ganzheitlich zu verstehen und in einer engen interdisziplinären Zusammenarbeit von Natur- und Ingenieurwissenschaften

III • Materials Research, Materials and Process Engineering, Nanotechnology

Materials with new properties and functions are vital to the development of innovative technologies. They form the basis for systemic solutions in the chemicals and pharmaceuticals industries, in medical technology, and communications, transport, and energy technology. They are also drivers of innovation in engineering and the automotive industry, as well as in rail transport and aerospace. Coordinated process chains and comprehensive materials testing and analysis play a major role in engineering research, the findings of which are directly applied in industrial practice.

The section's institutes specialising in materials science investigate and optimise materials, research processes, design and manufacturing methods and thus focus on the entire range from the smallest powders to large components. Their aim is to meet the material-oriented requirements of the future by further developing technologies, materials and processes. In doing so they conduct research in and develop **materials of all classes**: functional materials and nanomaterials with wide-ranging application potential in communications technology and biomedical applications, as well as high-performance composite materials, nanostructured materials, polymers and catalysts that are indispensable in light weight construction and energy technology in particular. Structural materials created by additive manufacturing processes make it possible to realise property profiles that previously seemed impossible and create completely new degrees of freedom in the design and use of innovative products. In addition, efficient material and catalyst synthesis, new sustainable raw materials, recycling strategies, and concepts of biomimetics and bionics play a key role within the research of these materials' science institutes. The section is currently expanding its activities in the areas of "soft matter" and "interactive materials".

The aim of the research is to gain a comprehensive understanding of the **materials'** complex structure-property relationships, and to progress from molecule to material and ultimately to component and system integration with specific application as part of a close interdisciplinary collaboration between researchers in the natural sciences and engineer-

den ganzen Weg vom Molekül zum Werkstoff und letztlich zum Bauteil und zur Systemintegration mit konkreter Anwendung zu gehen. Hiermit verknüpft sind die Entwicklung und Bereitstellung nanoskopischer Charakterisierungstechniken und die theoretisch-physikalische Modellierung (Computational Materials Science). Besondere Synergien und sektionsübergreifender Mehrwert in der Materialforschung entstehen bei der Zusammenarbeit im Rahmen der Leibniz-Forschungsverbände „Health Technologies“ und „Advanced Materials Safety“.

Die **Nanotechnologie** entwickelt sich zu einer Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Noch ist jedoch in manchen Fällen unklar, welche Folgen es hat, wenn Nanomaterialien mit dem menschlichen Körper in Wechselwirkung treten. Die Sektion hat deshalb mit Instituten dreier Leibniz-Sektionen und weiteren Partnern in Forschung und Industrie den Forschungsverbund „Advanced Materials Safety“ initiiert. Sie bündelt damit ihre Kompetenzen im physiko-chemischen, biologisch-medizinischen und psychologisch-sozial-wissenschaftlichen Bereich für die Erforschung der **Sicherheit der Nanotechnologie** auf höchstem wissenschaftlichem Niveau. Zentrale Aufgaben des Forschungsverbundes sind:

- **Grundlegende Mechanismen verstehen:** Die Verbundpartner erforschen die Wege von Nanopartikeln in den menschlichen Körper, ihre Aufnahme in Zellen, Gewebe und Organe sowie Interaktionen und Wirkmechanismen.
- **Sichere Nanomaterialien entwickeln:** Die Partner formulieren Konzepte für die Entwicklung intrinsisch sicherer Nanomaterialien („Safe by design“).
- **Sachverhalte erklären und vergleichbar machen:** Eine Wissensplattform und andere Medien informieren die Öffentlichkeit fundiert über Nanosicherheit und Forschungsergebnisse.

ring sciences. This also involves the development and provision of nanoscopic characterisation techniques and theoretical-physical modelling (computational materials science). The collaborations within the Leibniz Research Alliances “Health Technologies”, and “Advanced Materials Safety” generate special synergies and added value in materials research across the different sections.

