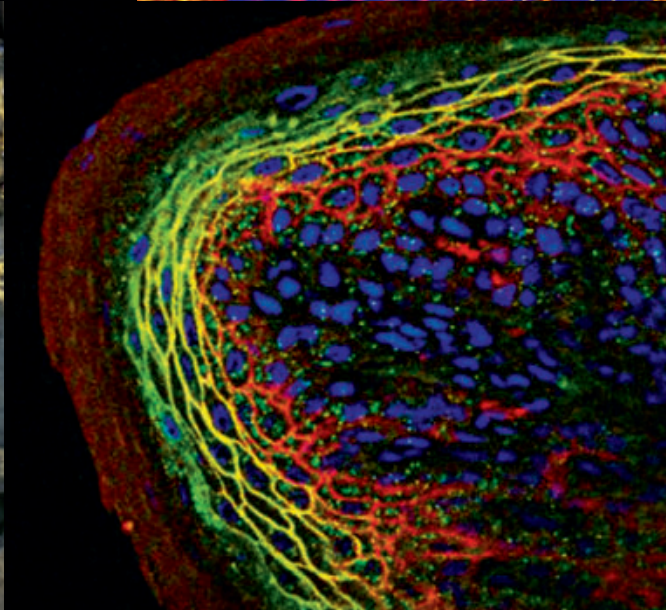
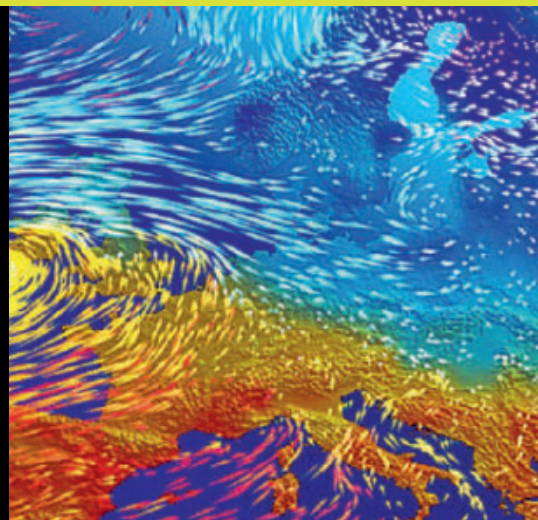
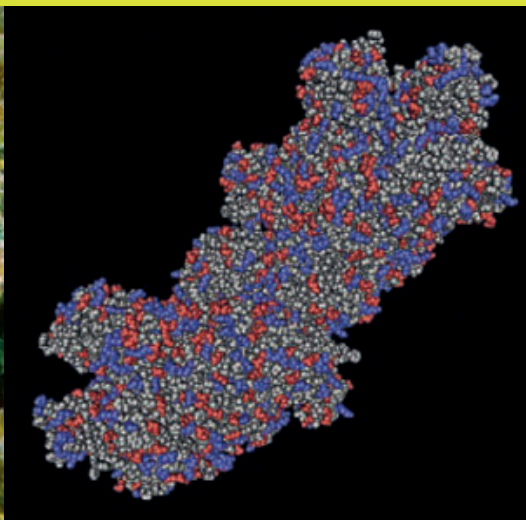


# Forschung an der Freien Universität Berlin 2011–2016

# Research at Freie Universität Berlin 2011–2016

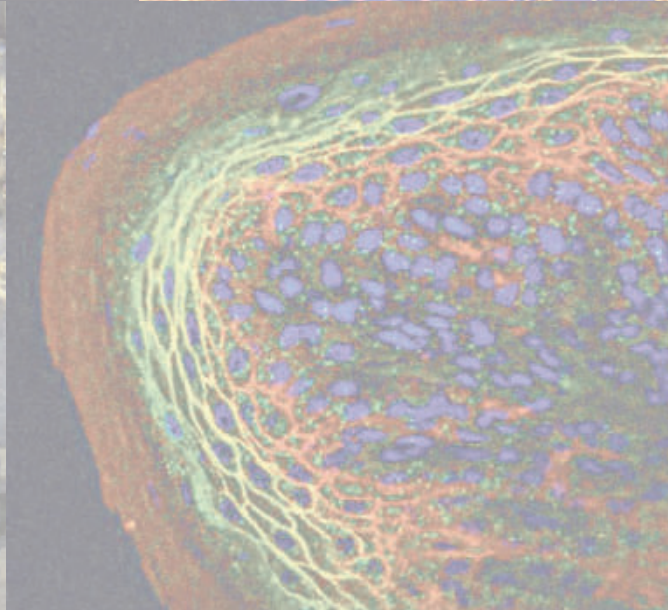
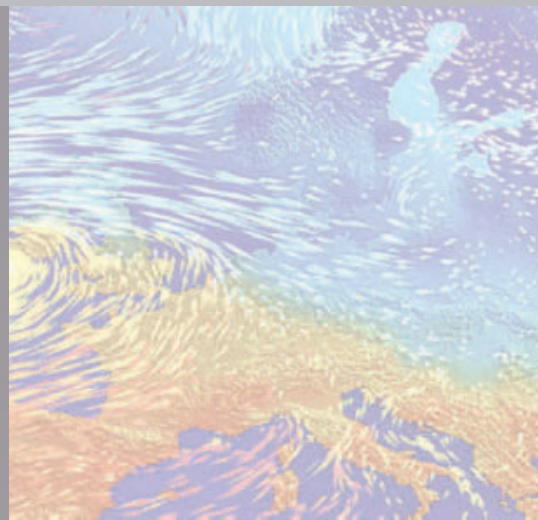






# Forschung an der Freien Universität Berlin 2011–2016

## Research at Freie Universität Berlin 2011–2016



## Vorwort



© Bernd Wömmacher

Der zehnte Forschungsbericht der Freien Universität Berlin umfasst den Zeitraum 2011 bis 2016. Wie bereits im letzten Berichtszeitraum 2002 bis 2010 erkennbar, konnte auch in dieser Zeitphase die universitäre Spitzenforschung auf international hohem Niveau und in disziplinärer, interdisziplinärer und thematischer Vielfalt fortgeschrieben werden. Die hohe Qualität der Forschung an der Freien Universität Berlin spiegelt sich in zahlreichen Preisen und Auszeichnungen wie auch in der hervorragenden Positionierung in Hochschulrankings, wie dem Förderranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem CHE-Forschungsranking und dem QS World University Ranking, wider.

2007 ist die Freie Universität Berlin als eine von neun deutschen Universitäten mit ihrem Zukunftskonzept einer „Internationalen Netzwerkuniversität“ durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder ausgezeichnet worden und erhielt den Status einer Exzellenzuniversität. In der zweiten Wettbewerbsrunde der Exzellenzinitiative im Jahr 2012 wurde diese Auszeichnung bestätigt: Die Freie Universität Berlin ist somit eine von sechs deutschen Universitäten, die in beiden Wettbewerbszyklen erfolgreich war.

Diese Entwicklung wird ebenso durch die kontinuierliche Steigerung an Drittmittelwerbungen – auch ohne die Mittel der Exzellenzinitiative – seit 2011 deutlich: Die Drittmittelnahmen erhöhten sich insgesamt von 111 Mio. Euro im Jahr 2011 auf 132 Mio. Euro im Jahr 2016. Größte Mittelgeberin der Freien Universität Berlin war im Berichtszeitraum die Deutsche Forschungsgemeinschaft, was ebenfalls als Beleg für die herausragende Leistungsfähigkeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Universität gelten kann. Der Anstieg der Drittmittelwerbungen der letzten Jahre ermöglicht darüber hinaus neue Spielräume für die Förderung wissenschaftlichen Personals.

Immer stärker wird die Spitzenforschung der Freien Universität Berlin von interdisziplinären Projekten und großen Forschungsverbundvorhaben geprägt. Die in diesem Bericht dokumentierten Forschungsschwerpunkte zeigen die Dynamik und Vielfalt fachübergreifender Themen. In ihren Forschungsvorhaben arbeitet die Freie Universität Berlin mit nationalen und internationalen Wissenschaftseinrichtungen zusammen. Zugleich ist ihre Forschung in Kooperationen mit den Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Region verbunden, so dass impulsgebende Forschungssynergien am Wissenschaftsstandort Berlin und Potsdam entstehen.

Die Freie Universität Berlin besitzt ein breites Spektrum von über 100 Fächern. Darunter ist eine Vielzahl sogenannter Kleiner Fächer. Als Volluniversität bildet sie eine geeignete Basis für exzellente Grundlagen- und in einigen Bereichen auch für herausragende angewandte Forschung, für ihre sehr gute Ausbildung von Studierenden, für die intensive Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie für den erfolgreichen Transfer ihrer Forschungsergebnisse in Wissenschaft, praktische Anwendung und Öffentlichkeit.

Ziel dieses Berichtes ist es, einen Einblick in die zahlreichen Forschungsvorhaben zu spezifischen Themen sowie in die umfangreichen Forschungsschwerpunkte zu zukunftsorientierten Fragestellungen von sozio-ökonomischer, kulturgeschichtlicher, natur- und lebenswissenschaftlicher Bedeutung zu geben. Der vorliegende Bericht eröffnet für die interessierte Öffentlichkeit einen Zugang zur innovativen Forschung, zur fächer- und regionenüberschreitenden Vernetzung wissenschaftlicher Expertise und zur herausragenden Forschungsleistung der Freien Universität Berlin.

Ich wünsche Ihnen eine informative und anregende Lektüre.

Univ.-Prof. Dr. Peter-André Alt  
(Präsident der Freien Universität Berlin)

## Foreword

The tenth research report of Freie Universität Berlin covers the period from 2011 to 2016. As identified in the last reporting period from 2002 to 2010, cutting-edge university research was also updated in this period to an international standard and in disciplinary, interdisciplinary and thematic diversity. The high quality of research at Freie Universität Berlin is reflected in a large number of prizes and awards, in the outstanding position in university rankings, the funding rankings of the German Research Foundation DFG, CHE research rankings and the QS World University Rankings.

In 2007 Freie Universität Berlin was one of nine German universities to be awarded by the Excellence Initiative of the German Federal and State governments, with its future concept of an “International Network University”, and was granted the status of university of excellence. This award was confirmed in the second round of competition of the Excellence Initiative in 2012: Freie Universität Berlin is one of six German universities to have been successful in both competition cycles.

This development has also become clear through the continual increase in external fundraising – even without funds from the Excellence Initiative – since 2011: external funding income increased from a total of 111 million euros in 2011 to 132 million euros in 2016. The largest funding source for Freie Universität Berlin in the research period was the German Research Foundation DFG, which can also be seen as proof of the outstanding performance of academics and sciences at our university. Moreover, the increase in external fundraising in recent years has provided leeway for the support of academic staff.

Cutting-edge research at Freie Universität Berlin is increasingly shaped by interdisciplinary projects and major collaborative research projects. Research priorities documented in this report reveal the dynamics and diversity of interdisciplinary topics. Freie Universität Berlin cooperates with national and international scientific institutions in its research projects. At the same time, its research in cooperation schemes is associated with universities, higher education institutions and non-university research institutions in the region, meaning that stimulating research synergies arise at the scientific location of Berlin and Potsdam.

Freie Universität Berlin has a broad range of over 100 subjects, including a large number of so-called fringe subjects. As a comprehensive university, it forms an appropriate basis for excellent fundamental and in some areas also for outstanding applied research, for high-level training of students, intensive support for junior scientists and for the successful transfer of its research findings in science, practical application and the general public.

The objective of this report is to provide an insight into numerous research projects on specific topics and in extensive research priorities regarding future-oriented issues of socioeconomic, cultural history, natural and life science significance. This report provides access for interested members of the public to innovative research, interdisciplinary and interregional networking of academic expertise and to outstanding research performance at Freie Universität Berlin.

I wish you an informative and stimulating read.



Dr. Peter-André Alt, University Professor  
(President of Freie Universität Berlin)

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>1. Forschung in Fächergruppen: Forschungsschwerpunkte</b>	<b>10</b>
1.1. Natur- und Lebenswissenschaften inklusive Mathematik und Informatik	10
1.2. Politik- und Sozialwissenschaften	12
1.3. Geistes- und Kulturwissenschaften	14
<b>2. Forschung fokussieren: Fächerübergreifende Forschungsfelder</b>	<b>16</b>
2.1. Biomedizinische Grundlagenforschung	16
2.1.1. Molekulare Systeme zur Steuerung zentraler Lebensprozesse	16
2.1.2. Gesundheit und Krankheit von Mensch und Tier	20
2.1.3. Entwicklung neuer Schlüsseltechnologien	24
2.2. Der Mensch in der Gesellschaft: Gesundheit, Lebensqualität und Ungleichheit	28
2.2.1. Sichere Lebensmittel und Produkte – Interaktion Mensch und Tier	28
2.2.2. Altersforschung sowie neue Technologien für mehr Lebensqualität im Alter	30
2.2.3. Psychotherapeutische und neurowissenschaftliche Forschung zum Wohle der Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen	34
2.2.4. Formen der Ungleichheit in europäischen und außereuropäischen Gesellschaften	36
2.3. Mensch-Umwelt-Interaktion	40
2.3.1. Klima- und Umweltforschung	40
2.3.2. Forschung für mehr Nachhaltigkeit: Ressourcen und Energie	44
2.3.3. Biodiversitäts- und Ökosystemforschung	46
2.4. Komplexe Systeme	52
2.4.1. Biologische Systeme	52
2.4.2. Physikalische Systeme	54
2.4.3. System Erde – Weltraum	58
2.4.4. Informationssysteme und neue IT-Technologien	62
2.4.5. Gesellschafts-, Wirtschafts- und Rechtssysteme	64
2.5. Zukunftsweisende Materialforschung	70
2.5.1. Biomaterialien	70
2.5.2. Komplexe Materialien und Materialsysteme	72

# Contents

Introduction	9
<b>1. Research in Subject Groups: Research Priorities</b>	<b>11</b>
1.1. Natural and life sciences including mathematics and computer science	11
1.2. Political and social sciences	13
1.3. Humanities and cultural studies	15
<b>2. Research Focus: Interdisciplinary Research Fields</b>	<b>17</b>
2.1. Biomedical fundamental research	17
2.1.1. Molecular systems for the control of central life processes	17
2.1.2. Human and animal health and disease	21
2.1.3. Development of new key technologies	25
2.2. Man in society: health, quality of life and inequality	29
2.2.1. Safe food and products – human and animal interaction	29
2.2.2. Gerontology and new technologies for greater quality of life in old age	31
2.2.3. Psychotherapeutic and neuroscientific research to the benefit of children, young people and adults	35
2.2.4. Forms of inequality in European and non-European societies	37
2.3. Human-environmental interaction	41
2.3.1. Climate and environmental research	41
2.3.2. Research for greater sustainability: resources and energy	45
2.3.3. Biodiversity and ecosystem research	47
2.4. Complex systems	53
2.4.1. Biological systems	53
2.4.2. Physical systems	55
2.4.3. Earth – space system	59
2.4.4. Information systems and new IT technologies	63
2.4.5. Social, economic and legal systems	65
2.5. Forward-looking materials research	71
2.5.1. Biomaterials	71
2.5.2. Complex materials and material systems	73

2.6. Sicherheits- und Unsicherheitsforschung	78
2.6.1. Sicherheit in modernen Kommunikationstechnologien	78
2.6.2. Sichere Gesellschaft: innere und öffentliche Sicherheit	80
2.6.3. Frieden, Konflikte, Gewalt und Katastrophen	82
2.6.4. Unsichere Wirtschaftssysteme	84
2.7. Bildungsprozesse und Bildungserträge	88
2.7.1. Bildung seit Kindesalter: Bildungsverhalten, genderspezifische und gesellschaftliche Lernbedingungen und Wissensgenerierung	88
2.7.2. Bildungslandschaften: Schulforschung und Steuerung des Bildungssystems	90
2.7.3. Zukunftsforschung und Nachhaltigkeit in der Bildung	92
2.8. Transregionale Beziehungen	94
2.8.1. Governancesysteme und globale Vernetzung	94
2.8.2. Migrationsforschung: Kulturelle und soziale Aspekte von Mobilität und Integration – die Bildung internationaler Beziehungen	98
2.9. Soziokulturelle Dynamiken – Gesellschaft, Kultur, Medien und Wissen im Wandel	102
2.9.1 Kulturkontinuität und -diskontinuität – heterogene Transformationsprozesse von Gesellschaften und Kulturträgern vom Altertum bis zur Neuzeit	102
2.9.2. Gesellschafts- und Religionsforschung in Kulturen des Vorderen Orients	106
2.9.3. Wissenskonzepte im Wandel	108
2.9.4. „Mediale Gesellschaften“: Kulturtechniken, Kommunikationsformen, soziale Medien	110
<b>3. Ausblick auf innovative Forschungsfelder</b>	<b>114</b>
<b>Anhang</b>	<b>120</b>

Forschung der Freien Universität Berlin: Zusammenstellung von Internetquellen



2.6. Security and uncertainty research	79
2.6.1. Security in modern communications technologies	79
2.6.2. Safe society: internal and public safety	81
2.6.3. Peace, conflicts, violence and disasters	83
2.6.4. Insecure economic systems	85
2.7. Education processes and educational returns	89
2.7.1. Education since childhood: educational behavior, gender-specific and social learning conditions and generation of knowledge	89
2.7.2. Education landscapes: school research and control of the education system	91
2.7.3. Futurology and sustainability in education	93
2.8. Transregional relations	95
2.8.1. Governance systems and global networking	95
2.8.2. Migration research: cultural and social aspects of mobility and integration – establishing international relations	99
2.9. Sociocultural dynamics – society, culture, media and knowledge in times of change	103
2.9.1. Cultural continuity and discontinuity – heterogeneous transformation processes for societies and cultural bodies from ancient times to the modern era	103
2.9.2. Social and religious research in cultures of the Middle East	107
2.9.3. Knowledge concepts in times of change	109
2.9.4. “Media societies”: cultural techniques, forms of communication, social media	111
<b>3. Outlook for Innovative Research Fields</b>	<b>115</b>
<b>Attachment</b>	<b>120</b>
Research at Freie Universität Berlin: compilation of Internet sources	

## Einleitung

Der vorliegende zehnte Forschungsbericht stellt die Forschung der Freien Universität Berlin aus dem Zeitraum 2011 bis 2016 vor. Ziel ist es, nicht die vielen Forschungsvorhaben der Individual- und Verbundprojekte im Einzelnen detailliert zu beschreiben, sondern die übergeordneten Forschungsfelder und darin enthaltenen Schwerpunkte jenseits der organisationalen Fächerstruktur der Universität herauszuarbeiten und der interessierten Öffentlichkeit wie dem wissenschaftlichen Publikum gleichermaßen zugänglich zu machen.

Forschungsleistung und -qualität der Freien Universität Berlin zeichnet sich durch innovative, zukunftsorientierte und international wettbewerbsfähige Forschungsfelder mit thematischer Vielfalt und Breite aus, in denen inter- und transdisziplinär sowie in nationalen und internationalen Kooperationen zusammengearbeitet wird. Die wissenschaftliche Vernetzung geht dabei weit über Fächer- und regionale Grenzen hinaus und reicht bis hin zum Transfer der Forschungsergebnisse in ihre praktische Anwendbarkeit. Gerade durch ihre umfassend angelegten, innovationsorientierten Themenfelder und Schwerpunkte leistet die Forschung der Freien Universität Berlin einen wichtigen Beitrag in der Diskussion gesellschaftlicher, politischer, ökonomischer oder kultureller Fragestellungen und Probleme. Sie erzielt Lösungsmöglichkeiten und Impulse mit nachhaltiger Anwendbarkeit in Theorie und Praxis.

Ein großer Teil der Forschung wird drittmittelfinanziert. Hierbei konnte das Volumen an Drittmiteleinahmen und -ausgaben in den letzten zehn Jahren mehr als verdoppelt werden. Diese kontinuierliche Zunahme an eingeworbenen und verausgabten Drittmitteln ist dabei unabhängig von der Förderung durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder seit 2006. So stieg der Betrag der verausgabten Drittmittel inklusive der Förderung durch die Exzellenzinitiative von 48 Mio. Euro im Jahr 2006 auf 132 Mio. Euro im Jahr 2016. Die verausgabten Drittmittel ohne Förderung durch die Exzellenzinitiative seit ihrem ersten Förderjahr 2006 mit 48 Mio. Euro erhöhten sich bis 2016 auf 107 Mio. Euro.

Die Darstellung der Forschung führt den vorangegangenen neunten Forschungsbericht des Zeitraumes von 2002 bis 2010 fort:

Der letzte Bericht von 2002 bis 2010 veröffentlichte zum einen ausgewählte Forschungsbereiche innerhalb der an der Freien Universität Berlin vertretenen Fächergruppen,



Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin |  
Henry Ford Building at Freie Universität Berlin

zum anderen aus diesen Forschungsbereichen der Fächergruppen abgeleitete übergeordnete Forschungsschwerpunkte, deren Themen sich auch in den Clustern und Graduiertenschulen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder sowie in großen Forschungsverbundvorhaben widerspiegeln.

Der hier vorliegende Bericht greift diese seit mehr als zehn Jahren entwickelte Bildung und Etablierung von Forschungsclustern, -schwerpunkten und Focus Areas mit interdisziplinärer Vernetzung inhaltlich auf und stellt darüber hinaus nun neun, in den letzten fünf Jahren jenseits von Grenzen und Strukturen der wissenschaftlichen Fächer und Fächergruppen entwickelte Forschungsfelder in Auswahl vor. Zudem werden einzelne ausgewählte Forschungsthemen präsentiert, die inhaltliche Teilbereiche innerhalb der jeweiligen Forschungsfelder bilden. Der Forschungsbericht erhebt dabei nicht den Anspruch, alle Forschungsprojekte der Freien Universität Berlin darzustellen.

Wissenschaftliche Kompetenz und Anerkennung durch die Scientific Community, Innovation und Nachhaltigkeit in der wissenschaftlichen Fragestellung und Generierung der profilbildenden Forschungsfelder mit den ihnen immanenten Forschungsthemen sowie ihre transdisziplinäre Forschungsnetzwerke prägen diese thematisch großangelegten Forschungsfelder. Diese können letztlich zur Etablierung von weiteren neuen, zukunftsorientierten Forschungszentren und -infrastrukturen führen, die wiederum auch impulsgebend für die Forschung am Wissenschaftsstandort Berlin sein werden.

## Introduction

This tenth research report provides an introduction to research at Freie Universität Berlin for the period from 2011 to 2016. The objective is not to describe details of the many research projects of individual and collaborative projects in detail, but rather to define primary research fields and their priorities, beyond the organizational departmental structure of the university and interested members of the public, and how to make them similarly accessible to the scientific community.

Research performance and quality at Freie Universität Berlin is characterized by innovative, forward-looking and international competitive research fields with thematic diversity and breadth, where collaboration takes place in an interdisciplinary and transdisciplinary approach and in national and international cooperation. Academic networking goes far beyond subject and regional boundaries and extends to transfer of research findings into practical application. Research at Freie Universität Berlin makes an important contribution, through comprehensively designed, innovation-oriented subject areas and priorities, to the discussion of social, political, economic or cultural issues and problems. Research also produces potential solutions and provides an impetus with sustainable applicability in theory and practice.