Nanotechnology is developing into one of the twenty-first century’s key technologies. However, it is still unclear in some instances what the impact may be of the interaction between nanomaterials and the human body. This is why the section has initiated the Research Alliance “Advanced Materials Safety” together with Leibniz Institutes from three different sections, as well as with additional research and industry partners. The institutes and their partners thereby pool their expertise in the realms of physical chemistry, biological medicine and the psychological and social sciences in order to research the **safety of nanotechnology** at the highest academic level. The Research Alliance’s key tasks include:

- *Understanding basic mechanisms: The alliance partners study the pathways of nanoparticles in the human body, their absorption in cells, tissue and organs, as well their interactions and mechanisms of action.*
- *Developing safe nanomaterials: The partners formulate concepts for developing intrinsically safe nanomaterials (“safe by design”).*
- *Explaining facts and rendering them comparable: A knowledge platform and other media are used to provide the public with sound information on nanosafety and research findings.*

IV. Biomedizinische Forschung und Gesundheitstechnologien

Die biomedizinische Forschung in der Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“ hat einen starken Bezug zu Materialien und widmet sich der **Verbindung von biologischen und technischen Systemen**.

Materialforscher untersuchen im biomedizinischen Bereich vor allem die Steuerung von Wechselwirkungen zwischen Biosystemen und synthetischen Materialien. Sie erforschen ansprechbare und anpassungsfähige Polymerschichten, in Biomaterialien implantierte Ionen, vernetzte funktionelle Hydrogele an Grenzschichten sowie biologisch und therapeutisch aktive Biohybrid-Strukturen. Diese Forschung bereitet den Weg für regenerative Therapien, die Steuerung der Bioverträglichkeit von Implantaten und die kontrollierte Freisetzung von Wirkstoffen. In Kooperation mit Kliniken und biomedizinischen Einrichtungen werden die neuen Materialien getestet.

Die Forschung zur Verbindung von biologischen und technischen Systemen will unter anderem Daten für die Modellierung und Simulation gewinnen. Ein Schwerpunkt ist die maßgeschneiderte Auswertung massenspektrometrischer und optisch-spektroskopischer Daten. Mit Modellierung und Simulation lassen sich Experimente konzipieren – oder auch vermeiden. Sie ermöglichen die Voraussage von Versuchsergebnissen in der Umwelt- und Klimaforschung und in der Medizin.



IV. *Biomedical Research and Health Technologies*

The biomedical research conducted in the section “Mathematics, Natural Sciences, Engineering” is greatly focused on materials and is dedicated to the connection of biological and technical systems.

Materials researchers working in the field of biomedicine particularly focus on controlling the interactions between biosystems and synthetic materials. They study responsive and adaptable polymer layers, ions implanted in bio-materials, cross-linked functional hydrogels on boundary layers as well as biologically and therapeutically active biohybrid structures. This research paves the way for regenerative therapies, controlling the biocompatibility of implants, and the controlled release of bioactive compounds. The new materials are tested in collaboration with clinics and biomedical institutes.

One of the aims of the research into the connection of biological and technical systems is to generate data for the purpose of modelling and simulation. One focal point here is the customised analysis of mass spectrometric and optical spectroscopic data. With the aid of modelling and simulation, experiments can be designed – or avoided. These methods make it possible to predict experimental outcomes in environmental and climate research as well as in medicine.



Neu im Profil der Sektion sind die **Gesundheitstechnologien**. Um Forschungsergebnisse einfacher und schneller auf den Gesundheitsmarkt zu bringen, kooperieren die Institute mit anderen Sektionen der Leibniz-Gemeinschaft und mit klinischen Partnern. Gemeinsam mit Instituten der Sektionen „Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Raumwissenschaften“ und „Lebenswissenschaften“ haben sie darüber hinaus den Leibniz-Forschungsverbund „Leibniz Gesundheitstechnologien“ gegründet. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht es, Innovationen in den **Gesundheitstechnologien von der Grundlagenforschung bis zur Vermarktung** zu fördern und so die **Translation** zu beschleunigen. Zugleich können durch die begleitende Forschung Risiken frühzeitig erkannt werden.

Die Technologien und Dienstleistungen der beteiligten Institute bergen großes Potenzial für die lebenswissenschaftliche und klinische Forschung. Sie können helfen, Patienten besser zu behandeln und zu versorgen und ein effizienteres und effektiveres Gesundheitswesen zu schaffen.

Der Verbund „Leibniz Gesundheitstechnologien“ widmet sich fünf Kompetenzfeldern. Er erforscht und entwickelt

- zuverlässige, kostengünstige optische/photonische und nicht-photonische Point-of-Care-Technologien und Screening-Methoden für eine schnelle Diagnostik und Risikoabschätzung häufig vorkommender Erkrankungen,
- präzisere optische/photonische Methoden für eine hochspezifische und hochsensitive Bildgebung,
- Technologien zur Detektion von Biomarkern für die Früherkennung von lebensstil- und altersbedingten Erkrankungen, die Differentialdiagnostik bei Multimorbiditäten und die Bewertung von Therapieverläufen,
- den Einsatz der Plasmamedizin und deren Kombination mit weiteren optischen Technologien für personalisierte Behandlungs- und Therapiemöglichkeiten und die Prävention,
- neue Materialien zur Oberflächenmodifikation für Implantate und therapeutische Anwendungen.

Health technologies are a recent addition to the section's profile. In order to make it faster and easier to bring research findings to the healthcare market, the institutes collaborate with other Leibniz Association sections and with clinical partners. Together with institutes from the sections "Economics, Social Sciences, Spatial Research" and "Life Sciences" they have furthermore founded the Leibniz Research Alliance "Leibniz Health Technologies". This interdisciplinary collaboration makes it possible to *foster innovation in health technologies*, from basic research through to marketing, and thus accelerate the *transfer* process. The accompanying research also provides the means to identify risks at an early stage.

The technologies and services of the participating institutes have great inherent potential in terms of clinical and life sciences research. They can help to provide better treatment and care to patients and create more efficient and effective healthcare.

The work conducted within the Leibniz Research Alliance "Leibniz Health Technologies" is dedicated to five key research areas. The alliance conducts research into and develops

- *reliable, cost-effective optical/photonic and nonphotonic point-of-care technologies and screening methods for speedy diagnostics and risk assessment of common diseases;*
- *precise optical/photonic methods for highly specific and highly sensitive imaging;*
- *technologies for the detection of biomarkers for the early detection of lifestyle- and age-related diseases, the differential diagnosis of multimorbidities and the evaluation of therapy progress;*
- *use of plasma medicine and its combination with other optical technologies for personalised treatment and therapy options and prevention;*
- *new materials for surface modification for implants and therapeutic applications.*

V. Mathematik und Modellierung

Die **Mathematik** beeinflusst unser Leben, wenn auch oft unbemerkt. In unserer hochtechnisierten Welt kommt kaum ein Bereich ohne sie aus. Als Grundpfeiler von Naturwissenschaft und Technik bereitet sie den Weg für Innovationen, etwa bei industriellen Fertigungsprozessen, optoelektronischen Bauelementen, Energiespeichern und in der Medizintechnik. Aus wissenschaftlicher Sicht besonders wichtig sind die mathematische Modellierung, Analyse, computergestützte Lösung sowie die Optimierung und Steuerung von Prozessen.

Die **Modellierung** übersetzt wissenschaftliche Fragestellungen in die Sprache der Mathematik, um sie einer Analyse und numerischen Lösungsverfahren zugänglich machen zu können. In einem weiteren Schritt können Situationen der realen Welt mithilfe moderner Rechentechnik in Simulationen „durchgespielt“ werden.

Moderne Methoden der **mathematischen Modellierung und Simulation** (MMS) sind für einen Standort der Spitzentechnologie unverzichtbar. Durch sie können teure, energie- und zeitintensive oder die Umwelt belastende Experimente vermieden werden („virtuelles Labor“). MMS ermöglichen Erkenntnisse in Raum- und Zeitskalen, die nicht mit Experimenten erfasst werden können. Wenn Experimente gefährlich oder nicht durchführbar sind, erlauben sie Vorhersagen, etwa in der Klima- und Umweltforschung oder der Medizin. Auch können mit MMS Risiken abgeschätzt werden, beispielsweise beim Einsatz neuer Technologien. In vielen Fällen senken MMS wesentlich die Kosten, da Entwicklungszyklen verkürzt werden können, bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung. Zudem kann der Einfluss zufälliger (stochastischer) Ereignisse analysiert und nutzbar gemacht werden.