*Neubau „Kleine Fächer“, Freie Universität Berlin |  
New building Fringe Subjects, Freie Universität Berlin*



© Bernd Wannenmacher

Most research is externally funded. The volume of externally funded income and expenditure has more than doubled in the last ten years. This continual increase in external funding has been independent of support through the Excellence Initiative of the German Federal and State governments since 2006. The amount of external funding expenditure, including support through the Excellence Initiative, increased from 48 million euros in 2006 to 132 million euros in 2016. External funding expenditure, excluding support through the Excellence Initiative since its first funding year of 2006, increased by 48 million euros by 2016, to 107 million euros.

The presentation of research continues from the previous ninth research report for the period from 2002 to 2010:

The last report from 2002 to 2010 published selected research areas within the subject groups represented at Freie Universität Berlin as well as primary research priorities – taken from these subject group research areas –, the topics of which are also reflected in clusters and graduate schools in the Excellence Initiatives of the German Federal and State governments and in large collaborative research projects.

This report continues this development of more than ten years and the establishment of research clusters, priorities and focus areas with interdisciplinary networking in terms of content and, moreover, presents a selection of nine research fields developed in the last five years beyond the boundaries and structures of academic subjects and subject groups. Moreover, individually selected research topics are presented, forming content-related subareas within the fields of research. The Research Report does not claim to represent all research projects at Freie Universität Berlin.

Academic competence and recognition by the scientific community, innovation and sustainability in scientific questioning and generation of profile-building research fields with their inherent research topics and transdisciplinary research networking shape these thematically large-scale research fields. Ultimately they may result in the establishment of additional, new forward-looking research centers and infrastructures, which in turn will also provide an impetus to research in Berlin as a science location.

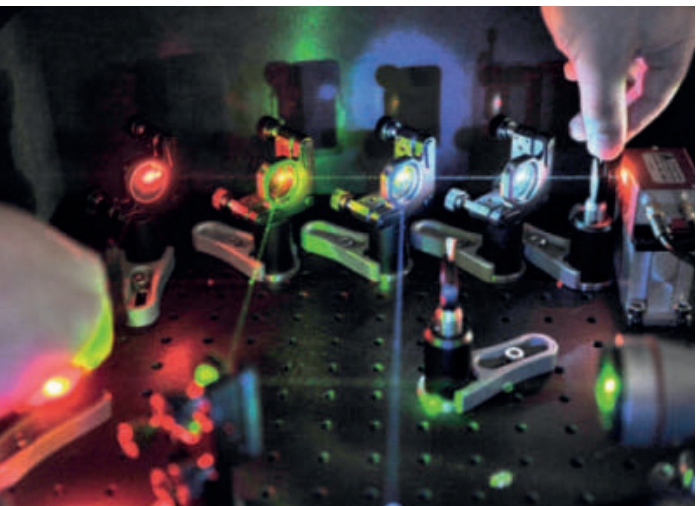
# 1. Forschung in Fächergruppen: Forschungsschwerpunkte

Zwölf Fachbereiche und vier Zentralinstitute der Freien Universität Berlin mit über 150 Studiengängen vertreten die Fächergruppen Natur- und Lebenswissenschaften inklusive Mathematik und Informatik, Politik- und Sozialwissenschaften sowie Geistes- und Kulturwissenschaften. Forschung findet in zahlreichen Individualprojekten und ebenso in großen Verbundvorhaben statt, in denen Grundlagen- und angewandte Forschung zu zukunftsorientierten Forschungsfeldern betrieben wird.

Die nachfolgende Darstellung bietet eine allgemeine Übersicht über Forschungsleitlinien in den an der Freien Universität Berlin vertretenen Fächergruppen.

## 1.1. Natur- und Lebenswissenschaften inklusive Mathematik und Informatik

Naturwissenschaftliche, veterinärmedizinische und mathematisch-informatische Fächer erforschen ein umfangreiches fachübergreifendes Spektrum an lebenswissenschaftlichen Themen sowie Fragestellungen, die für das Leben von Mensch und Tier und deren Interaktion mit der Umwelt relevant sind – Interaktionen, die ebenso in physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen in der Erde und in der Atmosphäre wirken und sie beeinflussen können.



Superauflösende Mikroskopie | Super-resolution microscopy

In der Forschung dieser Fächergruppe geht es zum Beispiel um die Entwicklung neuer Materialien, um IT-Systeme, moderne Kommunikations- und Digitalisierungstechnologien und die Fortentwicklung der Künstlichen Intelligenz, um bioinformatische Werkzeuge und mathematische Modelle zur Bearbeitung von Massendaten, wie in der Biotechnologie und Biomedizin, um innovative alternative Energietechnologien, um Ökosysteme und Umweltschutz einschließlich ökologischer Prozesse, um pflanzliche und

tierische Evolution und Biodiversität, um organismische Forschung in Zoologie und Botanik, um fortschrittliche Optische Systeme, um Fortentwicklung der Nano- und Quantentechnologie, um Oberflächen-, Protein- und molekulare Grundlagenforschung in den Biowissenschaften, in der Physik, Biophysik, Botanik sowie in den verschiedenen chemischen Disziplinen, ferner um neue Behandlungs- und Diagnosemethoden und pharmazeutische Erzeugnisse. Themen bilden hier die Arzneistoffentwicklung und -prüfung, alternative Testverfahren und innovative Trägersysteme. Tiermedizinische Forschung widmet sich dem Erhalt und der Verbesserung der Tiergesundheit, den Bekämpfungsmöglichkeiten pathologischer Einflüsse, der Resistenzforschung und infektionsmedizinischen Fragestellungen ebenso wie der Intensivierung von Lebensmittelsicherheit und Tierschutz. Die naturwissenschaftlich-medizinische Forschung der Freien Universität Berlin ist eng verwoben mit dem Forschungsportfolio der Charité – Universitätsmedizin Berlin, der gemeinsamen Medizinischen Fakultät von der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin.

Darüber hinaus nehmen der Transfer der Forschungsergebnisse und ihre Verwertung in der Praxis einen bedeutenden Stellenwert ein.

Die Fokussierung der natur- und lebenswissenschaftlichen Forschung auf spezifische Themen unterstützt die Schwerpunktbildung und Schärfung des Forschungsprofils dieser Fächergruppe, die komplementär ebenso in der Forschung weiterer Fächergruppen zu finden ist. Hierzu gehören fachübergreifende Forschungsfelder zu folgenden Themen, in die naturwissenschaftliche sowie mathematisch-informatische Forschungsergebnisse gleichermaßen einfließen: „Der Mensch in der Gesellschaft: Gesundheit, Lebensqualität und Ungleichheit“, „Interaktion zwischen Mensch und Umwelt“, „Materialforschung“ für den Sektor Umwelt- und Energiepolitik, „komplexe Systeme“ sowie „Sicherheits- und Unsicherheitsforschung“.



## 1. Research in Subject Groups: Research Priorities

Twelve Departments and four Central Institutes at Freie Universität Berlin, with over 150 degree courses, represent the natural and life sciences subject groups, including mathematics and computer science, political and social sciences, and humanities and cultural studies. Research is conducted in numerous individual projects as well as large collaborative projects, in which fundamental and applied research is carried out into forward-looking research fields.

The presentation below provides a general overview of research guidelines in subject groups represented at Freie Universität Berlin.

### 1.1. Natural and life sciences including mathematics and computer science

Natural science, veterinary medicine and mathematical computing subjects examine a comprehensive, interdisciplinary range of life science topics and issues, which are relevant to human and animal life and their interaction with the environment – interactions which may influence and have a similar effect in physical, chemical and biological processes in the Earth and atmosphere.

Research in these subject groups addresses, for example, the development of new materials, IT systems, modern communications and digitalization technologies and the advancement of artificial intelligence, bioinformatics tools and mathematical models for handling mass data, as in the case of biotechnology and biomedicine, innovative, alternative energy technologies, ecosystems and environmental protection, including ecological processes, plant and animal evolution and biodiversity, organism research in zoology and botany, advanced optical systems, advancement of nanotechnology and quantum technology, surface, protein and molecular fundamental research in biosciences, physics, biophysics, botany and various chemical disciplines, and, moreover, new treatment and diagnostic methods and pharmaceutical products. Topics here are drug development and testing, alternative testing procedures and innovative carrier systems. Veterinary research is dedicated to maintaining and improving animal health, options for controlling pathological influences, resistance research and infection medicine issues and enhancing food safety and animal welfare. Natural science medical research at Freie Universität Berlin is closely interwoven with the research portfolio of Charité – University Medicine Berlin, the joint Medical Faculty of Freie Universität Berlin and Humboldt Universität zu Berlin.

Furthermore, the transfer and utilization of research findings in practice play a significant role.

© Frank Neef



Fangschreckenkrebs | *Mantis shrimp*

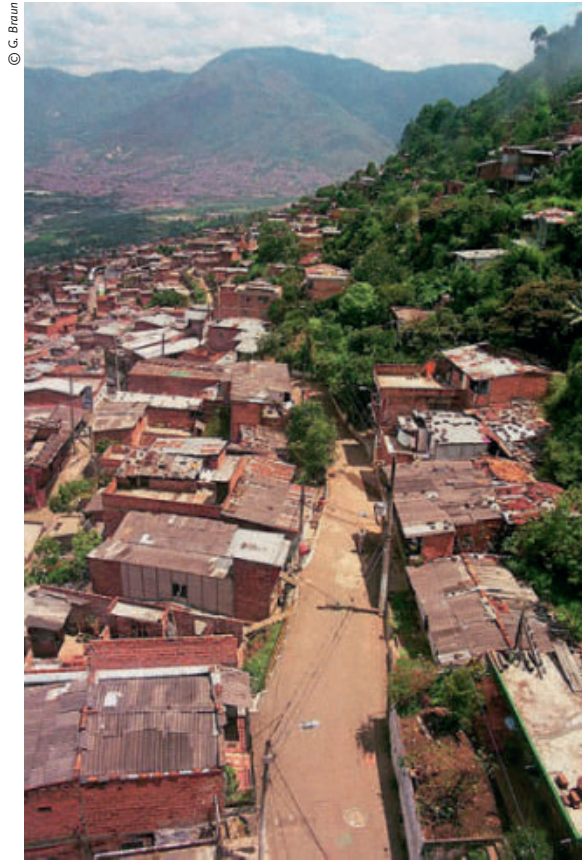
The focus of natural and life science research on specific topics supports priority setting and enhancement of the research profile of this subject group, which can play a complementing role in research of other subject groups. Interdisciplinary research fields cover the following topics, integrating natural science and mathematical computing research findings in equal measure: “Man in society: health, quality of life and inequality”, “Interaction between humans and the environment”, “Materials research” for the environmental and energy policy sector, “complex systems” and “security and uncertainty research”.

## 1.2. Politik- und Sozialwissenschaften

Forschung der Politik-, Sozial-, Rechts-, Erziehungs- und Wirtschaftswissenschaften sowie der Psychologie widmet sich gesellschaftlich, ökonomisch, rechtlich und politisch bedeutenden Fragestellungen ohne geographische Begrenzungen, wie etwa auf den europäischen Wirtschafts- oder Sozialraum. Sie integriert zugleich in ihren profilbildenden Zusammenhängen naturwissenschaftliche Erkenntnisse, wie zum Beispiel bei der Erforschung des Zusammenwirkens von Mensch, Klima, Umwelt, nachhaltige Ressourcennutzung und Energieversorgung der Zukunft oder des demographischen Wandels und seiner Folgen auf Mensch und Umwelt.

Politik- und sozialwissenschaftliche Forschung der Freien Universität Berlin betrachtet weltweit politische, ökonomische, rechtliche und soziale Ordnungs- und Gesellschaftssysteme, ihren Wandel, Transfer und die Auswirkungen im globalen Kontext. Des Weiteren bilden internationale Beziehungen und Globalisierungsprozesse, staatliche und außerstaatliche Regierungsformen und internationale Konflikte sowie die Funktion von Emotionen und Affekten in sozialen Verflechtungen vor dem Hintergrund von Transnationalität, kultureller Heterogenität und Mobilität Themen der Forschung. Im Zentrum steht die Bedeutung gesellschaftlicher Entwicklungen für Gesundheit und Lebensqualität oder neue Sicherheiten, Unsicherheiten und Ungleichheiten in gesellschaftspolitischen und ökonomischen Bereichen und in ihren Veränderungen und Verflechtungen vor dem Hintergrund global vernetzter politischer, rechtlicher oder wirtschaftlicher Wirkungsmächte. Untersucht werden inter- und transnationale Beziehungen zum Beispiel durch vergleichende Regionalforschung sowie durch Fragen zur Internationalisierung und Europäisierung der Rechtsordnung und Rechtssysteme sowie der Rolle der Menschenrechte unter verändernden Gesellschaftsordnungen. Eine weitere Fragestellung gilt der sich wandelnden Rolle und Einflussnahme digital basierter Medien, wie der Social Media, auf gesellschaftliche Belange und Ereignisse oder auf globale Verbindungen, die eine neue Form der interpersonellen Kontakte und Kommunikationsgeschwindigkeit schafft.

Erziehungswissenschaften und Psychologie thematisieren Bildungsprozesse und -erträge, Fragen der nachhaltigen Bildung und Zukunft, neurowissenschaftliche beziehungsweise neurokognitive Prozesse sowie die Alters- und demographisch orientierte Gesundheitsforschung oder Gewalt- und Konfliktpreventionen, Folgen von Gewalteinwirkungen, wie zum Beispiel Traumatisierungen, sowie Entscheidungsverhalten des Menschen ab dem Jugendalter.



Medellin, Kolumbien | Medellín, Columbia

Die wissenschaftlichen Arbeiten und Erkenntnisse dieser Fächergruppe finden sich in folgenden interdisziplinären Forschungsfeldern wieder: „Der Mensch in der Gesellschaft. Gesundheit, Lebensqualität und Ungleichheit“, „Mensch-Umwelt-Interaktion“, „komplexe Systeme“, „Sicherheits- und Unsicherheitsforschung“, „Bildungsprozesse und Bildungserträge“, „transregionale Beziehungen“ sowie „soziokulturelle Dynamiken – Gesellschaft, Kultur, Medien und Wissen im Wandel“. Es gibt dabei inhaltliche Schnittmengen zu den Forschungsfeldern weiterer Fächergruppen, wie zum Beispiel zu den Geistes- und Kulturwissenschaften, aber auch zu den Natur- und Lebenswissenschaften.



## 1.2. Political and social sciences

Research in political, social, legal, education and economic sciences and psychology is dedicated to socially, economically, legally and politically significant issues without geographical limitations, such as to the European economic or social area. At the same time such research is integrated into profiling correlations of natural science findings, such as in researching the interaction of humans, climate, environment, sustainable use of resources and future energy supply or demographic change and its consequences on humans and the environment.

Political and social science research at Freie Universität Berlin examines global political, economic, legal and social classification and social systems, their transformation, transfer and impacts in a global context. Furthermore, international relations and globalization processes, governmental and nongovernmental forms of governance and international conflicts, and the role of emotions and affection in social interrelations form topics of research against the background of transnationality, cultural heterogeneity and mobility. The focus is on the importance of social developments to health and quality of life or new certainties, uncertainties and inequalities in social policy and economic sectors and in their changes and interrelations, against the background of globally-networked political, legal or economic impacts. International and transnational relations for example are analyzed by comparative regional research and through issues of internationalization and Europeanization of the legal framework and legal systems and the role of human rights in changing social orders. Another question is the changing role and influence of digitally-based media, such as social media, on social concerns and events or on global connections, creating a new form of interpersonal contact and speed of communications.

Educational sciences and psychology address educational processes and returns, questions of sustainable education and future, neuroscientific or neurocognitive processes and gerontology and demographically-oriented health research or violence and conflict prevention, consequences of violent impacts, such as traumatization, and decision behavior in humans from an early age.

Scientific works and findings in this subject group can be found in the following interdisciplinary research fields: “Man in society. Health, quality of life and inequality”, “Human-environmental interaction”, “Complex systems”, “Security and uncertainty research”, “Education processes and educational returns”, “Transregional relations” and

“Sociocultural dynamics – society, culture, media and knowledge in times of change”. There are overlaps in relation to content with research fields in other subject groups, such as with humanities and cultural studies, but also with natural and life sciences.

*Junge Musliminnen, Kuala Lumpur 2010 |  
Young Muslims, Kuala Lumpur 2010*



© S. L. Schöffler

### 1.3. Geistes- und Kulturwissenschaften

Das Fachspektrum der Geistes- und Kulturwissenschaften ist thematisch und räumlich weit gesetzt – von altertums- und kunstwissenschaftlich sowie historisch und philosophisch ausgerichteten Fächern, von philologischen, religions-, medien- und literaturwissenschaftlichen Disziplinen ohne Eingrenzung auf einen bestimmten geographischen, zeitlichen oder nationalen Kontext bis hin zu Fachgebieten mit regionalwissenschaftlichen Forschungsschwerpunkten. Insbesondere die Regionalforschung, die sich kulturellen und gesellschaftspolitischen Aspekten widmet, hat einen wichtigen Stellenwert in der geistes-, kultur- wie auch sozial- und politikwissenschaftlichen Forschung inne. Repräsentativ hierfür sind die Regionalwissenschaften, in denen beispielsweise Länder Latein- und Nordamerikas, Süd- und Ostasiens sowie des Arabischen Kulturraumes erforscht werden. Gemeinsam mit der an der Freien Universität Berlin vertretenen Vielzahl sogenannter Kleiner Fächer aus den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften bilden die Regionalwissenschaften der Universität im

deutschen Universitätsvergleich nahezu ein Alleinstellungsmerkmal.

In interdisziplinärer Zusammenarbeit geht es beispielsweise um Dynamiken und Interaktionen des Wissenswandels und Kulturtransfers von der Antike bis zur Neuzeit in unterschiedlichen Kunst- und Kulturgattungen und räumlichen Regionen mit einer Verzahnung von Altertums-, Kunst-, Geschichts- und Sprachwissenschaften. Untersucht werden soziokulturelle Rezeptionen, Transformationen und Kontinuitäten seit der Antike in Wissenschaft, Kultur und Kunst, Kulturtransfer und -dynamik oder heterogene Gesellschafts-, Religions- und Kultursysteme der Erde. Dabei stehen ebenso Fragen der kulturellen Identität wie der gesellschaftlichen Eigen- und Fremdwahrnehmung im Fokus der Betrachtung.

Als schwerpunktsetzende Forschungsfelder können hierbei folgende formuliert werden: „Transregionale Beziehungen“ und „soziokulturelle Dynamiken – Gesellschaft, Kultur, Medien und Wissen im Wandel“.

Scherbengarten | Garden of fragments

© Institut für Vorderasiatische Archäologie | © Institute of Near Eastern Archaeology





### 1.3. Humanities and cultural studies

The range of subjects in humanities and cultural studies is thematically and geographically broad – from classical, art, history and philosophy-aligned subjects, philology, religious, media and literature disciplines without restriction to a specific geographical, time or national context to specialist areas with area studies research priorities. Regional research, which is dedicated to cultural and social policy aspects, was particularly significant in humanities, cultural, social and political science research. Area studies, in which for example countries of Latin and North America, South and East Asia and Arabic cultural space are examined, are representative here. In conjunction with the large number of ‘fringe subjects’ from humanities, cultural and social sciences represented at Freie Universität Berlin, area studies at the University almost constitute a unique selling point by comparison with other German universities.

Interdisciplinary cooperation may for example involve dynamics and interactions of changing knowledge and cultural transfers from ancient times to the modern era in various artistic and cultural genres and geographical regions with linking of classical, art, history and linguistic studies. Sociocultural receptions, transformations and continuities are analyzed from ancient times in science, culture and art, cultural transfer and dynamics or heterogeneous social, religious and cultural systems on Earth. Questions of cultural identity, such as social self-perception and external perception, are also examined here.

The following areas can be prioritized as research fields here: “Transregional relations” and “Sociocultural dynamics – society, culture, media and knowledge in times of change”.

Seoul | Seoul

© Werner Kampeter



## 2. Forschung fokussieren: Fächerübergreifende Forschungsfelder

Die vorangehende Darstellung ausgewählter Forschungsthemen in Fächergruppen deutete bereits an, dass eine Vielzahl an Forschung fachübergreifend betrieben wird: Forschung erfolgt sowohl in Einzelvorhaben innerhalb der Fächergruppen, in großen Verbundprojekten, aber in großem Maße auch inter- und transdisziplinär sowie mit nationalen und internationalen Kooperationspartnern. Sie fokussiert Forschungsthemen zu profilschärfenden, fach- und fächergruppenübergreifenden Wissenschaftsschwerpunkten mit der Gewichtung auf zukünftige Entwicklungen und Nachhaltigkeit.

Verbundformate interdisziplinärer Forschung der Freien Universität Berlin bilden koordinierte Programme, wie zum Beispiel der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Interdisziplinäre Zentren, die Cluster und Graduiertenschulen, die seit 2006 und 2007 beziehungsweise 2012 an der Freien Universität Berlin durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gefördert werden. Hinzukommen ferner die Focus Areas, das heißt fachübergreifende, flexible Forschungsfelder, die im Rahmen des Zukunftskonzeptes seit 2007 an der Universität entwickelt wurden und werden. Zudem werden einerseits Berufungen und Denominationen auf das universitäre Forschungsprofil abgestimmt und dieses inhaltlich erweitert, andererseits Forschungsleitlinien zur Generierung neuer Studiengänge mit dem Ziel der forschungsorientierten Lehre und der Schaffung thematisch neuer Promotionsprogramme integriert.

Darüber hinaus zeichnen sich jenseits von Fächergrenzen und Organisationseinheiten weitere Forschungsfelder mit einer profilbildenden Forschungsfokussierung und -vernetzung ab, in denen nicht allein Fragen von gesellschaftlicher, politischer, medizinischer oder naturwissenschaftlicher Relevanz untersucht werden, sondern die auch impulsgebend für zukünftige Forschungsfragen und -entwicklungen sein sollen. Diese fachübergreifenden Forschungsfelder inklusive deren einzelne zugeordnete weitere Themenschwerpunkte werden im folgenden Kapitel in Auswahl anhand von Einzel- und Verbundvorhaben vorgestellt.

### 2.1. Biomedizinische Grundlagenforschung

*Biomedizinische Grundlagenforschung erfolgt längst nicht mehr allein in den medizinischen Fächern. Themen von biomedizinischer Relevanz werden synergetisch in den Lebenswissenschaften, der Human- und Veterinärmedizin, aber auch in den Geistes- und Sozialwissenschaften oder mit mathematischen und bioinformatischen Methoden untersucht. So bilden an der Freien Universität Berlin Bereiche der Bioinformatik, Biochemie oder Biophysik wichtige Bestandteile medizinischer Forschungsthemen. Sozialwissenschaften wiederum untersuchen Erkrankungsprozesse, die im Kontext des Alterns oder demographischer Veränderungen entstehen. Die an der Freien Universität Berlin angesiedelten Bereiche der Bioinformatik und Nanomedizin wirken in medizinischen und neurowissenschaftlichen Projekten – gefördert durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder – mit, wie in der „Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies“. Ebenso intensive Verknüpfungen existieren im Exzellenzcluster „NeuroCure“ und in der exzellenzgeförderten Graduiertenschule „Berlin School of Integrative Oncology“. Neben Kooperationen mit Wissenschaftseinrichtungen in und außerhalb Berlins arbeiten die Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften der Freien Universität Berlin eng mit medizinischen Expertinnen und Experten der Charité – Universitätsmedizin Berlin zusammen.*

#### 2.1.1. Molekulare Systeme zur Steuerung zentraler Lebensprozesse

Die Molekular- und Proteinforschung – Bereiche der biologischen, chemischen, physikalischen, pharmakologischen, medizinischen und mathematischen Wissenschaft – deckt ein umfassendes Spektrum ab, das neben der Erforschung zentraler Lebensprozesse ebenso Themen der alternativen Energieforschung, der technischen Werkstoffentwicklung in der Materialforschung oder der molekularen Mikrotechnik umfasst – Bereiche, die Bestandteile des täglichen Lebens sind. Es geht um das Zusammenwirken von strukturellen, elektronischen, optischen und chemischen Eigenschaften auf verschiedenen Komplexitätsebenen in molekularen Systemen.