Die Sektion erforscht mit MMS Vorgänge von der atomaren Ebene über die Nano- und Mikroskala bis zu kosmischen Strukturen. Sie sind in der Regel hochkomplex und erfordern den Einsatz modernster Techniken der Numerik sowie zum Teil auch des High Performance Computing. Oft müssen für die dabei auftretenden Probleme effiziente Simulationstools neu entwickelt werden.

V. Mathematics and Modelling

Mathematics influences our lives in many ways, but often it remains unnoticed. In our hightech world, it is instrumental for virtually all fields involved. As a cornerstone of the natural sciences and technology, it paves the way for innovations in areas including industrial manufacturing techniques, optoelectronic components, energy storage systems and medical technology. Here, mathematical modelling, analyses, computer-aided problem-solving, and process optimisation and control are particularly important from a scientific perspective.

*The **modelling** process translates scientific problems into the language of mathematics, in order to make them accessible to analysis and problem-solving processes. Consequently, real-world scenarios can be “played through” in simulations using state-of-the-art computing technologies.*

*Modern methods of **mathematical modelling and simulation** (MMS) are vital to any player engaged in cutting-edge technology. They facilitate avoidance of experiments that might be expensive, energy- and time-intensive or hazardous for the environment (“virtual laboratory”). MMS can provide insights into spatial and temporal scales that are elusive to experiments, or when experiments are dangerous or infeasible, MMS enables researchers to make predictions in fields such as climate and environmental research or medicine. MMS also allows for risks to be assessed, e.g. when adopting new technologies. In many instances, MMS substantially reduces costs, as development cycles can be shortened while increasing quality. At the same time, it allows random (stochastic) events to be analysed and rendered useful.*

The section uses MMS to explore processes ranging from the atomic level through to the nano- and microscale and including cosmic structures. These processes are generally highly complex and require the use of cutting-edge numerical techniques as well as high-performance computing. It is frequently the case that the resulting problems require the development of entirely new efficient simulation tools.

In vielen Vorhaben der Leibniz-Gemeinschaft ist die **mathematische Modellierung und Simulation** von höchster Relevanz. Um Synergien zu schaffen, wurde deshalb das sektionsübergreifende Leibniz-Netzwerk „MMS“ gegründet.

Die international renommierten **Tagungsstätten und Begegnungszentren** der Sektion bieten darüber hinaus Raum für die wissenschaftliche Vernetzung und die Entwicklung neuer Ideen und Konzepte. Die Tagungen überspannen eine große thematische Bandbreite, von theoretischen Grundlagen über die mathematische Modellierung bis hin zur numerischen Mathematik, Simulationstechnik, Komplexitätsbetrachtung, Algorithmik und Softwaretechnologie.

VI. Digitaler Wandel, Forschungsdatenmanagement und Infrastrukturen

Der **Digitale Wandel**, der in einem rasanten Prozess verläuft, eröffnet neue Chancen und führt gleichzeitig zu neuen Herausforderungen – im Privaten ebenso wie in der Arbeitswelt, in Kultur und Bildung und in besonderem Maße in Wissenschaft und Forschung.

In den Natur- und Technikwissenschaften spielen digitale Werkzeuge und Prozesse schon länger eine wichtige Rolle. **Forschungsdaten** fallen zunehmend nur noch digital, dafür aber in immer größerem Umfang an. Der Fortschritt der Informationstechnik erlaubt es, diese Datenmengen zu speichern, zu analysieren, zu visualisieren und langfristig verfügbar zu machen. Immer häufiger arbeiten Teams ortsunabhängig in virtuellen Forschungsumgebungen und greifen auf vernetzte digitale Datenressourcen zu. Der digitale Wandel beschleunigt Forschungsprozesse und befördert internationale und transdisziplinäre Kooperationen. Doch viele Fragen zu Nachhaltigkeit, Qualitätssicherung, Datenschutz und Datensicherheit sind derzeit noch offen.

Mit dem Bestreben, **Open Access, Open Data und Open Science** zu fördern, rücken digitale Forschungsdaten und deren Management in den Blick von Wissenschaftspolitik und Forschungsförderern. Ein leistungsfähiges Management von Forschungsdaten ist der Schlüssel zu Innovationen und birgt ein hohes Wertschöpfungspotenzial.