Moleküle und Proteine steuern zentrale Prozesse menschlichen, tierischen und pflanzlichen Lebens und tragen zur Gesundheit und Krankheit gleichermaßen bei. Biologische Makromoleküle, wie Proteine und Nukleinsäuren, sind die grundlegenden Bausteine des Lebens. Ihre dynamischen Bewegungen und Interaktionen sind für alle biologischen Prozesse, wie der Atmung, Verdauung und Muskelbewegung, verantwortlich. So werden mit Computersimulationen molekulare Vorgänge untersucht, um die Dynamik und Wechselwirkungen von Biomolekülen zu verstehen, die viele wichtige Probleme in Schlüsseltechnologien wie der Pharmazie, Polymerwissenschaft und Nanotechnologie lösen können.

## 2. Research Focus: Interdisciplinary Research Fields

The above description of selected research topics in subject groups indicated that a large amount of research is conducted in an interdisciplinary approach: research is carried out in individual projects within subject groups, in large collaborative projects, but largely also in an interdisciplinary and transdisciplinary approach and with national and international cooperation partners. The focus is on research topics for profile-enhancing, interdisciplinary academic priorities with the emphasis on future developments and sustainability.

Collaborative formats of interdisciplinary research at Freie Universität Berlin establish coordinated programs, such as the German Research Federation DFG, Interdisciplinary Centers, clusters and graduate schools, which have been funded at Freie Universität Berlin through the Excellence Initiatives of the German Federal and State governments since 2006 and 2007 or 2012. In addition there are focus areas, i.e. interdisciplinary, flexible research fields, which have been developed at the University within the framework of the future concept since 2007. Moreover, appointments and denominations are tailored to the university's research profile and expand the content of this profile, while research guidelines are incorporated on the generation of new courses with the goal of research-based teaching and creation of thematically new PhD programs.

Furthermore, beyond subject boundaries and organizational units, additional research fields emerge with profile-building research focus and networking, in which issues of social, political, medical or natural science relevance are analyzed, which should also provide an impetus for future research issues and developments. The interdisciplinary research fields, including individually-assigned additional key issues, are presented as a selection in the following section based on individual and collaborative projects.

### 2.1. Biomedical fundamental research

*Biomedical fundamental research is no longer conducted solely in medical subjects. Topics of biomedical relevance are synergetic in life sciences, human and veterinary medicine, and humanities and social sciences or are analyzed using mathematical and bioinformatics methods. The bioinformatics, biochemistry or biophysics areas form important components of medical research topics at Freie Universität Berlin. Social sciences, on the other hand, examine disease processes arising in the context of aging or demographic changes. The areas of bioinformatics and nanomedicine located at Freie Universität Berlin participate in medical and neuroscience projects – supported by the Excellence Initiative of the German Federal and State governments –, as in the “Berlin-Brandenburg School of Regenerative Therapies”. Intensive links also exist in the “NeuroCure” excellence cluster and in the excellence-funded graduate school “Berlin School of Integrative Oncology”. In addition to cooperation with scientific institutions inside and outside Berlin, humanities and natural and social sciences at Freie Universität Berlin work closely with medical experts of der Charité – University Medicine Berlin.*

#### 2.1.1. *Molecular systems for the control of central life processes*

Molecular and protein research – areas of biological, chemical, physical, pharmacological, medical and mathematical science – covers an extensive range, which examines central life processes as well as topics including alternative energy research, technical material development in materials research or molecular microtechnology – areas that form part of everyday life. Such research involves the interaction of structural, electronic, optical and chemical properties on various levels of complexity in molecular systems.

Molecules and proteins control central processes of human, animal and plant life and contribute to health and disease in equal measure. Biological macromolecules, such as proteins and nucleic acids, are essential components of life. Their dynamic movements and interactions are responsible for all biological processes, such as breathing, digestion and muscle movement. Molecular processes are analyzed using computer simulations, in order to understand the dynamics and interactions of biomolecules, which are capable of solving major problems in key technologies, such as pharmaceuticals, polymer science and nanotechnology.

Molecular fundamental research examines genes and proteins, including their three-dimensional structure. This research relates to the understanding of molecular



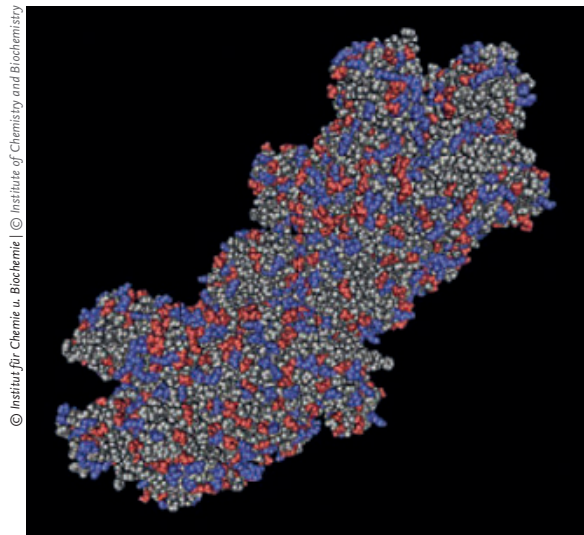
Molekulare Grundlagenforschung betrachtet Gene und Proteine inklusive deren dreidimensionale Struktur. Es geht dabei um das Verständnis der molekularen Mechanismen und der Zusammenhänge zwischen Krankheitserregern und spezifischen molekularen Systemen, um durch erregerspezifische Entwicklungsstrategien Infektionen zu verhindern. Erforscht werden Krankheitserreger von medizinischer Relevanz zum Beispiel im Magen-Darm-Trakt bei Mensch und Tier. Dabei sollen zugleich Ansätze für neue therapeutische Konzepte und Impfstoffe entwickelt werden.

Ein weiteres Beispiel molekularer Grundlagenforschung ist der DFG-Sonderforschungsbereich „Elementarprozesse in molekularen Schaltern an Oberflächen“, der die zentrale Funktion molekularer Schalter in biologischen Systemen analysiert, wie zum Beispiel im menschlichen Sehvermögen.

Proteingerüste an Membranen sind von Bedeutung für verschiedene Prozesse in Zellsystemen und steuern Zellfunktionen, wie die synaptische Signalübertragung. So werden höchstauflösende Bildtechniken angewandt, um die Organisation membranassoziierter Gerüste darzustellen, ferner strukturbiochemische und proteomische Verfahren, um molekulare Einsichten in den Aufbau von Proteinen und Proteinkomplexen zu bekommen sowie genetische und zellbiologische Methoden, um die Funktion ausgewählter Komponenten der analysierten Proteingerüste in zellulären Systemen zu untersuchen. Der DFG-Sonderforschungsbereich „Einrüstung von Membranen: Molekulare Mechanismen und zelluläre Funktionen“ leistet hierfür einen wichtigen Beitrag. Die Entwicklung neuer multivalenter Moleküle ist sowohl für wichtige biologische Fragestellungen, zum Beispiel der Hemmung von Entzündungen und der Prävention von viralen Infektionen, als auch für die Herstellung funktionaler Molekülarchitekturen, zum Beispiel auf Oberflächen, von großer Bedeutung.

Das Forschungsthema „supramolekulare Architekturen an biologischen Grenzflächen“ ist ein weiteres Beispiel biomedizinischer Grundlagenforschung, an dem Forscherinnen und Forscher der Biologie, Chemie, Pharmazie und Physik – insbesondere der Zellbiologie, Bio- und Oberflächenphysik und supramolekularen Chemie – gemeinsam arbeiten. Die erforschten supramolekularen Architekturen an biologischen Grenzflächen nehmen eine zentrale Funktion in lebenden Systemen ein, zum Beispiel bei der Wechselwirkung von Wirkstoffen mit Proteinkomplexen in der Zellmembran oder von Krankheitserregern mit Zelloberflächen. Ziel ist es, die Funktion neuronaler Kommunikation auf molekularer Ebene sowie die Interaktionen zwischen Krankheitserregern und Zelloberflächen besser zu verstehen.

Im Zentrum für supramolekulare Interaktionen, an dem die Fachgebiete Biologie, Chemie, Pharmazie, Physik, Veterinärmedizin, Mathematik und Informatik beteiligt sind, werden die Wechselwirkungen zwischen Molekülen erforscht, um Supramoleküle – Molekülgemeinschaften mit vielfältigen Beziehungen – mit neuen Fähigkeiten zu entwickeln, die sich auch in der Medizin oder in der Mikrocomputertechnik, als molekulare „Solarzellen“ zur Energiegewinnung oder in der Industrie einsetzen lassen. Untersucht werden dabei der Aufbau supramolekularer Strukturen und ihre Eigenschaften.



© Institut für Chemie u. Biochemie | © Institute of Chemistry and Biochemistry  
Modell eines Enzyms | Model of an enzyme

Biochemische Forschung widmet sich ferner den molekularen Ursachen bestimmter Krankheitsbilder, wie zum Beispiel den dem Marfan-Phänotyp – einer genetisch bedingten Bindegewebserkrankung – eng verwandten Krankheiten: den familiären Aneurysmen und Dissektionen der Thoraxaorta, Loeys-Dietz-Syndrom oder dem Typ 2 des Marfan-Phänotyps. Hierbei handelt es sich um heterozygot dominante Erbkrankheiten, die klinisch mit dem Marfan-Phänotyp stark übereinstimmen, jedoch anderen genetischen Ursprungs sind. Bei der Charakterisierung von Mutationen kommen biochemische Experimente mit den mutierten Rezeptoren selbst zum Einsatz oder zellbasierte Studien, in denen die Rezeptoren in geeigneten Zellsystemen im Hinblick auf ihren Einfluss auf die TGF- $\beta$ -Signalübertragung getestet werden.

Ferner geht es um Proteomanalysen bei neurodegenerativen Erkrankungen sowie um biochemische Resistenzforschung gegen Insulin, da die Prävalenz für eine ausgeprägte Insulinresistenz gegen Diabetes Typ II besonders



mechanisms and correlations between pathogens and specific molecular systems in order to prevent infections through pathogen-specific development strategies. Pathogens of medical relevance, for example in the gastrointestinal tract, are researched in humans and animals. At the same time approaches to new therapeutic concepts and vaccines should be developed.

Another example of molecular fundamental research is the DFG collaborative research center “Elementary processes in molecular switches on surfaces”, which analyzes the central function of molecular switches in biological systems, for example in human eyesight.

Protein scaffolds on membranes are important to various processes in cell systems and control cell functions, such as synaptic signal transmission. High-resolution imaging techniques are employed in order to depict the organization of membrane-associated scaffolds, and other structural biology and proteomic methods in order to gain molecular insights into the structure of proteins and protein complexes, as well as genetic and cell biology methods in order to analyze the function of selected components of analyzed scaffold proteins in cellular systems. The DFG collaborative research center “Scaffolding of membranes: molecular mechanisms and cellular functions” makes an important contribution here. The development of new multivalent molecules is highly significant both to important biological issues, such as inhibition of inflammations and prevention of viral infections, and to the production of functional molecule architectures, for example on surfaces.

The research topic “supramolecular architectures on biological interfaces” is another example of biomedical fundamental research, in which researchers in biology, chemistry, pharmacy and physics – in particular cell biology, biophysics and surface physics and supramolecular chemistry – cooperate. The examined supramolecular architectures on biological interfaces play a central role in living systems, for example in the interaction of active substances with protein complexes in the cell membrane or of pathogens with cell surfaces. The goal is to improve understanding of the function of neuronal communication on a molecular level and interactions between pathogens and cell surfaces.

The interactions between molecules are researched in the Center for Supramolecular Interactions, which involves the subject areas of biology, chemistry, pharmacy, physics, veterinary medicine, mathematics and computer science, in order to develop supra-molecules – molecule communities with diverse relations – with new capabilities, which can

also be used in medicine or microcomputer technology as molecular “solar cells” to generate energy, or in industry. The composition of supramolecular structures and their properties are analyzed here.

Moreover, biochemical research is dedicated to the molecular causes of certain symptoms, such as diseases closely related to the Marfan syndrome phenotype, a genetically-based connective tissue disease: familial aneurysms and dissections of the thoracic aorta, Loeys-Dietz syndrome or type-2 Marfan syndrome phenotype. These are heterozygous, dominant hereditary diseases, which in clinical terms strongly conform to the Marfan syndrome phenotype, but have a different genetic origin. In the course of characterization of mutations, biochemical experiments are used with mutated receptors themselves or cell-based studies, in which receptors are tested in appropriate cell systems with regard to their impact on TGF- $\beta$  signal transmission.

Moreover, this research involves proteome analyses in case of neurodegenerative diseases and biochemical resistance research against insulin, given the continually increasing prevalence of a distinctive insulin resistance to type-II diabetes, especially in western industrialized countries, and is therefore becoming a major research topic for disease prevention. In this context, the identification of new insulin-sensitizing factors and insulin-independent mechanisms for glucose intake is of great interest.

Within the framework of a nationwide research platform, characteristic protein signatures for neurodegenerative diseases are identified in biochemical fundamental research in order to obtain principles for new therapy options and molecular approaches to prevention. The goal is to identify molecules, which are potential biomarkers for early diagnosis and monitoring of the course of disease, in order to promote the development of new, therapeutically effective substances.

Research into the physics of individual molecules and molecular recognition in organic molecule systems cover a variety of technological and application-oriented developments, which are established and theoretically analyzed in an interdisciplinary approach between physics, chemistry and biology. The DFG collaborative research center “From molecules to modules: organization and dynamics of cellular functional units” is dedicated to an interdisciplinary analysis of functional modules, a subset of cellular macromolecules, which are required in order to perform autonomous functions. The priority is to analyze the gap between molecular interactions and module functions. Moreover, the

in den westlichen Industrieländern stetig zunimmt und somit zu einem wichtigen Forschungsthema für die Krankheitsprävention wird. In diesem Zusammenhang ist die Identifizierung neuer insulinsensitivierender Faktoren und insulinunabhängiger Mechanismen der Glukoseaufnahme von großem Interesse.

Im Rahmen einer bundesweit angelegten Forschungsplattform werden in der biochemischen Grundlagenforschung charakteristische Protein-Signaturen bei neurodegenerativen Erkrankungen identifiziert, um Grundlagen für neue Therapiemöglichkeiten und molekulare Ansätze zur Prävention zu bekommen. Ziel ist es, Moleküle zu identifizieren, die potentielle Biomarker zur frühzeitigen Diagnose und zur Beobachtung des Krankheitsverlaufes sind, um die Entwicklung von neuen, therapeutisch wirksamen Substanzen voranzubringen.

Forschung zur Physik von Einzelmolekülen und molekularer Erkennung in organischen Molekülsystemen umfassen vielfältige technologische und anwendungsorientierte Entwicklungen, die interdisziplinär zwischen Physik, Chemie und Biologie angesiedelt und theoretisch analysiert werden. Der DFG-Sonderforschungsbereich „Von Molekülen zu Modulen: Organisation und Dynamik zellulärer Funktionseinheiten“ widmet sich interdisziplinär der Analyse von Funktionsmodulen, einer Teilmenge zellulärer Makromoleküle, die erforderlich sind, um autonome Funktionen zu erfüllen. Schwerpunkt ist die Analyse der Lücke zwischen den molekularen Wechselwirkungen und den Modulfunktionen. Ferner dient die Synthetisierung von Molekülen dem zunehmenden Bedarf an Funktionsmolekülen in den Lebens- und Materialwissenschaften.

In den vergangenen Jahren hat sich eine Reihe neuer interdisziplinärer Forschungsverbände an der Freien Universität Berlin etabliert, die sich anhand der Erforschung molekularer Systeme oder gesellschaftlicher Veränderungen zentralen Lebensprozessen sowie Fragen von Gesundheit und Krankheit widmen. Untersucht werden zum Beispiel Wirkstoffe für therapeutische Anwendungen, Membranvorgänge an Grenzflächen, die das Lernen und Gedächtnis in Tier und Pflanze, das Verhalten von Mensch und Tier oder mikrobielle Infektionen und Stresstoleranz steuern, sowie molekulare Prozesse, die sich in die klinische Anwendung überführen lassen.

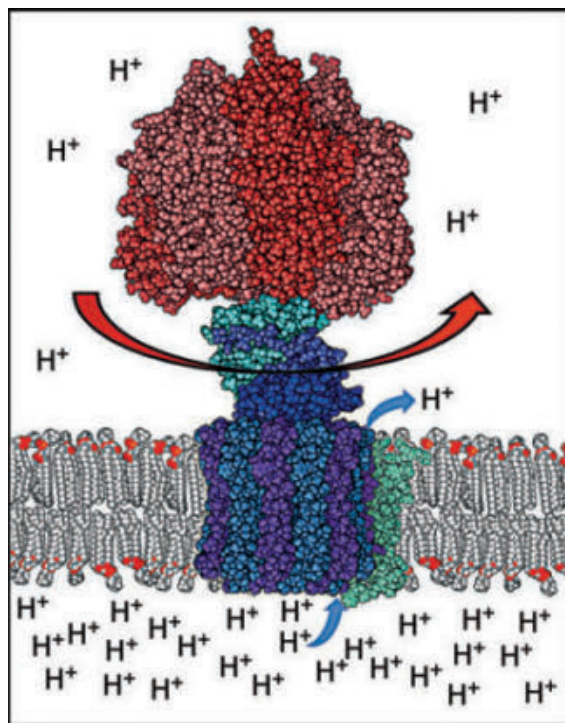
**Biologische Systeme, Biowissenschaften, Krankheitsbekämpfung, Medizin, Molekulare Systeme, Molekularforschung, Neurowissenschaften, Proteinforschung, Zellforschung, Zentrale Lebensprozesse**

### 2.1.2. *Gesundheit und Krankheit von Mensch und Tier*

Themenkomplexe der synergetisch arbeitenden lebens- und sozialwissenschaftlichen sowie medizinischen Gesundheitsforschung für Mensch und Tier bilden unter anderem Wirkstoffforschung und pharmazeutische Analytik, Diagnostik und Therapieforschung, Untersuchungen zu Infektionen und Resistenzen, zu neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen inklusive der Verbesserung der Lebensqualität. Hierzu entstanden in den letzten Jahren in Kooperation mit Partnern außerhalb der Freien Universität Berlin interdisziplinäre Forschungsnetzwerke, von denen nachfolgend einige in Auswahl vorgestellt werden.

Im Cluster „NeuroCure“ der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder werden neue Forschungsansätze entwickelt, um die Lebenssituation von Menschen mit neurologischen und neuropsychiatrischen Krankheitsbildern zu verbessern. Forschung hierzu erfolgt mit genetischen, molekularen, zellulären und systembiologischen Ansätzen. Schwerpunkte der Forschung bilden die molekularen und zellulären Grundlagen von neurologischen Erkrankungen wie Schlaganfall, Multiple Sklerose und Epilepsie, neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer oder psychiatrische Erkrankungen wie Autismus, Depressionen und Schizophrenie. Gravierende Veränderungen des Gehirns durch Erkrankungen können zu einer verschlechterten sozialen Situation, zu körperlicher Behinderung bis hin zur Erwerbsunfähigkeit führen und sind oft kaum heilbar. Eines der Ziele des Forschungsverbundes ist die Verbesserung dieser Situation der Patientinnen und Patienten. Zugleich sollen Ergebnisse der Grundlagenforschung in die klinische Anwendung übertragen werden.

Um neuronale Entwicklungsstörungen im Nervensystem geht es im gleichnamigen DFG-Sonderforschungsbereich, wie zum Beispiel in der Forschung zu Menschen mit autistischen Störungen. Hier werden anhand von auf Mutationen basierenden Autismus-Mausmodellen die physiologischen Grundlagen dieser komplexen Verhaltensstörung erforscht. Ziel ist eine physiologische und anatomische Untersuchung der neuronalen Schaltkreise im auditorischen Hirnstamm in zwei unterschiedlichen Autismus-Mausmodellen. In weiteren Forschungsprojekten wird der Einfluss des für den Spracherwerb bedeutenden Forkhead-Box-Proteins (FoxP2) auf die Entwicklung und Funktion neuronaler Schaltkreise für imitatives Lernen von Lauten analysiert.



© Institute für Chemie und Biochemie | © Institute of Chemistry and Biochemistry

Molekulare Motoren am Beispiel der ATP-Synthase | Molecular motors using ATP synthase

synthesizing of molecules serves the increasing demand for functional molecules in life and material sciences.

A series of new interdisciplinary research associations has been established at Freie Universität Berlin in recent years, which, based on research into molecular systems or social changes, are dedicated to central life processes and questions of health and disease. For example, active substances are analyzed for therapeutic applications, membrane processes on interfaces, which control learning and memory in animals and plants, behavior of humans and animals or microbial infections and stress tolerance, as well as molecular processes which can be transferred into clinical application.

**Biological systems, biosciences, disease control, medicine, molecular systems, molecular research, neurosciences, protein research, cell research, central life processes**

### 2.1.2. Human and animal health and disease

Subject areas of synergetic life and social sciences and medical health research for humans and animals also form part of active ingredient research and pharmaceutical analysis, diagnostic and therapy research, examinations of infections and resistances, neurological and psychiatric diseases, including improvement in the quality of life. Interdisciplinary research networks have emerged in this area in recent years in cooperation with partners outside of Freie Universität Berlin, a selection of which are presented below.

New research approaches are being developed to improve the life situation of people with neurological and neuropsychiatric symptoms in the “NeuroCure” cluster of the Excellence Initiative of the German Federal and State governments. Research is conducted in genetic, molecular, cellular and system biology approaches. Priorities are formed by the molecular and cellular principles of neurological diseases, such as strokes, multiple sclerosis and epilepsy, neurodegenerative diseases, such as Alzheimer’s, or psychiatric diseases, such as autism, forms of depression and schizophrenia. Severe changes to the brain caused by disease may result in a deterioration of the social situation, physical disability as far as earning incapacity, and can often hardly be cured. One of the goals of the research association is to improve this situation for patients. At the same time results of fundamental research should be transferred to clinical application.

Neuronal development disorders in the nervous system are covered in the DFG collaborative research center of the same name, such as in research into people with autistic disorders. The physiological principles for this complex behavioral disorder are examined here by virtue of autism mouse models based on mutations. The objective is a physiological and anatomic examination of neuronal circuits in the auditory brainstem in two different autism mouse models. The impact of the Forkhead box protein (FoxP2), which is important to language acquisition, on the development and function of neuronal circuits is analyzed for imitative learning of sounds in additional research projects.