Mathematical modelling and simulation is highly relevant to many research agendas of the Leibniz Association. As a consequence, the Leibniz Network “MMS”, which involves multiple sections, was founded to create synergies in its associated research areas.

In addition, the section’s internationally renowned *conference venues and meeting centres* offer a space for academic networking and the creation of new ideas and concepts. The conferences cover a wide thematic spectrum, from theoretical foundations of mathematical modelling, to numerical mathematics, simulation technology, complexity observation, algorithms and software technology.

VI. Digital Transformation, Research Data • Management and Infrastructures

The breakneck process of *digital transformation* is unlocking new opportunities whilst also creating new challenges – in the private sphere and the workplace, in culture and education, and, above all, in academia and research.

Digital tools and processes have long played a key role in the natural sciences and engineering sciences. *Research data* are increasingly generated only in digital format, but their volume is ever-increasing. Advances in information technology provide the means to store this wealth of data, analyse it, visualise it, and make it accessible in the long term. It is becoming ever more common for teams to work remotely in virtual research environments and access networked digital data resources. Digital transformation is accelerating research processes and facilitating international and transdisciplinary collaborations. Yet there are currently still many unanswered questions regarding sustainability, quality assurance, data protection and data security.

Academic policy-makers and research funders, intent on promoting *Open Access, Open Data and Open Science*, are increasingly focusing on digital research data and their management. High-performance management of research data is the key to innovation and has great potential to generate value.

Zentral dafür ist die langfristige Verfügbarkeit von Daten. Durch sie bleiben Forschungsprozesse und -ergebnisse auch in Zukunft nachvollziehbar. Darüber hinaus ermöglicht sie die Nachnutzung in ganz anderen Kontexten. Dies eröffnet neue Erkenntnishorizonte und Forschungsräume ebenso wie neue Formen des wissenschaftlichen Arbeitens.

Zunehmend werden Daten selbst zu Publikationen. Wissenschaftler müssen sich auf eine leistungsstarke **Informationsinfrastruktur** stützen können, die externe und überregionale Ressourcen und Services umfasst und für die entsprechende Forschung betrieben wird. Nur dann können die wachsenden digitalen Daten- und Publikationsmengen effizient, qualitäts- und rechtssicher nutzbar gemacht werden.

In der Leibniz-Gemeinschaft besteht das einmalige Potenzial, gemeinsam innovative Szenarien zu entwickeln, die beispielhaft sind für das gelungene Zusammenwirken von Wissenschaft und Informationsinfrastruktur. Wissenschaftliche Leistungsfähigkeit und effizientes **Forschungsdatenmanagement** gehören zusammen.

Insbesondere die Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“ mit ihren datenintensiven Wissenschaften und hoch entwickelten Informationsinfrastrukturen kann hier Maßstäbe setzen. Institute der Sektion sind an zehn Konsortien der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) beteiligt, in der Mathematical Research Data Initiative (MaRDI) in Konsortialführerschaft.

VII. Astrophysik und Erdatmosphäre

Die Erforschung des **Kosmos** beleuchtet weitgehend unerschlossene Areale der menschlichen Erkenntnis über die Physik. Ihr Interesse reicht von der Atmosphäre als Schnittstelle unseres Planeten zum Weltraum bis zu den Grenzen des beobachtbaren Universums. Die Forschung widmet sich der Struktur der großräumigen Materieverteilung, dem Aufbau unserer Milchstraße und den Sternen, einschließlich unserer Sonne.

Drei Institute der Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“ sind das Bindeglied zwischen diesen grundlegenden Themen und den an-

The long-term availability of data is essential here. It is this long-term availability that makes it possible to comprehend research processes and results in the future as well. It also makes it possible for us to subsequently use the results in entirely different contexts. This opens up new knowledge horizons and areas of research as well as new forms of academic working.

*Data are themselves increasingly becoming publications. Researchers need to be able to draw on a high-performance **information infrastructure** that encompasses external and supraregional resources and which is operated for the benefit of appropriate research. Only then can the growing quantities of digital data and publications be rendered usable in a way that is efficient, quality-assured and legally compliant.*

*Within the Leibniz Association, there is the unique potential to jointly develop innovative scenarios that are exemplary of the successful collaboration between academia and information infrastructure. Academic performance and efficient **research data management** go hand in hand.*

With its data-intensive academic disciplines and highly developed information infrastructures, section “Mathematics, Natural Sciences, Engineering” is particularly well-placed to set benchmarks in this regard. Institutes of the Section are involved in ten consortia of the German National Research Data Infrastructure (NFDI), in the Mathematical Research Data Initiative (MaRDI) in consortium leadership.