The three Berlin universities, Freie, Technical and Humboldt Universities, and Charité – University Medicine Berlin cooperate in neuroscience and related subject areas in the Berlin Einstein Center for Neurosciences.

Scientists examine the humanities, natural and social sciences and medical diseases arising in the context of the aging process in the focus area “DynAge. Aging-associated disease processes in humans: dynamics on the level of



Im Berliner Einstein-Zentrum für Neurowissenschaften arbeiten die drei Berliner Universitäten, Freie, Technische und Humboldt-Universität, sowie die Charité – Universitätsmedizin Berlin gemeinsam zu neurowissenschaftlichen und fachverwandten Themenkomplexen.

In der Focus Area „DynAge. Alterns-assoziierte Erkrankungsprozesse beim Menschen: Dynamiken auf der Ebene von Molekülen, Individuen und Gesellschaft“ untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften sowie der Medizin Erkrankungen, die im Kontext des Alterungsprozesses entstehen. Ziel ist es, mehr über Krankheiten und ihre molekularen Ursachen zu erfahren, die sich im Verlauf des Lebens entwickeln. Zugleich werden Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Erkrankungen auf das soziale Umfeld eines Menschen gesammelt. Die Ergebnisse hieraus sind gerade vor dem Hintergrund der demographischen Veränderung von Bedeutung. Diese Untersuchungen werden an häufigen Krankheitsbildern wie Tumore, kardio-vaskuläre Erkrankungen, Degenerationen des Bewegungsapparates sowie kognitive Einschränkungen und Depressionen durchgeführt.

Der DFG-Sonderforschungsbereich „Nanocarrier: Architektur, Transport und zielgerichtete Applikation von Wirkstoffen für therapeutische Anwendungen“ hat die Erforschung neuer Wege bei der Behandlung entzündlicher Hauterkrankungen durch wirkstoffbeladene Trägersysteme in Nanogröße, den sogenannten Nanocarriern, zum Schwerpunkt. Für eine erfolgreiche topische Therapie ist die Aufnahme von Wirkstoffen wichtig. Ziel ist es, diese Substanzen am Wirkort effizient einzusetzen und gleichzeitig die Nebenwirkungen auf den gesamten Organismus zu verringern. Zugleich sollen die nanoskopischen Trägersysteme und die Konzepte der topischen Therapie insgesamt verbessert werden. Forschungsergebnisse zu neu entwickelten Nanocarriern sollen es ermöglichen, diese Technologie bei der Behandlung menschlicher Krankheiten anzuwenden.

Des Weiteren werden in der Polymer- und organischen Chemie neuartige thermo-responsive Nanogelee für den zielgerichteten Wirkstofftransport entwickelt. Von Interesse sind hierbei unter anderem die Entwicklung neuer polymerbasierter Therapiekonzepte und neuer theranostischer Therapieansätze. Diese Drug-Delivery-Systeme dienen als Wirkstofftransporter sowie bei einer neuartigen Therapiemethode, der Hyperthermie. Für den zielgerichteten Transport und eine rezeptorvermittelte zelluläre Aufnahme wird die Oberfläche dieser wirkstoffbeladenen Formulierungen zusätzlich mit Liganden modifiziert, die an Proteine binden und die spezifisch für die Tumor-Angiogenese sind.

Schwerpunkte pharmazeutischer Forschung sind unter anderem die Generierung innovativer Wirkstoffe synthetischen und natürlichen Ursprungs, innovativer Arzneistoff-trägersysteme, nanoskaliger Systeme zum Wirkstofftransport sowie dermatologische Forschung, wie zum Beispiel die Entwicklung topischer Applikation von Proteinen als neuer Therapieansatz für die Behandlung genetisch bedingter Hautkrankheiten. Ferner entstehen hierbei neue Erkenntnisse zur molekularen Pathogenese von Dermatosen. Die Entwicklung und Synthese eines neuen, biologisch abbaubaren Polymers mit verbesserter Stabilität und Pharmakokinetik für den Wirkstofftransport dient der Verbesserung des therapeutischen Index klinischer Wirkstoffe. Als Alternativen zu Tierversuchen in der biomedizinischen Forschung werden humane Organe rekonstruiert.

Für humanmedizinische und pharmazeutische Forschung zum Wohle des Menschen werden noch immer Tierversuche durchgeführt. Forschungen der Freien Universität Berlin versuchen, möglichst tierschonende und -schützende Verfahren zu etablieren. Zur Förderung der Tiergesundheit wurde die „Berlin-Brandenburger Forschungsplattform BB3R, Innovationen in der 3R-Forschung – Gentechnik, Tissue Engineering und Bioinformatik“ gegründet, an der die Pharmazie und die Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin beteiligt sind. Dort werden die 3R-bezogenen Kompetenzen der Region Berlin-Brandenburg vereint, um systematisch zum Bereich der tierschonenden Arbeitstechniken zu forschen. Ziel ist die Etablierung alternativer und tierschonender Methoden in der präklinischen Entwicklung von Arzneimitteln sowie in der human- und biomedizinischen Grundlagenforschung.

Im DFG-Sonderforschungsbereich „Multivalenz als chemisches Organisations- und Wirkprinzip: Neue Architekturen, Funktionen und Anwendungen“ wird das Ziel verfolgt, die verschiedenen Aspekte von Multivalenz zu untersuchen und neue theoretische Modelle zu entwickeln. Damit sollen Vorhersagen und Design von Architektur und Funktion durch Multivalenz ermöglicht werden. Das Verstehen von multivalenten Wechselwirkungen fördert die Beantwortung zentraler medizinischer und lebenswissenschaftlicher Fragestellungen, zum Beispiel zur Hemmung von Entzündungen, zur Prävention von viralen Infektionen und zur Weiterentwicklung von Wirkstoffen. Forschung zu spezifischen molekularen Systemen und funktionellen Biointerfaces sollen Erkenntnisse über die Infektionsstrategien von viralen und bakteriellen Erregern geben. So können zelluläre Barrieren funktioneller Biointerfaces den Eintritt von Erregern verhindern, die wiederum durch Fusion mit Membranen oder auf endozytischem Wege diese Barrieren umgehen oder auch gesundheitsge-

molecules, individuals and society”. The goal is to learn more about diseases and their molecular causes, as they develop in the course of life. At the same time findings about the impacts of diseases on social environment are collected. The resultant findings are important in particular against the background of demographic change. Such analyses are conducted for frequent symptoms, such as tumors, cardiovascular diseases, degeneration of the locomotor system and cognitive impairments and forms of depression.

The DFG collaborative research center “Nanocarriers: architecture, transport and targeted application of active ingredients for therapeutic applications” is focused on examination of new methods for the treatment of inflammatory skin diseases through active ingredient-loaded carrier systems on a nanoscale, the so-called nanocarriers. Taking active ingredients is important for successful topical treatment. The goal is to use these substances efficiently in the target location and simultaneously reduce adverse effects on the entire organism. At the same time nanoscopic carrier systems and concepts of topical therapy should be improved overall. Research findings on newly developed nanocarriers are intended to allow this technology to be applied in the treatment of human diseases.

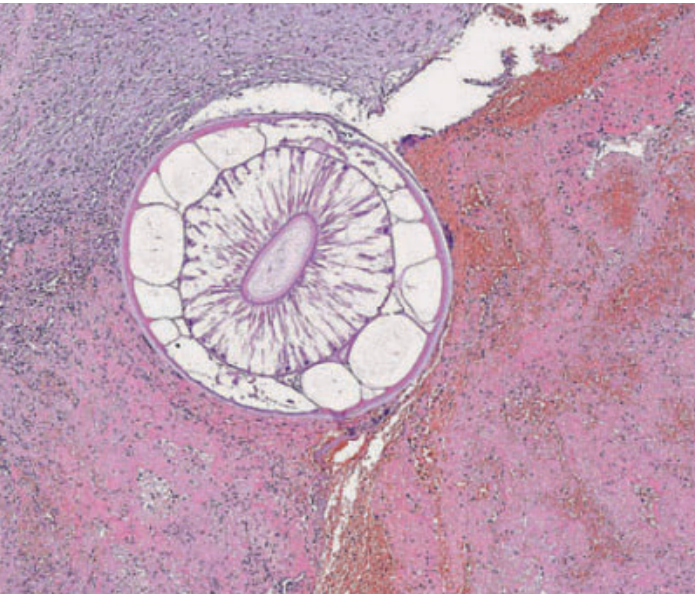
Furthermore, new thermoresponsive nanogels for the targeted transport of active ingredients are developed in polymer and organic chemistry. The development of new polymer-based therapy concepts and new theranostic approaches to therapy approaches are also of interest here. These drug delivery systems serve as active ingredient transporters and are used in a new therapy method, hyperthermia. The surface of these active ingredient-loaded formulations is also modified with ligands, which are bound to proteins and specific to tumor angiogenesis, for targeted transport and receptor-mediated cellular uptake.

Priorities of pharmaceutical research include the generation of innovative active ingredients of synthetic and natural origin, innovative drug carrier systems, nanoscale systems for the transport of active ingredients and dermatological research, such as development of topical application of proteins as a new therapeutic approach for the treatment of genetically-based skin diseases. Moreover, new findings emerge here on the molecular pathogenesis of dermatosis. The development and synthesis of a new, biodegradable polymer with improved stability and pharmacokinetics for the transport of active ingredients serves to improve the therapeutic index of clinical active ingredients. Human organs are reconstructed as alternatives to animal testing in biomedical research.

Veterinärmedizinische OP | Veterinary medicine OP

© David Ausserhofer





© Institut für Tierpathologie | © Institute of Veterinary Pathology

Wurmbefall | Worm infestation

fähdende Biofilme bilden können. Die medizinische wie auch die biochemische und -physikalische Aufklärung der Biofilmbildung, der Immunzellaktivierung, der Prozesse von Biomembranen und der intrazellulären Erreger-Wirt-Interaktionen tragen wesentlich zur gesundheitsmedizinischen Forschung von Mensch und Tier bei.

Infektionen verschiedener Ursachen wie bakterieller oder parasitärer Immunreaktionen und Resistenzen von Krankheitserregern bei Tieren, die auch auf den Menschen übertragbar sind, machen ein großes Forschungsfeld veterinärwissenschaftlicher und naturwissenschaftlich-biomedizinischer Forschung der Freien Universität Berlin aus. Zu den aktuell wichtigen Themen veterinärmedizinischer Forschung zählen zum Beispiel die Untersuchung des Auftretens und der Verbreitung multiresistenter Bakterien in der Tierhaltung im Zusammenhang mit dem Antibiotikaeinsatz in der Tiermedizin und die damit verbundenen Risiken für Mensch und Tier. Durch den Nachweis resistenter Bakterien in Fleischprodukten und anderen Nahrungsmitteln steht diese Thematik zugleich im Fokus des Verbraucherschutzes. Aber auch Haus- und Wildtiere sowie Pferde können Träger von multiresistenten Bakterien sein. Unabhängig von ihrer Resistenz gehören diese Bakterien zur Normalflora von Haut und Schleimhäuten, unter anderem des Darms bei gesunden Menschen und Tieren. Das veterinärmedizinische DFG-Graduiertenkolleg „Parasite Infections: From Experimental Models to Natural Systems“ erforscht durch Studien zu wichtigen Parasiten an Modellorganismen, freilebenden Tieren sowie beim

Menschen parasitäre Erkrankungen, die damit verbundenen zellulären Interaktionen, Mechanismen der Infektionen und Persistenz sowie die Auswirkungen auf Wildtierpopulationen.

Im Tiermedizinischen Zentrum für Resistenzforschung an der Freien Universität Berlin, das sich im Aufbau befindet, werden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Infektionsmedizin und der tiermedizinisch-klinischen Fächer zusammenarbeiten. Ziel ist es, durch Grundlagenforschung die wachsenden Probleme mit resistenten Keimen in der Tiermedizin einzuschränken und hierfür die molekularen Grundlagen zunehmender Resistenzen von Krankheitserregern zu ermitteln. In dem Zentrum werden neue diagnostische Verfahren, Therapien und Hygienemaßnahmen entwickelt und in die Praxis überführt.

**Altersforschung, Bakteriologie, Biowissenschaften, Gesundheitsforschung, Humanmedizin, Infektionskrankheiten, Molekularforschung, Nanomaterialien, Neurologische Erkrankungen, Neurowissenschaften, Pharmakologie, Resistenzen, Sozialwissenschaften, Tiergesundheit, Tierschutz, Veterinärmedizin, Virologie**

### 2.1.3. Entwicklung neuer Schlüsseltechnologien

Biomedizinische Grundlagenforschung wird auch durch die kontinuierliche Fortentwicklung von Schlüsseltechnologien in lebenswissenschaftlich-mathematischen Fachgebieten unterstützt, zum Beispiel in den Bereichen der Bio-, Gen-, Neuro- und Nanotechnologien. Die Forschung der Mathematik zur Entwicklung biomedizinischer Technologien hat hierbei eine wichtige Position inne. Mathematik ist eine Querschnittswissenschaft, die nicht auf die Grundlagenforschung begrenzt ist: Sie entwickelt Lösungskonzepte für viele Technologiebereiche. So tragen mathematische und computerorientierte Methoden zur Problemlösung in der Struktur- und Systembiologie bei, mathematische Theorien und Software werden zur Erforschung biologischer Makromoleküle, Netzwerke und Systeme verwendet. Computergestützte Modellierungen und mathematische Simulationen werden beispielsweise in der Implantatforschung eingesetzt, etwa zur Berechnung der Reproduktion des Abriebs von Knieimplantaten und zur Optimierung der patientengruppenspezifischen Abriebminimierung von Implantaten.



Animal tests are still being conducted to the benefit of humans for human medicine and pharmaceutical research. Research at Freie Universität Berlin is intended to establish animal-friendly and welfare procedures where possible. The “Berlin-Brandenburg Research Platform BB3R, Innovations in 3R Research – Genetic Engineering, Tissue Engineering and Bioinformatics” was founded in order to promote animal health, and involves pharmacy and veterinary medicine at Freie Universität Berlin. The 3R-based competences of the Berlin-Brandenburg region are combined to conduct systematic research in the area of animal-friendly work techniques. The goal is to establish alternative and animal-friendly methods in pre-clinical drug development and human and biomedical fundamental research.

The DFG collaborative research center “Multivalence as a chemical organization and operating principle: new architectures, functions and applications” aims to examine various aspects of multivalence and develop new theoretical models. The intention is to facilitate forecasts and design of architecture and function through multivalence. An understanding of multivalent interactions promotes a response to central medical and life science questions, for example inhibiting inflammations, preventing viral infections and developing active ingredients. Research into specific molecular systems and functional biointerfaces is intended to provide findings on infection strategies for viral and bacterial pathogens. Cellular barriers of functional biointerfaces may prevent the occurrence of pathogens, which in turn bypass these barriers through fusion with membranes or by endocytic means, or may form biofilms that endanger health. Medical and biochemical and physical information from biofilm formation, immune cell activation, processes for biomembranes and intracellular pathogen-host interactions make a significant contribution to medical research on humans and animals.

Infections of different causes, such as bacterial or parasitic immune responses and resistances for pathogens in animals, which can also be transferred to humans, constitute a major research field for veterinary science and natural science biomedical research at Freie Universität Berlin. Currently important topics in veterinary medicine research include, for example, analysis of the occurrence and spread of multi-resistant bacteria in animal farming in relation to use of antibiotics in veterinary medicine and the associated risks to humans and animals. This topic is centered on consumer protection through the detection of resistant bacteria in meat products and other foods. However, pets and wild animals can also be carriers of multi-resistant bacteria. Regardless of their resistance, these bacteria form part of the normal flora of skin and mucous

membranes, including in the intestine of healthy humans and animals. The veterinary medicine DFG research training group “Parasite Infections: From Experimental Models to Natural Systems”, through studies on important parasites in model organisms, conducts research on wild animals and in humans with parasitic diseases, associated cellular interactions, mechanisms of infections and persistence, and impacts on wild animal populations.

Scientists from the clinical subjects of infection medicine and veterinary medicine will cooperate in the veterinary medicine center for resistance research at Freie Universität Berlin, which is being established. The goal is to restrict the growing problems of resistant germs in veterinary medicine through fundamental research and to identify molecular principles for increasing resistances of pathogens. New diagnostic procedures, therapies and hygiene measures are developed and transferred into practice in the center.

**Gerontology, bacteriology, biosciences, health research, human medicine, infectious diseases, molecular research, nanomaterials, neurological diseases, neurosciences, pharmacology, resistances, social sciences, animal health, animal welfare, veterinary medicine, virology**

### 2.1.3. Development of new key technologies

Biomedical fundamental research is also supported by the continual advancement of key technologies in life science and mathematical subject areas, for example in the areas of biotechnologies, gene technologies, neurotechnologies and nanotechnologies. Mathematical research into the development of biomedical technologies plays an important role here. Mathematics is a cross-sectional science, which is not restricted to fundamental research: it develops solutions for many areas of technology. For example, mathematical and computer-based methods contribute to problem-solving in structural and systems biology, mathematical theories and software are used in the research of biological macromolecules, networks and systems. Computer-aided modeling and mathematical simulations are used for example in implant research, to compute the reproduction of abrasion from knee implants and to optimize abrasion minimization of implants for specific patient groups.

Zwei interdisziplinäre Forschungsverbünde der Freien Universität Berlin lassen sich für die Erforschung von Schlüsseltechnologien und ihren Einsatz in der Medizin beispielhaft nennen: Das Einstein Center of Mathematics Berlin, das seit 2014 die Forschung des DFG-Forschungszentrums „Matheon – Mathematik für Schlüsseltechnologien“ fortsetzt, und die Focus Area „NanoScale – Nanoskalige Funktionsmaterialien“.

Forschungsschwerpunkte des Einstein Centers of Mathematics Berlin bilden die klinische Forschung und Gesundheitsvorsorge – Forschungskomplexe, die bei der computergestützten Chirurgie, patientenspezifischen Therapieplanung, Analysen von Proteindatenbanken, Systembiologie und Pharmakokinetik eingesetzt werden. Es werden reale medizinische Prozesse mit Methoden der mathematischen Bereiche „Optimierung und Diskrete Mathematik“, „Numerik und Scientific Computing“ sowie „Angewandte und Stochastische Analysis“ simuliert und optimiert. So wird zum Beispiel die Weiterentwicklung computergestützter Operationsplanungen, Simulationen und Visualisierungen von Geweben oder Knochen zur optimalen Gestaltung von Prothesen oder medizinische Bildgebungsverfahren vorangetrieben. Ferner erzeugen Biotechnologien große Datenmengen über molekulare, genetische oder metabolische Prozesse. Die Entwicklung von Algorithmen der Diskreten Mathematik unterstützt die Biotechnologien bei der Entschlüsselung menschlicher Genome. Durch Methoden der mathematischen Modellierung, Simulation und Optimierung wird die Fortbildung komplizierter Entwicklungs-, Herstellungs- und Verarbeitungsschritte in diesen Gebieten im großen Umfang vorangebracht. Zudem lassen mathematische Methoden die Prozesse in der industriellen Anwendung für die Medizin und Lebenswissenschaften konkret realisieren.

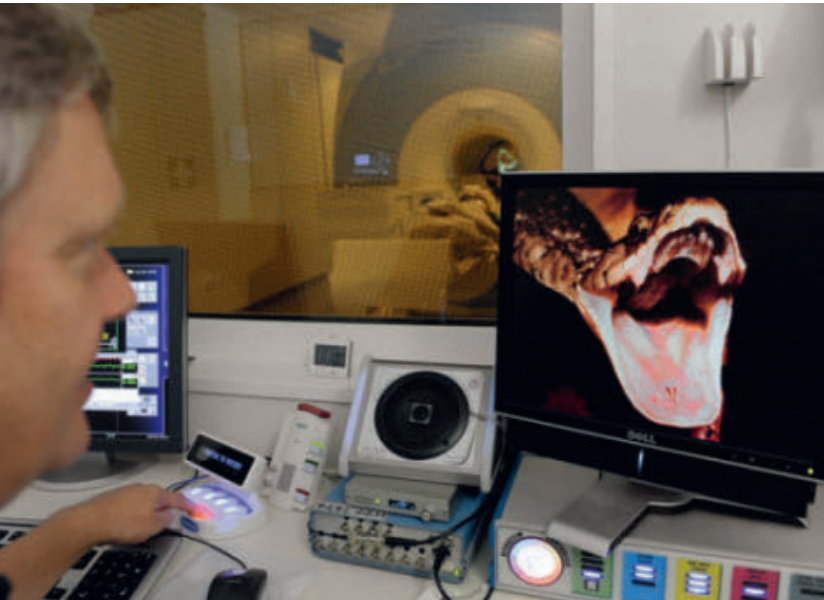
Schwerpunkt des Focus Area „NanoScale – Nanoskalige Funktionsmaterialien“ bildet die interdisziplinäre Erforschung von Materialeigenschaften nanoskaliger Systeme und ihre Wechselwirkungen; hierbei arbeiten Naturwissenschaften, Human- und Veterinärmedizin sowie Mathematik und Informatik zusammen. Nanostrukturen als kleine molekulare Einheiten lassen sich im Aufbau beeinflussen. Mögliche Einsatzgebiete unterschiedlicher Verwendung der nanoskaligen Systeme bestehen in der Medizin, in den Materialwissenschaften, in der Elektronik und Optoelektronik. Ziele medizinorientierter Forschung nanoskaliger Systeme sind die Entwicklung neuer Diagnose- und Therapieformen wie moderne diagnostische Werkzeuge oder besser verträgliche Medikamente und die Verwendung multifunktionaler Nano- und Biomaterialien in Diagnostik und Therapie. Dies ist ein Forschungsbereich der Nano-

medizin. In der regenerativen Therapie werden Funktionsmaterialien erforscht, die als Trägermaterialien von Zellen oder als bioverträgliche Implantatbeschichtungen angewandt werden können.

Zu den weiteren an der Freien Universität Berlin entwickelten Schlüsseltechnologien zählen optische Verfahren und Technologien für die Übertragung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen sowie für optische Prozesse: die Photonik, die Forschungsfelder wie unter anderem Informations- und Kommunikationstechnik, Life Sciences, Weltraumforschung, Quantenkommunikation, optische Messtechnik und Nanotechnologie umfasst. Physikalische Forschung erfolgt hier in den Bereichen der Nano- und Biophotonik. So werden neue Bauelemente erforscht, die für die Entwicklung neuartiger photonischer Nanoarchitekturen geeignet sind. Ferner werden mit der Tieftemperatur-Einzelmolekül-Spektroskopie und verwandten Techniken Fragestellungen der experimentellen Bio- und Nanophotonik bearbeitet, zum Beispiel aus dem Bereich der Photosensorik, wie Photorezeptoren, oder der Lichtsammlung; exemplarisch anzuführen sind konjugierte Polymere und photosynthetische Komplexe.

Beide dargestellten Forschungsverbünde wie auch die weitere Forschung zu Schlüsseltechnologien leisten einen wichtigen Beitrag in der Modellierung und Visualisierung biologischer und medizinischer Prozesse und in der Fortentwicklung biomedizinischer Schlüsseltechnologien für Diagnostik, Implantat- und Medikamentenentwicklung, Therapie und Heilungsverfahren, für die Anwendung in der Praxis und im Bereich der Photonik.