VII. Astrophysics and Earth’s Atmosphere

*The study of the **cosmos** highlights largely unexplored areas of human insight into physics. Such study extends from the atmosphere as the interface between our planet and outer space, through to the limits of the observable universe. Research in this field is dedicated to the structure of large-scale distribution of matter, and the composition of our Milky Way and the stars, including our sun.*

Three institutes within the section “Mathematics, Natural Sciences, Engineering” form the link between these fundamental topics and the sec-

wendungsorientierten Bereichen der Sektion. Sie entwickeln und unterhalten international renommierte **Forschungsinfrastrukturen**. Damit treiben sie die Entwicklung von Methoden und Technologien voran, insbesondere in der Optik und Photonik sowie der mathematischen Modellierung.

In der **Atmosphärenphysik** werden Prozesse an der Grenze zwischen Erdatmosphäre und Weltraum untersucht, der am wenigsten bekannten Höhengschicht. Hier ändern sich die physikalischen Gesetzmäßigkeiten grundlegend. Experimentelle und theoretische Methoden stehen dadurch vor besonderen Herausforderungen. Zum Beispiel sind Klimaänderungen in dieser Schicht um ein Vielfaches größer als am Erdboden. Die Gründe dafür verstehen wir bis heute nicht ausreichend.

Der Magnetismus von Sternen beeinflusst ihren Zustand und ihre Entwicklung grundlegend. Die hochkomplexen Vorgänge, die er auslöst, sind noch weitgehend unverstanden. Konzentrationen von Magnetfeldern auf der Sonne lösen spontane Eruptionen aus. Das kann intensive Wechselwirkungen mit dem Erdmagnetfeld und der oberen Erdatmosphäre zur Folge haben. Ihr Einfluss auf die technologischen Grundlagen unserer Zivilisation ist deutlich spürbar.

Gravitation und Elektromagnetismus und ihr Wechselspiel bestimmen den Aufbau und die Entwicklung des **Kosmos** und seiner Objekte (Sterne & Galaxien) auch auf den größten Skalen. Vermessen werden sie mit den größten Teleskopen und mit Spektrographen, die simultan das Licht sehr vieler Quellen präzise erfassen. Mit ihnen können Wissenschaftler den physikalischen Zustand der Lichtquellen und seine Entwicklung erkennen. In keinem irdischen Labor können jene Prozesse nachgebildet werden, die aus der Wechselwirkung von astrophysikalischen Plasmen mit Magnetfeldern entstehen oder durch die Wirkung bisher unbekannter Substanzen wie dunkler Materie und dunkler Energie. Neue, grundlegende Erkenntnisse über die Physik lassen sich zuweilen nur durch die Beobachtung des Universums gewinnen.

tion's application-focused areas. They develop and operate internationally renowned research infrastructures. They thereby drive the development of methods and technologies, especially in the realm of optics, photonics, and mathematical modelling.

The field of **atmospheric physics** examines processes at the boundary between Earth's atmosphere and outer space, the least well-known altitude layer. Physical laws are fundamentally altered here. This creates particular challenges for experimental and theoretical methods. For example, climate changes in this layer are much greater than on Earth's surface. To this day, we do not sufficiently understand the likely causes.

The magnetism of stars fundamentally influences their state and development. Researchers still largely lack understanding of the highly complex processes caused by this magnetism. Concentrated magnetic fields on the sun cause spontaneous eruptions. This can result in intense interactions with the Earth's magnetic field and upper atmosphere. The influence of such interactions on the technological foundations of our civilisation is palpable.

Gravitation, electromagnetism and the interaction between the two determine the structure and development of the **cosmos** and its objects (stars and galaxies) even on the largest of scales. These are measured using the largest telescopes and spectrographs, which also precisely record the light from many different sources. Researchers can, in turn, use these tools to identify both the physical state of the light sources and its development. No earthly laboratory is capable of replicating the processes resulting from the interaction between astrophysical plasmas and magnetic fields, or from the effect of hitherto unknown substances such as dark matter and dark energy. New, fundamental insights into physics can sometimes only be gained by observing the universe.