**Biowissenschaften, Informationstechnologie, Mathematik, Mathematische Modellierungen, Medizintechnik, Nanomaterialien, Nanotechnologie, Photonik, Schlüsseltechnologien**



© Bernd Wannenmacher

MRT | MRI

Two interdisciplinary research associations at Freie Universität Berlin can be mentioned as examples for the examination of key technologies and their use in medicine: the Einstein Center of Mathematics Berlin, which has been carrying out research in the DFG research center “Matheon – mathematics for key technologies” since 2014, and the focus area “Nanoscale – nanoscale functional materials”.

Research priorities of the Einstein Center of Mathematics Berlin are formed by clinical research and healthcare – research complexes used in computer-aided surgery, patient-specific therapy planning, analyses of protein databases, systems biology and pharmacokinetics. Real medical processes are simulated and optimized using methods in the mathematical areas of “Optimization and discrete mathematics”, “Numerical and scientific computing” and “Applied and stochastic analysis”. For example, the development of computer-aided operational planning, simulations and visualizations of tissues or bones for the optimal design of prostheses or medical imaging methods are promoted. Moreover, biotechnologies generate large data quantities of molecular, genetic or metabolic processes. The development of algorithms in discrete mathematics supports biotechnologies in the decoding of human genomes. Further training in complicated development, manufacturing and processing stages is largely promoted in these areas through mathematical modeling, simulation and optimization methods. Moreover, mathematical methods allow for specific implementation of processes in industrial application for medicine and life sciences.

The priority of the focus area “Nanoscale – nanoscale functional materials” is established by interdisciplinary research of material properties of nanoscale systems and their interactions; natural sciences, human and veterinary medicine, and mathematics and computer science cooperate here. Nanostructures, in the form of small, molecular units, can be influenced in terms of structure. There are possible applications for different use of nanoscale systems in medicine, material sciences, electronics and optoelectronics. The goals of medicine-based research of nanoscale systems are to develop new forms of diagnosis and therapy, such as modern diagnostic tools or more compatible medicines and the use of multifunctional nanomaterials and biomaterials in diagnostics and therapy. This is a research area in nanomedicine. Functional materials, which can be applied as carrier materials for cells or as biocompatible implant coatings, are examined in regenerative therapy.

Other key technologies developed at Freie Universität Berlin include optical procedures and technologies for the transfer, storage and processing of information and for optical processes: photonics covering research fields including information and communications technology, life sciences, space research, quantum communications, optical measurement technology and nanotechnology. Physical research is conducted here in the areas of nanophotonics and biophotonics. New components are being researched, which are suited to the development of new photonic nanoarchitectures. Moreover, questions of experimental biophotonics and nanophotonics are handled using the low-temperature individual molecule spectroscopy and related techniques, for example from the area of photo sensors, such as photoreceptors, or light collection; conjugated polymers and photosynthetic complexes can be mentioned as examples.

Both presented research associations and additional research into key technologies make an important contribution in the modeling and visualization of biological and medical processes and the advancement of biomedical key technologies for diagnostics, implant and drug development, therapy and healing procedures, for application in practice and in the photonics area.

**Biosciences, information technology, mathematics, mathematical modeling, medical technology, nanomaterials, nanotechnology, photonics, key technologies**



## 2.2. Der Mensch in der Gesellschaft: Gesundheit, Lebensqualität und Ungleichheit

*In diesem Forschungsfeld sind Forschungsaktivitäten aller Fächergruppen der Freien Universität Berlin beteiligt. Die physiologische und psychische Gesundheit von Mensch und Tier, gesellschaftliches und persönliches Wohlergehen, soziale Gleichheiten, Ungleichheiten oder geschlechtsbezogene Ungleichheiten in Gesellschaften weltweit sowie technische Errungenschaften zur Erleichterung des Alltags in allen Lebensaltersstufen des Menschen sind Themen, die in ihrer übergreifenden Komplexität nur in inter- und transdisziplinärer Zusammenarbeit behandelt werden können. Die nachfolgenden Themenbereiche geben einen Ausschnitt dieser Forschungsvielfalt wieder.*

### 2.2.1. Sichere Lebensmittel und Produkte – Interaktion Mensch und Tier

Forschung lebenswissenschaftlicher Fächer der Freien Universität Berlin zum Themenkomplex „Sichere Lebensmittel und Produkte – Interaktion Mensch und Tier“ widmet sich der Verbesserung von Tierschutz, -haltung und -gesundheit sowie den Möglichkeiten der Früherkennung und Reduzierung zwischen Tier und Mensch übertragener Infektionen inklusive der Resistenzen gegenüber Infektionen, die entweder im unmittelbaren Tier-Mensch-Kontakt oder über die Lebensmittelkette entstehen und verbreitet werden können. Schwerpunkte bilden bakterielle, virulente oder parasitäre Erkrankungen und Seuchengefahren von Haus- und Nutztieren und ihre Übertragungswege untereinander und auf den Menschen wie auch potenzielle Krankheitsherde durch unsachgerechte Tierhaltung, Fleisch- und Lebensmittelhygiene.

So werden in der Infektionsbiologie und -medizin biologische Infektionsprozesse untersucht. Ein besonderer Schwerpunkt der Infektionsmedizin stellt die Erforschung von Resistenzen gegen Therapeutika, wie zum Beispiel Antibiotika, dar: Aufgrund vielfältiger Interaktionen zwischen Tier und Mensch oder über lebensmittelliefernde Tiere sind Infektionen, die vom Tier auf den Menschen übergehen, wie zum Beispiel Zoonosen oder Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA), von herausragender Bedeutung. Die Verbreitung von Tierseuchen- und Zoonoseerregern birgt ein hohes gesundheitliches Risiko für die Bevölkerung und ein wirtschaftliches Schadenspotential. Um dem entgegenzuwirken, werden insbesondere diagnostische Verfahren zur frühzeitigen Erkennung von

handener Erreger und zugleich informationstechnische Werkzeuge zur Auswertung komplexer Daten zur Analyse der unübersichtlichen Ausbreitungswege beziehungsweise zur Identifizierung der Ausbruchquellen entwickelt. Im Verbundprojekt „Ess-B.A.R. – Lebensmittelsicherheit und Resilienz von Lebensmittelwarenketten in biologischen Gefahrenlagen“ werden hierfür konkrete Lösungsansätze erarbeitet. Dies erfolgt in einem anwendungsorientierten Forschungsvorhaben in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Lebensmittelmikrobiologie, Diagnostik, Epidemiologie und Informationstechnologien. Im Verbundprojekt „EsRAM – Entwicklung stufenübergreifender Reduktionsmaßnahmen für antibiotikaresistente Erreger beim Mastgeflügel“ sollen Bakterien wie MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*) oder ESBL (Extended Spectrum beta-Lactamase) innerhalb der Geflügelfleischkette reduziert werden. Dies geschieht durch Verfahren und Technologien zur Bruteihygiene, Optimierung von Haltungssystemen und Fütterungsregimen für Masthähnchen oder durch neue Verfahren und Technologien für die Schlachtung und Verarbeitung von Mastgeflügel.

Tierhaltung und Lebensmittelsicherheit sind somit kaum zu trennen. Hierfür werden verschiedene Nachweis- und Kontrollsysteme in der Lebensmittelproduktion, Optimierungen in der Tierhaltung sowie Verfahren zur Verminderung und Prävention bakterieller und virulenter Erkrankungen entwickelt. Auf dem Gebiet der Nutztierhaltung gibt es zum Beispiel Ansätze zur Neustrukturierung der Geflügelhaltung durch die Integration von Mast und Eierproduktion unter Einsatz des Zweinutzungshuhns als Maßnahme zum Tierschutz. Für die Milchgewinnung werden präventive Maßnahmen zur Reduktion multiresistenter, pathogener Bakterien erforscht. In Rinderbeständen wird ein System zur Hygieneanalyse erprobt. Ein hohes Tiergesundheitsniveau bildet hierbei eine wichtige Voraussetzung für die Sicherheit und Unbedenklichkeit vom Tier stammender Lebensmittel, aber auch für die Wirtschaftlichkeit der Rinderhaltung.

Die Gewährleistung der Gesundheit der landwirtschaftlichen Nutztiere und die Generierung spezifischer Nachweissysteme sind zudem ein ganz entscheidender Aspekt eines aktiven und vorbeugenden Tierschutzes sowie der präventiven Tierseuchenbekämpfung. Generiert wird ein Tierseuchen-Früherkennungssystem für die klassische Schweinepest (KSP) und für die afrikanische Schweinepest (ASP). Dieses kann zum Beispiel schematisch als Ereignis- und Entscheidungsbaum dargestellt und mit Daten aus dem bestehenden Programm – zur Populationsstruktur, Anzahl jährlich untersuchter Proben, Testcharakteristika – gefüllt werden. Eine solche Methodik wurde in den letzten

## 2.2. Man in society: health, quality of life and inequality

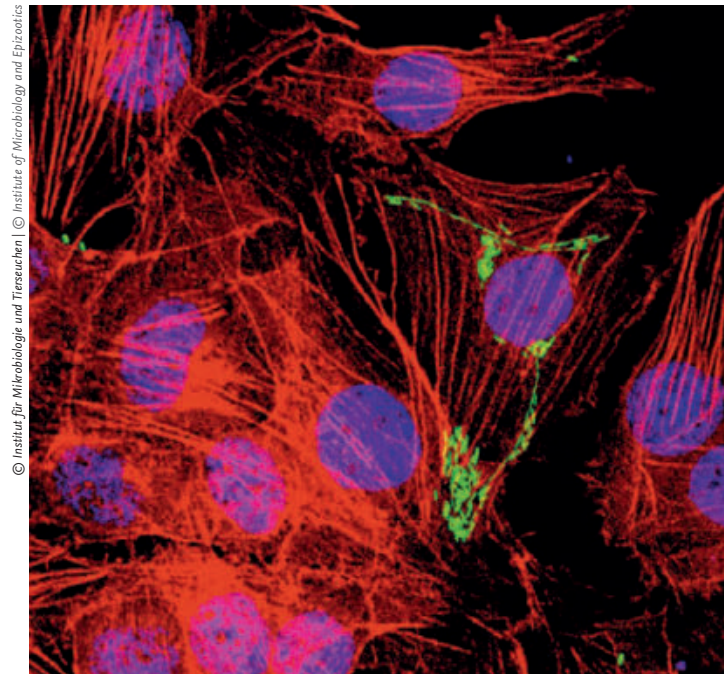
Research activities of all subject groups at Freie Universität Berlin are involved in this research field. Physiological and psychological health of humans and animals, social and personal well-being, social equalities, inequalities or gender-based inequalities in societies around the world and technical achievements to make everyday life easier in all age groups of humans are topics which can only be handled in their overall complexity in interdisciplinary and transdisciplinary cooperation. The following subject areas provide an overview of the diversity of research.

### 2.2.1. Safe food and products – human and animal interaction

Research in life science subjects at Freie Universität Berlin into the subject area “Safe food and products – human and animal interaction” is dedicated to the improvement of animal welfare, farming and health and to the opportunities for early recognition and reduction of infections transferred between animals and humans, including resistance to infections which may arise and spread in direct animal-human contacts or through the food chain. Priorities are focused on bacterial, virulent or parasitic diseases and epidemic risks for pets and livestock and their means of transmission between one another and to humans, as well as potential disease outbreaks through inappropriate animal farming, meat and food hygiene.

Biological infection processes are examined in infection biology and medicine. A special priority of infection medicine is provided by the examination of resistance to therapeutics, such as antibiotics: infections that transfer from animals to humans, such as zoonosis or Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), are of outstanding importance due to diverse interactions between animals and humans or animals that provide food. The spread of epizootic pathogens and zoonotic pathogens conceals a high health risk to the population and potential economic damage. In order to counter such risks, diagnostic procedures for early recognition of existing pathogens are being developed, along with information technology tools to evaluate complex data on the analysis of unclear propagation paths or to identify the sources of outbreak. Specific problem-solving approaches are prepared for this purpose in the collaborative project “Ess-B.A.R. – food safety and resilience of food product chains in biological hazard situations”. This takes place in an application-based research project in interdisciplinary cooperation between food mi-

crobiology, diagnostics, epidemiology and information technologies. Within the collaborative project “EsRAM – development of reduction measures across stages for antibiotic-resistant pathogens in fattening poultry”, bacteria such as MRSA (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) or ESBL (extended spectrum beta-lactamase) are to be reduced within the poultry meat chain. This is carried out through procedures and technologies for hygiene of hatching eggs, optimization of farming systems and feeding regimes for broilers or through new procedures and technologies for the slaughter and processing of fattening poultry.



Salmonella Typhimurium in HBMEC-Zelllinie |  
Salmonella typhimurium in HBMEC cell line

Animal farming and food safety can barely be separated. Different verification and control systems in food production, improvements in animal farming and procedures for reducing and preventing bacterial and virulent diseases are developed for this purpose. In the livestock farming area for example there are approaches to the restructuring of poultry farming through integration of production for fattening and egg production using dual-purpose chickens as an animal welfare measure. In order to acquire milk, preventive measures are examined for the reduction of multi-resistant, pathogenic bacteria. A hygiene analysis system is being tested in cattle. A high standard of animal health constitutes an important requirement for the safety and harmlessness of food of animal origin, but also for the cost-effectiveness of cattle farming.

Jahren hergestellt und bereits bei diversen Tierseuchen einschließlich bei der KSP eingesetzt. Die Entwicklung und Validierung innovativer produktionsintegrierter mikrobiologischer Stufenkontroll- und Nachweissysteme in der Fleischerzeugung trägt zur Reduktion von Bakterien wie *Campylobacter* und *Salmonellen* bei. Diese Systeme dienen dazu, um in kurzer Zeit Stufenkontrolluntersuchungen im Geflügelschlachtprozess durchzuführen. Weitere Nachweissysteme werden für Phagenpräparate in Lebensmitteln eingeführt. Die etablierten Detektionssysteme werden in mit virulenten Phagen kontaminierten Lebensmitteln, zum Beispiel Rohmilchkäse, Hühner- und Schweinefleisch, auf ihre Sensitivität und Spezifität geprüft. Des Weiteren werden Verfahren zur Keimreduzierung bei Rohwurstwaren mittels UV-Licht erprobt, da einige Keime – auch Zoonoseerreger – bisher kaum besiegt wurden. Die Behandlung von Lebensmitteln mit UV-Licht ist eine praxisnahe Methode, um Keime zu reduzieren. Zugleich wird untersucht, ob UV-Licht geeignet ist, eine Keimreduktion zu erwirken, ohne gesundheitliche Risiken und sensorische Veränderungen im Produkt hervorzurufen.

Eines der Hauptziele dieses dargestellten Forschungsschwerpunktes ist die Verbesserung von Tiergesundheit und -schutz, unter gleichzeitiger Berücksichtigung von Lebensmittel- und Fleischhygiene sowie ökonomischer Faktoren durch verschiedene Monitoringsysteme in der Tierhaltung und Lebensmittelproduktion. Ziel ist vor allem die Vermeidung pathogener Infektionen oder Resistenzen von Therapeutika bei Mensch und Tier und die Reduktion virologischer, bakteriologischer oder parasitärer Infektionswege.

**Bakteriologie, Infektionsbiologie, Lebensmittelhygiene, Lebensmittelsicherheit, Monitoringsysteme, Pathogene, Resistenzen, Seuchenbekämpfung, Tiergesundheit, Tierschutz, Virologie, Zoonoseforschung**

### 2.2.2. Altersforschung sowie neue Technologien für mehr Lebensqualität im Alter

Veränderung der gesellschaftlichen Strukturen und Lebensformen wie auch die zunehmend alternde Gesellschaft inklusive altersbedingter Erkrankungen sind Herausforderungen, das soziale, medizinische und gesundheitliche Wohlergehen einer Gesellschaft zu fördern und zu erhalten. Das fachübergreifende Zusammenwirken von gesundheitspsychologischen, medizinischen, demographischen, sozialwissenschaftlichen und technologischen Analysen bilden

einen Beitrag zur Erforschung des Bedarfs und der physiologischen Veränderungen des Menschen im Hinblick auf Gesundheit, Alter und Mobilität wie auch auf den gesellschaftlichen Wandel. Hier kommen psychologische, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche, medizinische sowie technologieorientierte Arbeiten zusammen.

Auch auf internationaler Ebene fließen sozialwissenschaftliche Aspekte in die Gesundheitsforschung ein. Der im Fach Sozial- und Kulturanthropologie entstandene Forschungszweig der Medizinethnologie untersucht am Beispiel Sansibars die Zusammenarbeit zwischen Biomedizinern und traditionellen Heilern. Angestrebt ist ein Nutzen für die medizinische Entwicklungshilfe generell und für das länderspezifische Gesundheitssystem, das zunehmend durch Migrationsdynamiken gefordert ist.

Autonomer Rollstuhl | Autonomous wheelchair



© Institut für Informatik, Adalberto Llorens, 2014 | © Institute of Computer Science, Adalberto Llorens, 2014



Guaranteeing the health of agricultural livestock and generating specific verification systems are also a key factor in active and preventive animal welfare and preventive animal disease control. An epizootic disease early recognition system is generated for classical swine fever (CSF) and African swine fever (ASF). This may be shown in a diagram, for example as an event and decision tree, and loaded with data from the existing program – on population structure, number of annual samples analyzed and test characteristics. Such a methodology has been established in recent years and already used in various epizootic diseases, including in case of CSF. The development and validation of innovative production-integrated, microbiological stage control and verification systems in meat production contributes to the reduction in bacteria, such as *Campylobacter* and *salmonella*. These systems serve to conduct stage control studies in the poultry slaughter process within a short timescale. Additional verification systems for phage preparations are introduced in foods. Established detection systems are checked for sensitivity and specificity in foods contaminated with virulent phages, for example unpasteurized cheese, chicken and pork. Furthermore, microbe reduction procedures are tested in raw sausage products using UV light, given that some microbes – including zoonosis pathogens – have barely been defeated. Treating food with UV light is a practical method to reduce microbes. At the same time an examination is conducted of whether UV light is suitable to generating a microbe reduction, without causing health risks and sensory changes in the product.

One of the primary goals of this research priority is to improve animal health and welfare, with simultaneous consideration for food and meat hygiene and economic factors based on various monitoring systems in animal farming and food production. The primary objective is to avoid pathogenic infections or resistances for therapeutic agents in humans and animals and a reduction in virology, bacteriology or parasitic infection routes.

**Bacteriology, infection biology, food hygiene, food safety, monitoring systems, pathogens, resistances, disease control, animal health, animal welfare, virology, zoonosis research**

### 2.2.2. Gerontology and new technologies for greater quality of life in old age

Changes in social structures and life forms, such as an increasingly aging society including age-related diseases, present challenges to support and maintain the social, medical and healthcare well-being of a society. The interdisciplinary interaction of health psychology, medical, demographic, social science and technological analyses makes a contribution to examining needs and physiological changes in humans with regard to health, age and mobility, as well as social change. Psychological, social and economic science, medical and technology-based works come together here.

Social science factors are also incorporated in health research on an international level. The research sector or medical ethnology that has arisen within the subject of social and cultural anthropology examines cooperation between biomedical specialists and traditional healers using the example of Zanzibar. A benefit to medical development aid and to the country-specific healthcare system is generally targeted, which is increasingly in demand due to migration dynamics.

Research is conducted into qualitative improvement of healthcare through the use of innovative information and communications technologies, and through the development of institutional healthcare concepts in the economic sector described as “e-health”.

Diseases associated with aging, which may emerge during the life of individual age groups, are analyzed comparatively for their impacts on people affected by the disease and their social environment and social interaction. Scientists from the areas of psychology, philosophy, anthropology, humanities and social sciences, biomedicine and human medicine at Freie Universität Berlin and Charité – University Medicine Berlin are conducting joint research in the focus area “DynAge. Aging-associated disease processes in humans: dynamics on the level of molecules, individuals and society”. This involves analyzing how persons affected and their social environment experience diseases and the consequences of diseases for society and individuals. Research is centered on the factors of “disease” and “man and society in interaction”. Molecular biology processes involved in diseases, behavioral psychology indicators which may lead to diseases, and social and social policy impacts from an increasingly aging population are considered in the research projects.



In dem auch als „E-Health“ zu umschreibenden Wissenschaftsbereich erfolgen Forschungen zur qualitativen Verbesserung der Gesundheit durch die Anwendung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien wie auch durch die Fortentwicklung institutioneller Konzepte zur Gesundheitsversorgung.

So werden altersassoziierte Erkrankungen, die im Verlauf des Lebens der einzelnen Altersgruppen entstehen können, vergleichend hinsichtlich ihrer Auswirkungen sowohl auf den erkrankten Menschen als auch auf dessen gesellschaftliches Umfeld und seine soziale Interaktion untersucht. Hierzu forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Psychologie, Philosophie, Anthropologie, den Geistes- und Gesellschaftswissenschaften, der Bio- und Humanmedizin der Freien Universität Berlin und der Charité – Universitätsmedizin Berlin gemeinsam in der Focus Area „DynAge. Alters-assoziierte Erkrankungsprozesse beim Menschen: Dynamiken auf der Ebene von Molekülen, Individuen und Gesellschaft“. Es geht darum zu analysieren, wie Betroffene und ihr soziales Umfeld Erkrankungen erleben und welche Folgen sich aus den Erkrankungen für die Gesellschaft und den einzelnen Menschen ergeben. Im Zentrum stehen Forschungen zu den Aspekten „Erkrankung“ sowie „Mensch und Gesellschaft in Wechselwirkung“. In den Forschungsprojekten werden molekularbiologische, an Erkrankungen beteiligte Prozesse, verhaltenspsychologische Indikatoren, die zu Erkrankungen führen können, sowie gesellschaftliche und sozialpolitische Auswirkungen durch die zunehmend alternde Bevölkerung betrachtet.

Hieraus folgen auch Fragen der geeigneten Versorgung der zunehmend alternden Gesellschaft. Einen wichtigen Forschungsbeitrag leisten hierzu technologisch ausgerichtete Arbeiten. In der Informatik, insbesondere in der Künstlichen Intelligenz, werden technologieunterstützende Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensqualität im Alter entwickelt, die ein möglichst langes, unabhängiges Leben ermöglichen sollen. Diese Technologien fördern die Mobilität alter Menschen sowohl zuhause als auch als im öffentlichen Raum. Zugleich sollen technische Unterstützungsmaßnahmen dazu dienen, physiologisch bedingte Erscheinungen des Alters aufzufangen. So kann die graduelle Verringerung der Reaktionsgeschwindigkeit im Alter – etwa im Straßenverkehr – durch innovative Elektronik im Fahrzeug, durch Erfassung und Beobachtung des Fahrerzustands und durch neue Formen der Mensch-Fahrzeug-Interaktion, basierend auf neuartigen autonomen Fahrzeugtechnologien, aufgefangen und kompensiert werden. Assistenzfunktionen in autonomen Fahrzeugtechnologien ermöglichen älteren Verkehrsteilnehmerinnen und -teil-

nehmern altersgerechte Mobilität und zugleich die weitere, aktive und gefahrenreduzierende Partizipation im Verkehr. Vergleichbares erfolgt durch die Weiterentwicklung der Robotik. Der Einsatz von Robotern im Haushalt, die bewegungserleichternde Funktionen übernehmen, trägt zur möglichst langen Unabhängigkeit Betroffener mit körperlichen Einschränkungen bei. Ein Beispiel hierfür ist die im Arbeitsbereich Künstliche Intelligenz erfolgte Generierung eines autonom fahrenden Rollstuhls.

Der demographische Wandel hin zu einer Gesellschaftsstruktur mit zunehmend im Alter alleinlebenden Menschen erfordert auch die Entwicklung neuer, unterstützender und das Alleinleben erleichternder Hilfsmittel unter Berücksichtigung von Werten und kulturellen Normen für ein sogenanntes positives Altern. „Assistierte Pflege von morgen“, die ambulante technische Unterstützung und durch Kommunikationstechnologien etablierte Vernetzung von Patientinnen und Patienten, Angehörigen und Pflegekräften, bietet ein mögliches Szenario: Am Beispiel langzeitbeatmeter Erkrankter werden innovative Versorgungs- und Pflegekonzepte erarbeitet, die das Leben zuhause technisch und nutzerorientiert gewährleisten sollen.

Bezugnehmend auf den demographischen Wandel in Deutschland und den sich schnell entwickelnden Informationstechnologien werden in wirtschaftswissenschaftlichen Arbeiten technologiebasierte Services mit dem Ziel entwickelt, ein selbstbestimmtes Leben älterer Menschen im privaten Umfeld zu verbessern. Hierbei werden technische, soziale und ökonomische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt. Ausgangspunkt sind aktuelle und zukünftige Potenziale im Bereich der Telemedizin. Sie sollen Lebensmodelle, neue Ansätze und konkrete Services unterstützen, die gleichzeitig die empfundene Lebensqualität bewahren und dennoch die hierdurch generierten Kosten für Betroffene senken. Somit werden Erkenntnisse aus dem Bereich der betriebswirtschaftlichen Geschäftssystemanalyse, der therapeutischen Analyse von Veränderungsprozessen mit den Bereichen „Electronic Service Engineering“ und „Embedded IT“ aus der Wirtschaftsinformatik verbunden.

Die Darstellung des Themengebietes Gesundheitsforschung und neue Technologien, insbesondere im Alter, zeigte das fachübergreifende Potenzial, das zu den Themen Altern und Gesundheit beiträgt.

**Altersforschung, Gesellschaftswandel,  
Gesundheitsforschung, IT-Technologien,  
Lebensqualität**

These projects produce questions about appropriate provision for an increasingly aging society. Technology-related works make an important contribution to this research. Technology-based measures to improve the quality of life in old age are being developed in computer science, in particular artificial intelligence, and are intended to facilitate a long, independent life. Such technologies support the mobility of old people at home and in public space. At the same time technical support measures should serve to offset physiological aspects of age. The gradual reduction in reaction speeds in old age – for example in road traffic – may be offset and compensated through innovative electronics in vehicles, by recording and monitoring driver condition and through new forms of human-vehicle interaction, based on new autonomous vehicle technologies. Assistance functions in autonomous vehicle technologies allow for mobility among older traffic participants and for their continued active, risk-reducing participation in traffic. A similar situation arises though the development of robotics. The use of robots in the household to carry out movement-assisting functions, contributes to the longest possible independence of people with physical impairments. One example is the generation of an autonomous wheelchair in the Artificial Intelligence Division.

The demographic change towards a social structure with an increasing share of old people living alone also requires the development of new, supportive resources that make it easier to live alone, with consideration for values and cultural standards for ‘positive aging’. “Assisted care of tomorrow”, outpatient technical support and networking of patients, relatives and nursing staff established through communications technologies, offers one potential scenario: using the example of long-term ventilated patients, innovative provision and care concepts are drafted, which are intended to guarantee life at home in a technical and user-oriented way.

With reference to demographic change in Germany and rapidly developing information technologies, technology-based services in scientific works are developed with the goal of improving independent living for older people in a private environment. Technical, social and economic aspects are considered in equal measure here. The starting point is current and future potential in the area of telemedicine. This is intended to support life models, new approaches and concrete services, which simultaneously maintain the perceived quality of life and still reduce the costs generated for concerned parties. Findings from the

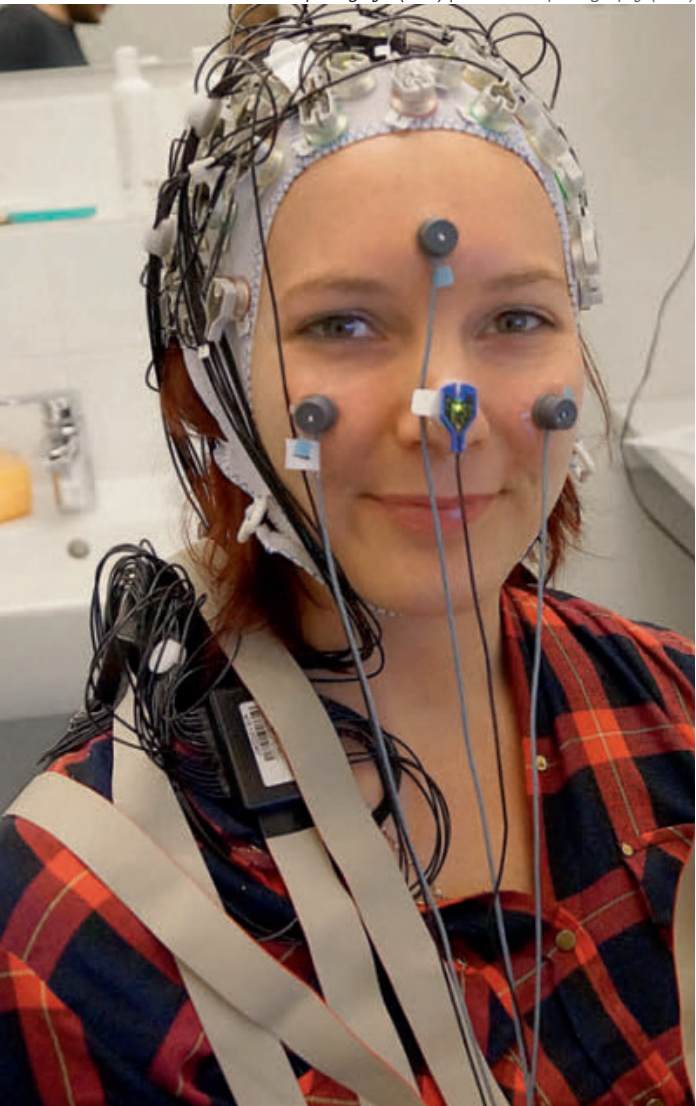
*Sportlehrerin und Physiotherapeutin trainieren das drahtlose und tragbare Sensornetz |  
Sports instructor and physiotherapist train wireless and portable sensor network*



### 2.2.3. Psychotherapeutische und neurowissenschaftliche Forschung zum Wohle der Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen

Psychologische und neurowissenschaftliche Forschung zu diesem Themenbereich untersuchen Aspekte des menschlichen Verhaltens in allen Lebensalterstufen unter Berücksichtigung von Emotionen, Gefühlen, neuronalen Netzen, psychischen Erkrankungen und Therapiemöglichkeiten, ferner Prozesse von Gewalt und Gewaltprävention und die Folgen von Gewalt hinsichtlich Traumatisierungen seit dem Kindesalter sowie psychologische oder soziale Interaktionen und gesundheitspsychologische Analysen zur Verbesserung beeinträchtigter Lebensqualität.

Elektroenzephalografie (EEG) | Electroencephalography (EEG)



© Brain Language-Labor | © Brain Language-Laboratory

Entwicklungspsychologische, mikrosoziologische und präventionswissenschaftliche Analysen erarbeiten Formen und Ursachen hochexpressiver zielgerichteter Gewalt mit dem Ziel, die Einzelphänomene zu diesem Themenkomplex, die Gewalttaten und -androhungen von Einzeltätern zu erforschen, um darauf aufbauend anwendungsorientiert Fragen der Prädiktion, Prävention und Intervention grundlegend weiterzuentwickeln. Hierfür werden Fälle hochexpressiver zielgerichteter Gewalt im deutschen Schulkontext aus entwicklungs- und präventionswissenschaftlicher Sicht betrachtet. Spezifische Schwerpunktanalysen erfolgen dabei hinsichtlich der psychischen und sozialen Entwicklungsprozesse der Täterinnen und Täter im Vorfeld von Taten, des Zusammenspiels und zeitlichen Auftretens bestimmter psychosozialer Risiko- und Schutzfaktoren, der situativen Dynamik des Tatablaufs sowie der institutionellen Einbettung. Als Ergebnis wird die Erarbeitung eines interdisziplinär konsensfähigen Modells angestrebt, das ein Täterprofil vollständig beschreibt. Ein weiteres Ziel der umfassenden interdisziplinären Gewaltforschung ist die Entwicklung eines nachhaltig wirksamen – auch in Schulen durchgeführten – Präventionsprogramms zur Förderung sozialer Kompetenzen und Prävention von Gewalt ab dem Jugendalter.

Verbunden mit dem Thema Gewaltforschung sind die Analysen und Verhinderungschancen von Traumatisierungen und die psychischen Grundlagen von Reviktimisierungstendenzen bei Personen mit in der Kindheit erlebter interpersoneller Traumatisierung: Personen, die in ihrer Kindheit interpersonellen Traumatisierungen begegnen mussten, zeigen als Erwachsene oft ein erhöhtes Risiko erneuter Traumatisierung. Hier sind die psychologischen Mechanismen wiederholter interpersoneller Traumata im Erwachsenenalter bislang ungeklärt. Ferner werden umfassende Untersuchungen zu Persönlichkeits- und Angststörungen, zu posttraumatischen Belastungsstörungen von Einsatzkräften in Krisen- und Gefahrenlagen sowie zur Regulation von Emotionen durchgeführt. Dabei geht es um kognitive Kontrollmöglichkeiten und tägliche Emotionsregulation am Beispiel von Personen mit Depression oder Borderline-Persönlichkeitsstörung, da Schwierigkeiten in der Emotionsregulation charakteristisch für Personen mit Depression und Borderline-Persönlichkeitsstörung sind.

Biopsychologische Studien analysieren die neuronalen Grundlagen der Interaktion zwischen kognitiver Kontrolle von Emotionen und Entscheidungsfindung. Emotionsregulation kann somit dazu genutzt werden, den Einfluss von Emotionen auf Entscheidungen, auch gewaltbehafteter Natur, zu erklären. Die neurokognitive Psychotherapieforschung erprobt mithilfe von bildgebenden Verfahren Per-

area of management business system analysis, therapeutic analysis of change processes are therefore associated with the areas of “Electronic Service Engineering” and “Embedded IT” from information management.

The presentation of the subject area of health research and new technologies, in particular in old age, showed the interdisciplinary potential which contributes to the topics of aging and health.

**Gerontology, social change, health research, IT technologies, quality of life**

### 2.2.3. *Psychotherapeutic and neuroscientific research to the benefit of children, young people and adults*

Psychological and neuroscience research on this subject area examine aspects of human behavior in all stages of life, with consideration for emotions, feelings, neuronal networks, psychological diseases and therapeutic options, as well as processes of violence and violence prevention and the consequences of violence in terms of traumatization since childhood and psychological or social interactions and health psychology analyses on improving impaired quality of life.

Development psychology, microsociology and prevention science analyses work out forms and causes of highly-expressive, targeted violence with the goal of researching individual phenomena into this subject complex, acts and threats of violence by individual perpetrators, in order to fundamentally develop application-based issues of prediction, prevention and interaction on this basis. Cases of highly-expressive, targeted violence in a German school context are examined for this purpose from a development and prevention science perspective. Specific priority analyses are conducted in respect of psychological and social development processes of perpetrators in the run-up to offences, of the interplay and timing of certain psychosocial risk and protection factors, situational dynamics of the course of events and institutional embedding. As a result the compilation of an interdisciplinary consensus model is targeted, describing a perpetrator profile in full. Another goal of comprehensive interdisciplinary violence research is to develop a sustainably effective prevention program – also implemented in schools – to promote social skills and prevent violence from an early age.

Analyses and prospects for the prevention of traumatization and psychological fundamentals of re-victimization trends in people with interpersonal traumatization experienced in childhood are associated with the topic of violence research: people who have had to face interpersonal traumatization in childhood often show an increased risk of re-traumatization as adults. The psychological mechanisms of repeated interpersonal traumas in adulthood have not yet been clarified. Moreover, comprehensive analyses of personality and anxiety disorders and posttraumatic stress disorders are conducted for action forces in crisis and dangerous situations and of the control of emotions. This relates to cognitive control options and everyday emotion control using the example of people with depression or borderline personality disorder, given that difficulties in emotion control are characteristic of people with depression and borderline personality disorder.

Biopsychological studies analyze the neuronal fundamentals of interaction between cognitive control of emotions and decision-making. Emotion control can be used to explain the influence of emotions on decisions, including of a violent nature. Neurocognitive psychotherapy research tests personality and social anxiety disorders using imaging methods. Research in the area of clinical psychology is associated with neurocognitive prioritization works.

Psychological, psychosocial and neuroscientific fundamental research into psychological or psychosocial-based diseases, the causes and potential impacts thereof, for example in the form of violence or traumatization, and into therapy and prevention options gives rise to expectations of supportive effects on the quality of life of people and society.

**Emotion research, violence research, neurosciences, psychological disorders, psychology, sociology, therapy, traumas**



sönlichkeits- und soziale Angststörungen. Dafür werden Forschungen im Bereich der Klinischen Psychologie mit Arbeiten neurokognitiver Schwerpunktsetzung verbunden.

Psychologische, psychosoziale und neurowissenschaftliche Grundlagenforschung zu psychisch- oder psychosozial-basierten Erkrankungen, ihren Ursachen und ihren potenziellen Auswirkungen, wie zum Beispiel in Form von Gewalt oder Traumatisierungen, wie auch zu Therapie- und Präventionsmöglichkeiten lassen unterstützende Folgen auf die Lebensqualität von Mensch und Gesellschaft erwarten.

**Emotionsforschung, Gewaltforschung,  
Neurowissenschaften, Psychische Störungen,  
Psychologie, Soziologie, Therapie, Traumata**

#### 2.2.4. Formen der Ungleichheit in europäischen und außereuropäischen Gesellschaften

Aspekte sozialer, ökonomischer, rechtlicher oder ökologischer Ungleichheiten in Gesellschaftssystemen können zu einer Einschränkung der Lebensqualität des Einzelnen und ebenso der Gesellschaft beitragen und bergen viel Potenzial sozialer und wirtschaftlicher Unsicherheit und Unzufriedenheit. Um eine nachhaltige gesellschaftliche Entwicklung und Stabilität gewährleisten zu können, ist eine Verringerung dieser Ungleichheiten erforderlich. Zu diesem Themenkomplex erfolgen verschiedene fachübergreifende Forschungen der Freien Universität Berlin.

Ungleichheiten in Gesellschafts-, Rechts-, Politik-, Regierungs- und Wirtschaftssystemen wie auch im Bildungsbereich oder wert- und rechtebehaftete Unterschiede zwischen Geschlechtern sind weltweit verbreitet. Diese betreffen Ungleichheiten durch unterschiedliche soziale und wirtschaftliche Niveaus sowie durch ungleiche politische Rechte und Lebensformen. Die Unterschiede und Ungleichheiten können Folgen globaler und historischer Eingriffe in Gesellschafts- und Kultursysteme, beispielsweise durch Kolonialismus, oder in geschlechtsbezogene Strukturen ebenso wie in ökonomische Systeme sein.

Die Regionalforschung der Freien Universität Berlin leistet zur Erforschung der Ursachen, Ausprägungen, Mechanismen und Folgen weltweiter Ungleichheiten einen wichtigen Beitrag. Im Kompetenznetz „Interdependente Ungleichheitsforschung – Strukturen und Aushandlungen“ ([desigualdades.net](http://desigualdades.net)), das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, arbeiten bei-

spielsweise zu diesen Themenschwerpunkten Expertinnen und Experten zusammen mit Partnerinstitutionen aus Latein- und Nordamerika sowie weiteren außereuropäischen Ländern. Die Forschung widmet sich interdependenten Ungleichheitskonfigurationen, die aus der Sicht einer außereuropäischen Weltregion betrachtet werden: Lateinamerikanische Länder eignen sich für die Fragestellung aufgrund vielschichtiger sozialer Ungleichheiten und vielfältiger, enger politischer und historischer Verflechtungen mit anderen Weltregionen besonders. Behandelt werden zum Beispiel die globale Strukturierung von Ungleichheiten, die Grenzen ökonomischer Umverteilung und die globale Inwertsetzung der Natur. In Fallstudien geht es um Migration und staatsbürgerliche Ungleichheiten, um Gruppenrechte und Landkonflikte, um die Rolle des Staates bei der Strukturierung und Aushandlung subnationaler Ungleichheiten, um globale Wertschöpfungsketten und soziale Ungleichheiten durch die unausgewogene Nutzung und Ausschöpfung von wirtschaftlichen Ressourcen und daraus entstehende sozioökologische Konflikte und Ungleichheiten in den betroffenen Ländern. Eines der Forschungsthemen besteht in der Analyse des Zusammenhangs zwischen sozialen Ungleichheiten und den Möglichkeiten nachhaltiger Entwicklung. Untersucht wird zudem die historisch bedingte Ausprägung sozialer Ungleichheiten, um darzustellen, dass soziale Ungleichheiten sowohl Facetten der Gegenwartsgeschichte als auch Folgen kolonialer Systemokkupation sind.

Lateinamerika ist ein Beispiel für die weltweit ausgeprägten sozialen und wirtschaftlichen Unterschiede. Das in internationaler Zusammenarbeit mit Peru und vom Deutschen Akademischen Austauschdienst geförderte Graduiertenprogramm „Nachhaltige Entwicklung und soziale Ungleichheiten“ betrachtet die interdependenten Ungleichheiten des Andenraumes mit dem Ziel, Lösungen für eine Verringerung der verschiedenen Facetten der Ungleichheiten zu erarbeiten und zugleich eine nachhaltige Absicherung sozialer Gleichheit zu schaffen, sollte diese zustande kommen.

Zugleich entstanden durch historische koloniale Verflechtungsprozesse zwischen Europa und den ehemaligen Kolonialstaaten weltweit eurozentristisch dominierende Geschlechtskonstruktionen von Männlichkeit und Weiblichkeit sowie ethnische und gesellschaftliche Kategorisierungen, die bis heute zu sozial, kulturell und ökonomisch ungleichen Strukturen geführt haben. Verwoben sind bis in die Gegenwart – analysiert am Beispiel Lateinamerikas – Ungleichheiten auch mit geschlechtsspezifischen Diskriminierungs- und Ausgrenzungsprozessen, wie zum Beispiel der eingeschränkten Mobilität von Frauen oder ihrem nur

#### 2.2.4. *Forms of inequality in European and non-European societies*

Aspects of social, economic, legal or ecological inequalities in social systems may contribute to an impaired quality of life of the individual and society and conceal potential social and economic uncertainty and discontent. In order to guarantee sustainable social development and stability, a reduction in these inequalities is required. A variety of interdisciplinary research is conducted into this subject area at Freie Universität Berlin.

Inequalities in social, legal, political, governance and economic systems, as well as in the education sector or value and legal differences between genders are distributed worldwide. This concerns inequalities based on different social and economic standards and unequal political rights and forms of life. Differences and inequalities may be consequences of global and historical interventions in social and cultural systems, for example through colonialism, or in gender-based structures and economic systems.

Regional research at Freie Universität Berlin makes an important contribution to the examination of causes, characteristics, mechanisms and consequences of global inequalities. Experts are cooperating in the competence network “Interdependent inequality research – structures and negotiations” ([desiguALdades.net](http://desiguALdades.net)), supported by the Federal Ministry of Education and Research, in these subject areas for example with partner institutions from Latin and North America and other non-European countries. Research is dedicated to interdependent inequality configurations, which are assessed from the perspective of a non-European world region: Latin American countries are particularly suited to the question based on multilayered social inequalities and various close political and historical links with other world regions. For example, the global structure of inequalities, the boundaries of economic redistribution and the global valuation of nature are covered. Case studies deal with migration and civil inequalities, with group rights and land conflicts, the role of the State in the structuring and negotiation of subnational inequalities, global value-added chains and social inequalities based on the unbalanced use and exploitation of economic resources and resultant, socioecological conflicts and inequalities in the affected countries. One of the research topics is the analysis of the correlation between social inequalities and the opportunities for sustainable development. In addition, the historically-based characteristic of social inequalities is analyzed to show that social inequalities are facets of current history as well as consequences of colonial system occupation.

Latin America is an example of the global nature of social and economic differences. The graduate program “Sustainable development and social inequalities”, supported by the German Academic Exchange Service (DAAD) in international cooperation with Peru, examines interdependent inequalities of the Andean region with the goal of preparing solutions to reduce various aspects of inequalities and creating sustainable safeguards for social equality, in the event that it materializes.

© Tobias Krautzun, März 2009



*Harsche Bedingungen für die Viehwirtschaft im Pamir, Tadschikistan | Harsh conditions for livestock farming in Pamir, Tajikistan*

At the same time, based on historical colonial interrelations between Europe and the former colonial states around the world, Eurocentric dominant gender constructions of masculinity and femininity and ethnic and social categorizations were generated, which have resulted in socially, culturally and economically unequal structures of today. Inequalities are still entwined – analyzed on the example of Latin America – with gender-specific discrimination and marginalization processes, for example restricted mobility of women or their reduced potential access to education systems. The issue of the mobility of women and other disadvantaged groups, minorities and ethnic groups in Latin American societies is researched with the focus on the relationship of gender, ethnicity, minority and inequality. Studies on gender-sensitive sustainability in Latin America go beyond an empirical, analytical examination of specific gender differences and identify registered gender relations and constructs in social structures.

reduziert möglichen Zugang zu Bildungssystemen. Erforscht wird die Frage nach der Mobilität von Frauen und weiteren benachteiligten Gruppen, Minderheiten und Ethnien in lateinamerikanischen Gesellschaften mit dem Schwerpunkt auf der Verbindung von Gender, Ethnizität, Minderheit und Ungleichheit. Untersuchungen zur gendersensiblen Nachhaltigkeit in Lateinamerika gehen über die empirisch-analytische Erforschung der konkreten Geschlechterunterschiede hinaus und identifizieren die eingeschriebenen Geschlechterverhältnisse und -konstrukte in den gesellschaftlichen Strukturen.

Des Weiteren bilden ethnische Klassifizierungen, Land-Stadt-Unterschiede oder familiäre Strukturen weltweit wichtige Aspekte bei der Generierung oder Beibehaltung von Ungleichheiten. Diese entstehen auch in Konflikten um Land in unterschiedlichen Weltregionen. Forschungen zu diesem Themenbereich betrachten historisch gewachsene soziale Strukturen und auf Gesellschaft oder Politik einflussnehmende Akteure, staatliche Politiken sowie den Zusammenhang von globalem Wandel und lokalen Konflikten um Land. Hierfür werden zum Beispiel Konflikte um Land in unterschiedlichen Ländern Subsahara-Afrikas und Lateinamerikas vergleichend studiert. Des Weiteren rufen unsichere Landrechte und Konflikte um den Zugang zu Land und anderen lebenswichtigen Ressourcen Ungleichheiten sozialer und wirtschaftlicher Art auf: Diese Probleme leisten nicht nur destruktiven Ressourcennutzungen Vorschub und behindern Investitionen in eine nachhaltige Landnutzung, sie haben oft schwerwiegende soziale Konsequenzen, ebenso für die politische Sicherheit eines Landes.