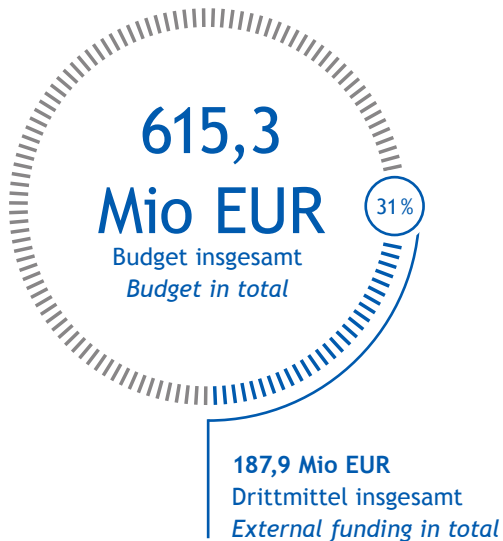
Die Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“ in Zahlen (Stand: Dezember 2021)

24

Institute in der Sektion
Institutes in the section

5141

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter insgesamt
Staff in total



The Section “Mathematics, Natural Sciences,
Engineering” in Figures
(Last Update: December 2016)

2979

Wissenschaftlerinnen und
Wissenschaftler insgesamt
Researchers in total

879

Wissenschaftlerinnen
Female researchers

30%

479

Wissenschaftliche
Leitungspositionen insgesamt
*Researchers in executive
positions in total*

102

Wissenschaftlerinnen
in Leitungspositionen
*Female researchers
in executive positions*