Die verschiedenen Facetten der Ungleichheit prägen Gesellschaftssysteme und behindern das Wohlergehen des Einzelnen in großem Maßstab. Ihre Ursachen, Folgen und oftmals herrschenden Unveränderlichkeiten sind Bestandteil umfassender soziokultureller, politischer, rechtswissenschaftlicher und ökonomischer Forschung weit über die Grenzen Europas hinaus.

**Afrika, Genderforschung, Gesellschaftssysteme, Kolonialismus, Konfliktforschung, Landnutzung, Lateinamerika, Nachhaltigkeit, Ökonomie, Politik, Soziologie, Ungleiche Gesellschaftssysteme, Ungleichheit**

Furthermore, ethnic classifications, rural and urban differences or family structures around the world constitute important aspects in the generation or maintaining of inequalities. They also arise in land-based conflicts in different regions of the world. Research into this subject area examines historic social structures and protagonists and government policies with an influence on society or policy and the correlation between global change and local conflicts about land. For this purpose, land-based conflicts in different countries of Sub-Saharan Africa and Latin America are studied comparably for example. Furthermore, uncertain land rights and conflicts about land access and other vital resources invoke social and economic inequalities: such problems not only encourage the destructive use of resources and prevent investments in sustainable land use, but also often have serious social consequences and consequences for a country's political certainty.

The various aspects of inequality shape social systems and prevent the wellbeing of the individual to a large extent. Their causes, consequences and often prevailing stability form a component of comprehensive sociocultural, political, legal science and economic research far beyond the borders of Europe.

**Africa, gender studies, social systems, colonialism, conflict research, land use, Latin America, sustainability, economy, politics, sociology, unequal social systems, inequality**



## 2.3. Mensch-Umwelt-Interaktion

*Im Forschungsfeld „Mensch-Umwelt-Interaktion“ bearbeiten Natur-, Lebens-, Sozial- und Geisteswissenschaften gemeinsam Fragestellungen unter anderem zu Wechselwirkungen zwischen Stadt und Umwelt, zu Klimawandel und -prognosen, zu Natur- und Umweltschutz, zu Rohstoffvorkommen, nachhaltiger Rohstoffnutzung, Entwicklung effizienter innovativer Energietechnologien und Nachhaltigkeitsstrategien im Energie-, Ressourcen- und Umweltschutzsektor. Ebenso zählen Eingriffe und Veränderungen auf Ökosysteme durch die Mensch-Umwelt-Interaktion und diese letztlich bereits seit prähistorischer Zeit, Folgen der Klimaveränderung und der damit notwendige Schutz von pflanzlichen und tierischen Ökosystemen und ihrer Biodiversität zum interdisziplinären Forschungsfeld.*

### 2.3.1. Klima- und Umweltforschung

Sozioökonomisches Wachstum sowie steigender Konsum und Energieverbrauch sowohl an erneuerbaren Energien als auch an fossilen Rohstoffen, Auswirkungen von Schadstoffbelastung und Klimawandel auf Natur, Biodiversität und Umwelt erfordern geeignete Maßnahmen für den Natur- und Umweltschutz sowie für die Entwicklung nachhaltiger Energien und prognostischer Verfahren zur Erkennung und Warnung vor Umweltkatastrophen als auch ihrer Präventionsmöglichkeiten. Zugleich gilt es, ökologisches und gesellschaftliches Wohlergehen gleichermaßen zu erhalten.

Hier setzen biologische, geo-, sozial- und politikwissenschaftliche Forschungen an. Sie befassen sich beispielsweise mit möglichen Anpassungen des europäischen Naturschutzes an den Klimawandel, bei denen ökonomische Aspekte miteinbezogen, aber auch Maßnahmen entwickelt werden, um Schäden durch Klimaänderung in Ökosystemen abzuwenden und die Artenvielfalt zu erhalten. Zugleich werden die sozioökonomischen und politischen Folgen der globalen Erwärmung in bestimmten Siedlungsräumen, wie in zentralasiatischen Ländern, untersucht, in denen bereits geringe Klimaveränderungen gravierende Konsequenzen für lokale Lebensbedingungen haben können.

Eine der zentralen Fragestellungen ist die Untersuchung der Ursachen, Dynamiken, Wechselwirkungen und Folgen von sozioökonomischen, kulturellen und ökologischen Transformationen, die in Gesellschafts- und Ökosysteme, Umwelt und Klima eingreifen und die ebenso Konse-

quenzen für die politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Sicherheit haben können. Hierfür sind nachhaltige Maßnahmen zu entwickeln.

Ein umfassender Beitrag in der Klima- und Ökosystemforschung erfolgt durch die Mathematik und die Geowissenschaften, insbesondere durch die Meteorologie, mit den Schwerpunkten der Modellierung von Klima- und Witterungsprozessen sowie der Umweltbelastung. So werden die Einträge von versauernden und eutrophierenden Luftschadstoffen in terrestrische Ökosysteme ermittelt und bewertet, da erhöhte Erträge von Luftschadstoffen das Ökosystem gefährden und durch Versauerung und Eutrophierung von Böden und Gewässern die Biodiversität sinkt. Zugleich dienen mathematische Berechnungen von Luftschadstoffeinträgen und die anschließende Bewertung der Einträge durch Ermittlung der Überschreitungen der Schadstoffwerte einer fundierten Politikberatung im Umweltschutzsektor.

Untersuchungen zu den Wechselwirkungen zwischen Stratosphäre und Troposphäre in einem sich verändernden Klima, insbesondere zu Auswirkungen von Änderungen in der Stratosphäre auf das bodennahe Klima und Wetter, erfolgen in der DFG-Forschergruppe „Stratospheric Change and its Role for Climate Prediction“. Hierzu werden neuere Beobachtungsdaten analysiert. Die mathematischen Simulationen für die Vergangenheit und Zukunft mit Chemie-Klima-Modellen werden mit dem Ziel durchgeführt, die Modelle hinsichtlich der beobachteten vertikalen Kopplung zwischen Stratosphäre und Troposphäre zu überprüfen, die verantwortlichen Mechanismen zu verstehen und ihre zukünftige Entwicklung vorherzusagen. Diese Untersuchungen tragen dazu bei, die Bedeutung von Veränderungen in der Stratosphäre für troposphärische Klimaindikatoren und für das Wetter in der Vergangenheit und Zukunft besser nachzuvollziehen.

Für die Klimadiagnose werden ferner Signale atmosphärischer Zirkulationsmuster in Temperatur und Niederschlag identifiziert, um die klimabeeinflussenden Faktoren zu erkennen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Erforschung von wetter- und klimabedingten Extremereignissen und deren Folgen für die Umwelt wie auch die Entwicklung dekadischer Klimavorhersagesysteme für den Deutschen Wetterdienst. In dem Forschungsverbund „Wetterwarnungen: von der Extremereignis-Information zu Kommunikation und Handlung“ forschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Meteorologie, Sozialwissenschaften und Psychologie gemeinsam zu einer optimalen Nutzung von Wettervorhersagen, mit dem Schwerpunkt auf Unwettern und deren Vorwarnmöglich-

## 2.3. Human-environmental interaction

*Humanities, natural, life and social sciences jointly process issues in the research field “Human-environmental interaction”, including with regard to interactions between city and environment, climate change and forecasts, nature conservation and environmental protection, appearance of raw materials, sustainable use of raw materials, development of efficient, innovative energy technologies and sustainability strategies in the energy, resources and environmental protection sector. The interdisciplinary research field also includes interventions and changes to ecosystems through human-environmental interaction and ultimately since prehistoric times, consequences of climate change and the necessary protection of plant and animal ecosystems and their biodiversity.*

### 2.3.1. Climate and environmental research

Socioeconomic growth and rising consumption and use of energy in renewable energies and fossil fuels, impacts of pollution and climate change on nature, biodiversity and environment require appropriate measures for nature conservation and environmental protection and for the development of sustainable energies and forecasting methods for recognition and warning of environmental disasters and their opportunities for prevention. At the same time it is necessary to maintain ecological and social well-being in equal measure.

Biological, geoscience, social and political science research is assessed here. They deal for example with possible adjustments of European nature conservation to climate change, which include economic aspects, but measures are also being developed to prevent damage to ecosystems due to climate change and to maintain biodiversity. At the same time socioeconomic and political consequences of global warming in certain residential areas are studied, such as in Central Asian countries, where minor climate changes may entail serious consequences for local living conditions.

One of the central issues is the analysis of causes, dynamics, interactions and consequences of socioeconomic, cultural and ecological transformations, which encroach on social and ecosystems, environment and climate and may also have consequences for political, economic and social certainty. Sustainable measures shall be developed for this purpose.

An extensive contribution to climate and ecosystem research is made by mathematics and geosciences, in particular through meteorology, with the focus on modeling climate and weather processes and environmental pollution. Records of acidifying and eutrophic air pollutants in terrestrial ecosystems are identified and evaluated, given that increased yields of air pollutants endanger the ecosystem and biodiversity is reduced through acidification and eutrophication of soil and water. At the same time mathematical calculations of air pollutant records and the subsequent evaluation of entries serve well-founded political advice in the environmental sector by identifying transgressions of pollutant values.

Studies on the interactions between stratosphere and troposphere in a changing climate, in particular on the impacts of changes in the stratosphere on climate and weather near the ground, are conducted in the DFG research unit “Stratospheric Change and its Role for Climate Prediction”. Recent monitoring data are analyzed here. Mathematical simulations are conducted for the past and future using chemistry-climate models, with the goal of reviewing models in respect of the observed vertical link between stratosphere and troposphere, understanding responsible mechanisms and predicting their future devel-

Vertikalsondierung | Vertical sounding



© Institut für Meteorologie | © Institute of Meteorology



© Jens Bölscher

Hochwasser und Sedimenttransport an der Natzschung, einem Bach im Quellgebiet der sächsischen Elbezuflüsse | Flooding and sediment transport on the Natzschung River, a stream in the source region of Saxon Elbe tributaries

keiten. Ziel ist es dabei, eine transparente und effektive Kommunikation von Risiken und Unsicherheiten für verschiedene Benutzergruppen zu schaffen.

Meteorologische Arbeiten der Freien Universität Berlin zu Klimaforschung und -modellierung sind ferner im Verbundvorhaben „MiKlip – Mittelfristige Klimaprognosen“ integriert. Es werden statistische Datenanalysen im Bereich meteorologischer und klimatologischer Fragestellungen durchgeführt, unter anderem zu Extremwerten und zur Vorhersageverifikation. Hier besteht eine enge Verbindung zu mathematischer Klimaforschung und zu skalenübergreifenden Modellierungs- und Simulationstechniken zu Wetter- und Klimavorhersagen, die beispielsweise im DFG-geförderten Sonderforschungsbereich „Skalenkaskaden in komplexen Systemen“ erfolgen. Eines der Ziele ist es, die Modellierung und Simulation von komplexen Prozessen mit Skalenkaskaden methodisch weiter zu entwickeln, die sich aus naturwissenschaftlichen Fragestellungen ergeben; hierzu gehören jene der Klimaforschung. So soll eine Datenassimilation Startdaten für Wettervorhersagemodelle liefern, die die aktuelle Wetterlage möglichst genau wiedergeben, da bisherige Verfahren die mathematische Struktur der atmosphärischen Strömungsmechanik nicht in vergleichbarer Weise nutzen.

Ein stochastisches Niederschlagsmodell mit mehreren Ebenen wird auf Basis von Beobachtungen und Modellsimulationen generiert und validiert. Des Weiteren werden Anknüpfungspunkte für dieses Modell an großskalige atmosphärische Parameter gesucht.

Naturgefahren und Umweltrisiken, die auch durch den Wandel der Interaktion von Umwelt und Gesellschaft entstehen, werden untersucht, um Methoden zu etablieren, mit denen die Analyse und Quantifizierung von Naturgefahren samt zugehöriger Risikoanalysen verbessert werden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Gefahren und Risiken, die auf natürliche und anthropogene Einflüsse auf das Erdsystem zurückgehen. Viele Komponenten des Erdsystems befinden sich in einem Übergang: Hier lassen sich die Erderwärmung, Änderungen in der Reaktion von Landschaften oder der Flussdynamik auf hydrologische Ereignisse und ein Wandel in der Häufigkeit und Intensität von Erdbeben nennen – Umweltphänomene, die natürlichen oder anthropogenen Ursprungs sind. Kernziele der Forschung sind die Entwicklung, Prüfung und exemplarische Anwendung von Ansätzen zur Identifizierung, Quantifizierung und Vorhersage transienter Naturgefahren und dazugehöriger Risiken, insbesondere von Erdbeben oder Hochwasserereignissen.

Forschungen der Umwelthydrologie beschäftigen sich zum Beispiel mit den Erscheinungsformen, der Verteilung und Zirkulation von Wasser. Im Zentrum stehen Fragen, die den Umgang des Menschen mit der Ressource Wasser behandeln. Dabei bilden Fragestellungen zu begrenzten Wasservorräten in unterschiedlichen Landschaften der Erde ein breites Forschungsfeld. Ziel der umwelthydrologischen Forschungen ist es auch, die neuen Erkenntnisse für planerische und prognostische Maßnahmen verwenden zu können. Ebenso sollen die Abhängigkeiten zwischen Umweltbelastung, Klimawandel, Ressourcennutzung – wie zum Beispiel des Rohstoffs Wasser – und Landmanagement untersucht werden. So werden im Amazonasgebiet Brasiliens Umweltverschmutzung durch Treibhausgase, Klimawandelfolgen und der Einfluss der Umweltbelastung auf Artenvielfalt und Ökosysteme erforscht.

Die Interaktion zwischen Mensch und Umwelt, die zu gravierenden Einschnitten im Bestand lebensnotwendiger Ressourcen und Ökosysteme führen kann, zeigt der nachfolgende Forschungskomplex.

**Klimatologie, Klimawandel, Meteorologie, Naturschutz, Ökosystemforschung, Rohstoffe, Umweltforschung, Umweltpolitik**



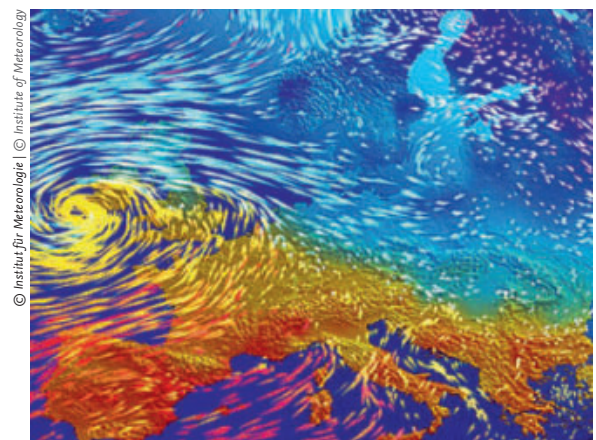
opment. These studies contribute to improving understanding of the importance of changes in the stratosphere for tropospheric climate indicators and for weather in the past and future.

Other signals of atmospheric circulation patterns in temperature and rainfall are identified for climate diagnosis, in order to identify factors that influence the climate. Another priority is the examination of weather and climate-related extreme events and their consequences for the environment, as well as the development of decades of climate forecasting systems for the German Weather Service (DWD). Scientists from the areas of meteorology, social sciences and psychology conduct joint research in the research association “Weather warnings: from extreme event information to communications and actions” into optimal use of weather forecasts, with the focus on storms and options for advance warning thereof. The goal is to create transparent and effective communication of risks and uncertainties for various user groups.

Meteorological works at Freie Universität Berlin on climate research and modeling are also integrated into the collaborative project “MiKlip – Medium-term climate forecasts”. Statistical data analyses are conducted in the area of meteorological and climatology issues, including into extreme values and forecast verification. A close connection exists here with mathematical climate research and with multi-scale modeling and simulation techniques for weather and climate forecasts, which are conducted for example in the DFG-funded collaborative research center “Scaling cascades in complex systems”. One of the goals is to methodically develop the modeling and simulation of complex processes using scaling cascades, which result from natural science issues; this includes climate research. Data assimilation is intended to provide starting data for weather forecasting models, which convey the current weather situation as accurately as possible, given that previous procedures do not use the mathematical structure of atmospheric fluid mechanics in a comparable way. A stochastic precipitation model with several levels is generated and validated based on observations and model simulations. Furthermore, connecting factors to large-scale atmospheric parameters are sought for this model.

Natural hazards and environmental risks that arise due to the changing interaction of environment and society are studied in order to establish methods with which the analysis and quantification of natural hazards, and associated risk analyses, are improved. The focus is on hazards and risks, which can be traced back to natural and anthropogenic influences on the Earth system. Numerous compo-

nents of the Earth system are in transition: global warming, changes in the reaction of landscapes or fluvial dynamics on hydrological events and a change in the frequency and intensity of earthquakes can be mentioned here – environmental phenomena of natural or anthropogenic origin. Core goals of research are the development, review and application by example of approaches to identification, quantification and forecasting of transient natural hazards and associated risks, in particular earthquakes or flood events.



Warme und kalte Luftströmungen über Europa | Warm and cold air currents over Europe

Environmental hydrology research deals, for example, with the manifestations, distribution and circulation of water. The focus is on issues related to human contact with water as a resource. Questions about limited water reserves in different regions of the Earth constitute a broad research field. The goal of environmental hydrology research is to allow for the use of new findings for planning and forecasting measures. Dependencies between environmental pollution, climate change, use of resources – such as water as a commodity – and land management should also be analyzed. Environmental pollution in the Amazonian region of Brazil caused by greenhouse gases, climate change consequences and the impact of environmental pollution on biodiversity and ecosystems are examined.

The interaction between humans and the environment, which may produce serious cuts in the stock of vital resources and ecosystems, is shown by the following research complex.

**Climatology, climate change, meteorology, nature conservation, ecosystem research, commodities, environmental research, environmental policy**



### 2.3.2. Forschung für mehr Nachhaltigkeit: Ressourcen und Energie

Der sozial und wirtschaftlich bedingt steigende Bedarf an Rohstoffen und Energien durch vermehrt technologieorientierte Lebensformen sowie Folgen der Umweltveränderungen für Klima und Ökosysteme erfordern eine Veränderung der Interaktion zwischen Mensch und Umwelt. Hier setzen sozial-, wirtschafts- und politikwissenschaftliche Forschungen ebenso an wie naturwissenschaftlich-technologische Arbeiten zur alternativen, klima- und umweltfreundlichen nachhaltigen Energie- und Ressourcennutzung.

Im Forschungszentrum für Umweltpolitik der Freien Universität Berlin wird vergleichende und international ausgerichtete Umweltpolitikforschung und -beratung sowie Forschung zur nachhaltigen Energiepolitik betrieben. Es werden globale Umweltfragen in den Bereichen Klimaschutz, Rohstoffverwendung und Energieerzeugung, Strategien und geeignete Maßnahmen zur nachhaltigen Entwicklung behandelt und Langfristszenarien zur steigenden Ressourceneffizienz und -schonung auch hinsichtlich volkswirtschaftlicher Auswirkungen entwickelt. So werden industrie- und wirtschaftspolitische Empfehlungen ausgearbeitet zur Schaffung von Arbeitsplätzen in ressourceneffizienten und umweltschonenden Wirtschaftsbereichen. Eine Fallstudie zum Thema „Green Jobs in Deutschland am Beispiel der Energiewende“ veranschaulicht ausgewählten südostasiatischen Ländern die Möglichkeiten zur Förderung von nachhaltigen Umwelttechnologien und deren positive Effekte für den heimischen Arbeitsmarkt. Best Practices für Nachhaltigkeitsstrategien werden ferner auf nationaler und internationaler Ebene entworfen.

Die Sicherung nachhaltiger Energieversorgung erfordert einen ganzheitlichen fachgebietsübergreifenden Ansatz in der Rohstoff- und Energieforschung. Hierfür fließen Forschungen verschiedener natur- und sozialwissenschaftlicher Fächer zu den Themen der alternativen Energie- und Ressourcengewinnung sowie -speicherung zusammen.

So ist ein zentrales Thema der Geoenergieforschung die Energiegewinnung aus regenerativen Georessourcen, wie zum Beispiel die Nutzung geothermischer Technologien oder die Energiegewinnung aus alternativen Gasressourcen. Beim Thema Ressourcenwirtschaft am Beispiel des Rohstoffs Wasser geht es um innovative nachhaltige Konzepte der Wasserwirtschaft, um den effizienten und ökonomischen Umgang mit der Ressource Wasser und um die Wasserversorgungssicherheit in urbanen und ländlichen Gegenden. In Peru wird beispielsweise zum Schutz von Ressourcen und zur Vermeidung sozialer Konflikte

um die Rohstoffnutzung ein Ressourcen- und Ökosystemmanagement aufgebaut. Forschungen zum integrierten Wassermanagement beziehen sich zugleich auf Probleme und Folgen fehlender nachhaltiger Landnutzung, wie dies in einigen afrikanischen Ländern der Fall ist.

Einzelne Fachrichtungen der Chemie konzentrieren sich bei ihrer Forschung auf dem Gebiet „moderne Energietechnologien“ auf die Weiterentwicklung der Solarenergie, zum Beispiel durch die Schaffung optischer Nanokonzentrationen in Strukturen für Solarzellen mit dem Ziel der Effizienzsteigerung oder der Fortentwicklung miniaturisierter und mobiler Energiespeicher mit hoher Energiedichte, die insbesondere bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen eingesetzt werden können. Hierzu gehören Feststoff- und Lithiumbatterien mit hoher Speicherkapazität und Lebensdauer. In dem Zusammenhang wird ein Multiskalen-Modell zur Überbrückung des Raums zwischen verschiedenen Zeit- und Längenskalen und zur Untersuchung der Struktur verschiedener Batteriematerialien generiert.

Des Weiteren werden im Rahmen der Katalyseforschung Elektrokatalysesysteme für stoffliche Energiespeicher durch gekoppelte Wasserelektrolyse und CO<sub>2</sub>-Umwandlung untersucht sowie kosten- und energie günstige Elektrodepositionsverfahren – Elektrosynthesen – zur Herstellung edelmetallfreier Katalysatorfilme entwickelt. Ferner geht es bei der Katalyseforschung generell um eine Verbindung von chemischer und biologischer Katalyse und von thermischen, elektrochemischen und photochemischen Prozessen.

Chemische, biologische und physikalische Forschung schafft neuartige Konzepte zur regenerativen Energiegewinnung, die durch die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch Sonnenlicht unterstützt wird. Hierbei wird zum Thema der Protonierungsdynamik, das heißt der lokalen Verlagerung von Protonen in Wasserstoffbrücken-Netzwerken, unter anderem die Funktion von Protonen und ihr Transfer auf makromolekularer Ebene analysiert. Diese Forschung geschieht vor allem vor dem Hintergrund der zunehmenden Verminderung von fossilen Energieressourcen und des Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre, um neue Strategien zur ökonomischen Nutzung alternativer und klimaverträglicher Energiequellen herzustellen. Eines der Ziele ist die Etablierung neuartiger, auf Solarenergie beruhender Produktionsverfahren für Wasserstoff, die auf existierenden biologischen Reaktionen basieren. Hierzu gehört die Entwicklung eines photosynthetischen Mikroorganismus, in dem zwei fundamentale biologische Reaktionsabläufe zusammengeführt werden, um Wasserstoff aus Wasser zu gewinnen – und dies unter Nutzung von Solarenergie. Bei

### 2.3.2. Research for greater sustainability: resources and energy

The social-related and economic-related rising demand for commodities and energies due to additional technology-oriented life forms and consequences of environmental changes for climate and ecosystems require a change in the interaction between humans and the environment. Social, economic and political science research is also assessed along with natural science technology works on alternative, climate-friendly and environmentally-friendly sustainable use of energy and resources.