21%

843

Doktorandinnen und
Doktoranden insgesamt
*Doctoral researchers
in total*

281

Doktorandinnen
Female doctoral researchers

33%

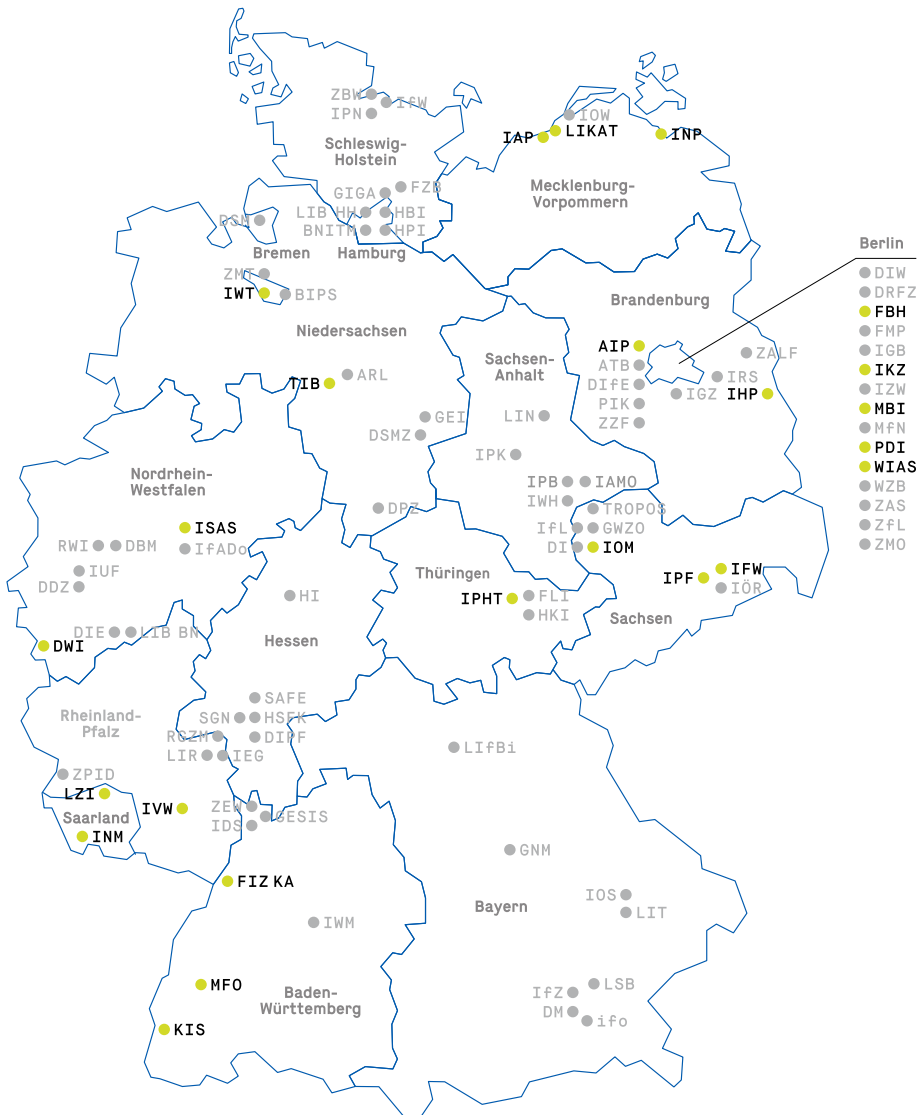
1131 = 38%

Internationale Wissenschaftlerinnen
und Wissenschaftler
International researchers

Die Leibniz-Einrichtungen der Sektion „Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften“

Leibniz Institutes of the Section

“Mathematics, Natural Sciences, Engineering”



AIP	Leibniz-Institut für Astrophysik, Potsdam / <i>Leibniz Institute for Astrophysics, Potsdam</i>
DWI	Leibniz-Institut für Interaktive Materialien, Aachen / <i>Leibniz Institute for Interactive Materials, Aachen</i>
FBH	Ferdinand-Braun-Institut - Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, Berlin / <i>Ferdinand-Braun-Institut - Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, Berlin</i>
FIZ KA	FIZ Karlsruhe - Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur / <i>FIZ Karlsruhe - Leibniz Institute for Information Infrastructure</i>
IAP	Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik an der Universität Rostock, Kühlungsborn / <i>Leibniz Institute of Atmospheric Physics at the University of Rostock, Kuehlungsborn</i>
IFW	Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung, Dresden / <i>Leibniz Institute for Solid State and Materials Research, Dresden</i>
IHP	Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder) / <i>Innovations for High Performance Microelectronics, Frankfurt (Oder)</i>
IKZ	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung, Berlin / <i>Leibniz Institute for Crystal Growth, Berlin</i>
INM	Leibniz-Institut für Neue Materialien, Saarbrücken / <i>Leibniz-Institute for New Materials, Saarbruecken</i>
INP	Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie, Greifswald / <i>Leibniz Institute for Plasma Science and Technology, Greifswald</i>
IOM	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung, Leipzig / <i>Leibniz Institute of Surface Modification, Leipzig</i>
IPF	Leibniz-Institut für Polymerforschung, Dresden / <i>Leibniz Institute of Polymer Research, Dresden</i>
IPHT	Leibniz-Institut für Photonische Technologien, Jena / <i>Leibniz Institute of Photonic Technology, Jena</i>
ISAS	Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften, Dortmund / <i>Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften, Dortmund</i>
IVW	Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe, Kaiserslautern / <i>Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe, Kaiserslautern</i>
IWT	Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien, Bremen / <i>Leibniz Institute for Materials Engineering, Bremen</i>
KIS	Leibniz-Institut für Sonnenphysik, Freiburg / <i>Leibniz Institute for Solar Physics, Freiburg</i>
LIKAT	Leibniz-Institut für Katalyse / <i>Leibniz Institute for Catalysis</i>
LZI	Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum für Informatik, Wadern / <i>Schloss Dagstuhl - Leibniz Center for Informatics, Wadern</i>
MBI	Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie, Berlin / <i>Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy, Berlin</i>
MFO	Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach / <i>Oberwolfach Research Institute for Mathematics</i>
PDJ	Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Berlin / <i>Paul Drude Institute for Solid State Electronics, Berlin</i>
TIB	Technische Informationsbibliothek (TIB) - Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften, Hannover / <i>Technische Informationsbibliothek (TIB) - Leibniz Information Centre for Science and Technology, Hannover</i>
WIAS	Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (WIAS) - Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e. V. / <i>Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics (WIAS) - Leibniz Institute in Forschungsverbund Berlin e.V.</i>



Leibniz