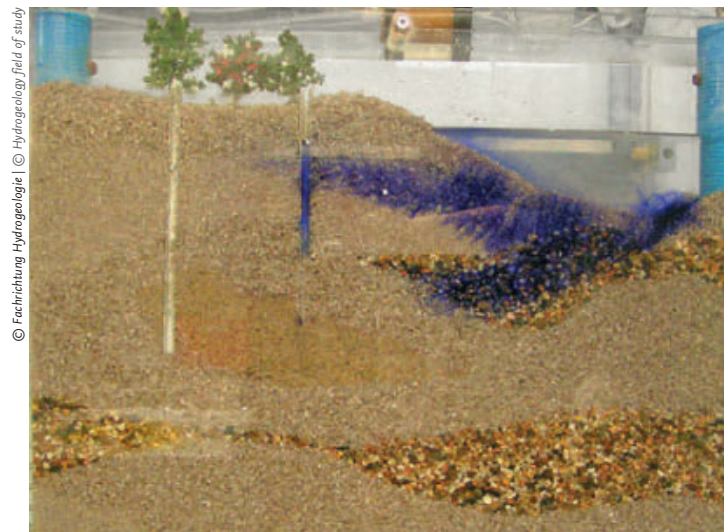
Comparable and internationally-aligned environmental policy research and consulting and research into sustainable energy policy are conducted in the research center for environmental policy at Freie Universität Berlin. Global environmental questions in the areas of climate protection, use of commodities and energy generation, strategies and appropriate measures for sustainable development are covered and long-term scenarios developed with regard to rising efficiency and conservation of resources, including in terms of economic impacts. Industrial and economic policy recommendations were drafted on creating jobs in resource-efficient and environmentally-friendly economic sectors. A case study on the topic “Green Jobs in Germany taking the example of energy transition” demonstrates the opportunities for selected South-East Asian countries to promote environmental technologies and their positive effects on the local labor market. Moreover, best practices for sustainability strategies are drafted on a national and international level.

Securing a sustainable energy supply requires an integrated, interdisciplinary approach in commodities and energy research. Research works in various natural and social science subjects converge on the issues of alternative energy and resource acquisition and storage.

A central issue of geoenergy research is the generation of energy from regenerative geo-resources, such as the use of geothermal technologies or energy generation from alternative gas resources. The issue of resource management, using the example of water as a commodity, relates to innovative sustainable concepts of water management, the efficient and economic handling of water as a resource and security of water supply in urban and rural regions. In Peru for example resource and ecosystem management is being established to protect resources and prevent social conflicts on the use of commodities. Research into integrated water management also refers to problems and consequences of the absence of sustainable land use, as is the case in some African countries.

Individual disciplines in chemistry focus their research in the area of “modern energy technologies” on the development of solar energy, for example through the creation of optical nano-concentrations in structures for solar cells with the goal of increasing efficiency or developing miniaturized and mobile energy stores with high energy density, which can be used in particular for hybrid and electric vehicles. Such vehicles have solid-state and lithium batteries with a high storage capacity and useful life. In this context a multi-scale model is generated to bridge the space between various timescales and length scales and to analyze the structure of various battery materials.

Furthermore, within the framework of catalysis research, electro-catalysis systems for material energy stores are analyzed through linked water electrolysis and CO<sub>2</sub> conversion and cost- and energy efficient electrodeposition methods – electrosynthesis – are developed for the production of non-precious metal catalyzer films. Moreover, catalysis research generally involves a connection of chemical and biological catalysis and thermal, electrochemical and photochemical processes.



Versuchskasten zur Veranschaulichung der Wassergewinnung durch Uferfiltration | Trial boxes to demonstrate water catchment through bank filtration

Chemical, biological and physical research creates new concepts for regenerative energy generation, which is supported by the splitting of water into hydrogen and oxygen through sunlight. The function of protons and their transfer to the macromolecular level is analyzed on the subject of protonation dynamics, i.e. the local relocation of protons in hydrogen bridge networks. This research is primarily conducted against the background of increasing



© Dr. Jens Baumgardt

Zellträger | Cell carrier

diesen Prozessen handelt es sich sowohl um die Photosynthese, bei der durch Licht energiereiche Elektronen aus dem Wasser gewonnen werden, als auch um die Hydrogenase katalysierter Wasserstoffproduktion aus Elektronen und Protonen.

Ein umfassender Forschungsbereich, insbesondere der Physik und Chemie, ist zudem die Fortentwicklung der Photovoltaik. Photovoltaische Bauelemente zur direkten Umwandlung von Sonnenenergie in Elektrizität gehören zu einer der wichtigsten, umweltschonenden Energieerzeugungsverfahren. Physikalische Untersuchungen zu den neuartigen technologischen Nutzungsmöglichkeiten der Photovoltaik, wie zum Beispiel zur Optimierung von Dünnschichtsolarzellen, untersuchen anorganische und organische Materialien in Hybridsolarzellen zur Steigerung der Effizienz und Senkung der Herstellungskosten durch Ausnutzen der jeweiligen Vorteile dieser Materialien. Es geht bei diesem innovativen Forschungsfeld um die Entwicklung von hocheffizienten neuartigen Solarzellen. Diese Solarzellen basieren auf der Kombination von Nanopartikeln und Nanodrähten aus anorganischen Elementen und Legierungen als aktive Absorber, die ebenfalls Licht absorbieren und als Medium für den Ladungsträgertransport dienen.

Die Forschung der Informatik zur Energieeffizienz und Schonung fossiler Rohstoffe hat vor allem die Weiterentwicklung der Elektromobilität zum Schwerpunkt. Hierbei werden neue Methoden für das hierarchische Energiemanagement in elektrischen Fahrzeugen mit dem Ziel entwickelt, bei gegebener Batteriekapazität die Reichweite solcher Fahrzeuge um bis zu 10 % zu steigern. Dies kann

durch eine intelligente Energiesteuerung des Antriebs sowie durch die Integration von Doppelschichtkondensatoren im Energienetz des Fahrzeugs erfolgen. Die Erkenntnisse aus der neu entstehenden Verbindung zwischen Navigationssystem, Umfeldsensorik und Energiemanagement sollen den Fahrzeugherstellern dazu dienen, eigene innovative Systeme an die Kundenbedürfnisse und die speziellen Anforderungen der Elektromobilität anzupassen. Zugleich wird von wirtschaftswissenschaftlicher Seite die Elektromobilität im öffentlichen Nahverkehr hinsichtlich einer optimalen Ressourceneinsatzplanung und eines entsprechenden Aufbaus einer Ladeinfrastruktur untersucht. Elektrofahrzeuge vermindern die Umweltbelastung, wodurch gerade in Ballungsräumen die Lebensqualität verbessert werden kann. Für Verkehrsunternehmen im öffentlichen Personennahverkehr ergeben sich bezüglich der Planung und Steuerung der unternehmerischen Prozesse allerdings neue logistische Herausforderungen. Dabei spielt die geringere Reichweite der Elektrofahrzeuge im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren und die Möglichkeit, die Fahrzeugbatterie an bestimmten Ladestationen wiederaufladen zu können, eine wichtige Rolle. Betroffene Verkehrsunternehmen müssen bei ihrer Planung daher sowohl die Fahrzeugeinsatzplanung als auch den Ausbau der Ladeinfrastruktur berücksichtigen. Die Forschung widmet sich hierbei neuen Verfahren für einen effizienten Einsatz von Elektrofahrzeugen und für eine angemessen gestaltete Ladeinfrastruktur.

Ziel all dieser Forschungsaktivitäten ist es, einen zukunftsorientierten Beitrag auf dem Gebiet der Energie- und Rohstoffeffizienz zu leisten und somit zur Ressourcen- und Umweltschonung nachhaltig beizutragen.

**Alternative Energien, Erneuerbare Energien, Energieforschung, Fahrzeugtechnologie, Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Photovoltaik, Ressourcennutzung, Rohstoffe, Umweltbelastung, Umweltforschung**

### 2.3.3. Biodiversitäts- und Ökosystemforschung

Biotische und abiotische Faktoren, die auch vom Menschen verursacht sein können, können Ökosysteme verändern. Die Biodiversität verschiedener Ökosystemebenen kann sich wiederum auf die Funktion von Ökosystemen auswirken. Derartige Veränderungen stellen große Herausforderungen an die Biodiversitätsforschung, die in verschiedenen Fachgebieten der Freien Universität Berlin umfassend betrieben wird. So gehören die Themen „Diversität und

reduction in fossil fuel resources and the increase in CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere, in order to create new strategies on the economic use of alternative and climate-friendly sources of energy. One of the goals is to establish new production methods related to solar energy for hydrogen, based on existing biological reactions. This includes the development of a photosynthetic microorganism, in which two fundamental biological reaction processes are merged in order to acquire hydrogen from water – using solar energy. These processes involve photosynthesis, in which high-energy electrons are extracted from water through light, and hydrogenase-catalyzed hydrogen production from electrons and protons.

Another comprehensive research area, in particular in physics and chemistry, is the development of photovoltaics. Photovoltaic building elements for direct conversion of solar energy into electricity form are among the most important environmentally-friendly methods of energy generation. Physical analyses of the new technological opportunities for the use of photovoltaics, such as optimization of thin-film solar cells, examine inorganic and organic materials in hybrid solar cells for increasing efficiency and reducing production costs by exploiting the advantages of such materials. This innovative research field involves the development of highly-efficient new solar cells. These solar cells are based on a combination of nanoparticles and nanowires made from inorganic elements and alloys as active absorbers, which also absorb light and serve as a medium for charge carrier transport.

Computer science research into energy efficiency and conservation of fossil fuels is primarily focused on developing electro-mobility. New methods are developed here for hierarchical energy management in electric vehicles with the goal of increasing the range of such cars by up to 10% with a given battery capacity. This can be carried out through intelligent energy control of the engine and by integrating double layer capacitors into the vehicle's power network. Findings from the newly established connection between the navigation system, environmental sensors and energy management should serve to allow vehicle manufacturers to adapt their own innovative systems to customer requirements and special demands of electro-mobility. At the same time, from an economic perspective, electro-mobility is being examined in local public transport in terms of optimal resource planning and appropriate construction of a charging infrastructure. Electric vehicles reduce environmental pollution, which means quality of life can be improved, especially in conurbations. However, local public transport companies face new logistical challenges with regard to planning and control of business

processes. The lower range of electric vehicles by comparison with combustion engines plays an important role here, along with the opportunity to recharge the vehicle battery at specific charging stations. Affected transport companies must therefore allow for vehicle usage and the building of a charging infrastructure in their planning. Research in this area is dedicated to new methods for efficient use of electric vehicles and for an appropriately designed charging infrastructure.

The goal of all such research activities is to make a forward-looking contribution to the area of energy and commodities efficiency and sustainably contribute to conservation of resources and the environment.

**Alternative energies, renewable energies, energy research, vehicle technology, climate protection, sustainability, photovoltaics, use of resources, commodities, environmental pollution, environmental research**

### 2.3.3. Biodiversity and ecosystem research

Biotic and abiotic factors - which can also be caused by humans - may alter ecosystems. The biodiversity of different ecosystem levels may in turn have an impact on the functioning of ecosystems. Such changes present great challenges to biodiversity research, which is conducted extensively in various specialist areas at Freie Universität Berlin. The topics "Diversity and function" and "Plants and environment" are among the research priorities of the "Dahlem Centre of Plant Sciences". Research findings in these subject areas should help to process unresolved issues of applied plant sciences.

It is necessary to work out causes, risks and consequences of impacts on ecosystems and biodiversity and to identify and develop mechanisms to counteract changes that pose a danger. This requires findings on the impacts of diversity of various ecosystem levels on the dynamics of an ecosystem. The variability of plant attributes and landscape structures are examined in this context. Interactions between abiotic and biotic factors of an ecosystem are also assessed in order to obtain information on future developments resulting from climate change and corresponding changes to land use.

One example for maintaining biodiversity is the research into domesticated and wild pollinators of cultivated and



Funktion“ sowie „Pflanze und Umwelt“ mit zu den Forschungsschwerpunkten des „Dahlem Centre of Plant Sciences“. Die Forschungsergebnisse dieser Themenfelder sollen helfen, bislang ungelöste Fragen der angewandten Pflanzenwissenschaften zu bearbeiten.

Es gilt, Ursachen, Gefahren und Folgen von Einwirkungen auf Ökosysteme und Biodiversität ebenso herauszuarbeiten, wie Mechanismen zur Gegenwirkung gefährdender Veränderungen zu erkennen und fortzuentwickeln. Voraussetzung hierfür sind Erkenntnisse über Auswirkungen von Diversität verschiedener Ökosystemebenen auf die Dynamik eines Ökosystems. In diesem Zusammenhang werden beispielsweise die Variabilität von Pflanzeigenschaften und Landschaftsstrukturen untersucht. Interaktionen zwischen abiotischen und biotischen Faktoren eines Ökosystems werden zudem betrachtet, um Hinweise auf zukünftige, durch den Klimawandel bedingte Entwicklungen und dementsprechende Änderungen der Landnutzung zu erhalten.

Ein Beispiel zum Erhalt der Biodiversität ist die Erforschung sogenannter domestizierter und wilder Bestäuber von Kultur- und Wildpflanzen, zu denen Honig- und Wildbienen gehören. Diese Bestäubung ist eine wichtige Komponente zum Erhalt der Biodiversität. Pathogene, Klimawandel, veränderte Landnutzung, erhöhter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln führen zum Rückgang der Bestäuber und damit letztlich zum Habitatverlust und zur Störung der Biodiversität. Die Forschung zu diesem Themenkomplex soll auch für Managemententscheidungen in Naturschutzfragen und dem Erhalt der wilden und domestizierten Bestäuber dienen.

Des Weiteren werden Auswirkungen bereits veränderter Ökosysteme untersucht. Das interdisziplinäre und von der Freien Universität Berlin koordinierte BMBF-Verbundvorhaben zum Thema „Bridging in Biodiversity Science“ hat zum Ziel, Disziplinen und Systeme in der Biodiversitätsforschung zu vereinen. Es werden Gründe, Mechanismen und Folgen der schnellen Biodiversitätsveränderung über unterschiedliche Ökosysteme und zeitlich-räumliche Skalen hinweg erforscht, umfassende Daten über die genetische Diversität von Populationen und Gemeinschaften erhoben, sowie Klimadaten von extremen Wetterereignissen und Daten langjähriger Klimaschwankungen gesammelt. Behandelt werden Verknüpfungen zwischen aquatischen und terrestrischen, zwischen urbanen und ländlichen, ober- und unterirdischen Systemen sowie zwischen naturnahen und neuen Ökosystemen.

Das DFG-Graduiertenkolleg „Verknüpfung von Biodiversitätsforschung und Bewegungsökologie in dynamischen

Agrarlandschaften“, an dem die Freie Universität Berlin beteiligt ist, verfolgt am Beispiel eines Untersuchungsgebiets in Nordbrandenburg das Ziel, bislang getrennte Forschungen zur Biodiversität und zur Bewegungsökologie miteinander zu verbinden. Die zentrale Fragestellung behandelt die Auswirkungen der Bewegungen einzelner Organismen auf die Artenvielfalt in dynamischen Agrarlandschaften. Damit werden die Vorhersagemöglichkeiten in der Biodiversitätsforschung durch ein mechanistisches Verständnis von individuellen Bewegungsmustern verbessert und das Potential der Bewegungsökologie erhöht.

Veränderungen in Ökosystemen durch unterschiedliche, auch anthropogen hervorgerufene Faktoren, wie ein Wandel in der Landnutzung, erfordern zudem Maßnahmen zum Arterhalt gefährdeter Pflanzen und Tiere. Basierend auf molekulargenetischen Ansätzen wird hierfür die innerartliche Variabilität erforscht, um Daten zur phylogeographischen Differenzierung zu bekommen und um die genetische Differenzierung auf Metapopulationsebene besser zu verstehen – auch mit dem Ziel, Empfehlungen zu generieren, wie die innerartliche Diversität durch spezifische Schutzmaßnahmen bewahrt werden kann. In einem nationalen Netzwerk zum Schutz gefährdeter Wildpflanzenarten, an dem der Botanische Garten Berlin beteiligt ist, wird Saatgut von Gefäßpflanzenarten von möglichst vielen geographisch und genetisch repräsentativen Populationen gesammelt und in bestehenden Saatgutbanken des Botanischen Gartens eingelagert. Zusätzlich werden von ausgewählten Populationen Erhaltungskulturen angelegt, um dadurch an geeigneten Standorten Wieder- oder Neuanließungsmaßnahmen durchzuführen. Des Weiteren erfolgen Untersuchungen zur epigenetischen Anpassung beziehungsweise zum Umgang von Pflanzen, Pilzen und Bakterien an wechselnde Umweltbedingungen und Stressfaktoren wie Wetter, klimatische Schwankungen, Trockenheit, Pathogene und Insektenbefall. Ziel ist es, molekulare, biochemische und physiologische Mechanismen zu analysieren, die bei der Prägung von Stress- und Gedächtnisreaktionen von Organismen bei Stressereignissen beteiligt sind. Von Interesse sind zudem Erkenntnisse darüber, wie Stabilität und Vorhersagbarkeit von Umweltbedingungen die Stressreaktionen von Organismen ohne zentrales Nervensystem beeinflussen können.

Weitere Forschungen werden zu langfristigen Populationsdynamiken invasiver Arten und deren Einfluss auf phänotypische und genetische Veränderungen heimischer Arten durchgeführt. Eine der Fragen behandelt diese Auswirkungen auf bestehende Ökosysteme inklusive möglicher ökonomischer Konsequenzen für den Agrarsektor.

wild plants, including honey and wild bees. Such pollination is an important component in maintaining biodiversity. Pathogens, climate change, land use changes and increased use of pesticides lead to a decline in pollinators and thereby ultimately to loss of habitat and disruption of biodiversity. Research into this subject area should also serve management decisions in questions of nature conservation and the preservation of wild and domesticated pollinators.

Furthermore, the effects on already changed ecosystems are analyzed. The interdisciplinary BMBF (Federal Ministry of Education and Research) collaborative project, coordinated by Freie Universität Berlin, on the topic “Bridging in Biodiversity Science” is aimed at unifying disciplines and systems in biodiversity research. Reasons, mechanisms and consequences of rapid biodiversity change are examined over different ecosystems, timescales and geographical scales, comprehensive data are collected on the genetic diversity of populations and communities, climate data

on extreme weather events and data on long-term climate fluctuations are accumulated. Links between aquatic and terrestrial, urban and rural, above-ground and underground systems and between natural and new ecosystems are covered.

The DFG research training group “Linking biodiversity research and movement ecology in dynamic agricultural landscapes”, in which Freie Universität Berlin is involved, taking the example of a study area in North Brandenburg, aims to interconnect previously separate research areas on biodiversity and movement ecology. The central issue deals with the impacts of movements of individual organisms on biodiversity in dynamic agricultural landscapes. Forecasting options in biodiversity research are improved through a mechanistic understanding of individual movement patterns and the potential of movement ecology is enhanced.

*Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem |  
Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem*

© Bernd Wannemacher





Biologische Diversität ist für Ökosysteme ohne Frage von großer Bedeutung. Bisherige Studien hierzu wurden zu meist nur zur oberirdischen Diversität durchgeführt, während ein großer Anteil der Biodiversität im Boden bislang unbekannt blieb. Analysen zur Biodiversität im Agrarsektor werden hinsichtlich des Managements in landwirtschaftlichen Ökosystemen und des potenziellen Einflusses der Bodendiversität auf Ökosystemfunktionen daher auch durch die Untersuchung von Unterböden vorgenommen. Ziel ist es, durch diese Bodenforschung die Basis für eine nachhaltige Nutzung der Böden und zugleich für die Bioökonomie zu erbringen. Es geht dabei ebenso um den Schutz biologischer Vielfalt, um die Förderung landwirtschaftlicher Ökosystemleistungen und um eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion. Hierzu erfolgen biologische und botanische Forschungen in größeren Forschungsverbänden. Neue Erkenntnisse über die Phylogenie an Pflanzen helfen dabei, die Entstehung biologischer Diversität oberirdisch und im Boden zu rekonstruieren.

Im 2011 etablierten „Berlin Center for Genomics in Biodiversity Research“ werden gemeinsam von Freier Universität Berlin und weiteren regionalen Wissenschaftsinstitutionen

*Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem, großes Tropenhaus | Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, large tropical house*



© Bernd Wörmacher

verwandte Spezies, vom Aussterben bedrohte Tier- und Pflanzenarten sowie Mikroorganismen untersucht, die Schlüsselfunktionen in Ökosystemen übernehmen können. Im Rahmen der genom-basierten Evolutions- und molekularen Biodiversitätsforschung werden Veränderungen der genetischen Information aufgrund von Umwelt- und Klimawandel analysiert. Es werden die Evolution neuer Charakteristika und Funktionen sowie die Mechanismen der Genomevolution durch die Kombination vergleichender Genomforschung mit taxonomischen, biochemischen und molekularen Methoden auf der Grundlage der Genomsequenzierung erforscht. Durch diese neuen Forschungsmethoden soll ein besseres Verständnis von Genfunktionen und der Entstehung von Diversität erlangt werden. Des Weiteren werden Membranen und Membranvorgänge an Grenzflächen studiert, die zentrale Lebensprozesse wie Lernen und Gedächtnis in Tier und Pflanze, Verhalten von Mensch und Tier, mikrobielle Infektionen und Stresstoleranz regulieren. Das Zentrum übernimmt damit eine zentrale Funktion in der Forschung zu Biodiversität, Ökologie und zur molekularen Grundlagenforschung am Wissenschaftsstandort Berlin. Dies gilt gleichermaßen für das „Berlin-Brandenburgische Institut für Biodiversitätsforschung“, in dem vier Universitäten und fünf Leibniz-Institute aus Berlin und Brandenburg unter der Federführung der Freien Universität Berlin gemeinsam ökologischen, evolutionären, sozialen und politischen Fragestellungen zur Biodiversität, ihrer Funktion, Struktur und Gefährdung durch umweltbedingte oder anthropogene Einflüsse nachgehen, die wiederum die Nahrungsmittelproduktion oder Gesundheit von Tier und Mensch beeinträchtigen können.

Das dargestellte Forschungsfeld „Mensch-Umwelt-Interaktion“ – durch interdisziplinäre Zusammenarbeit unterschiedlicher Fächergruppen – zeigt technologische, naturwissenschaftliche und sozialpolitische Maßnahmen zum Schutz von Umwelt, Ökosystemen und Lebensformen, Verminderung von oder Prognosen zu meteorologischen Extremereignissen durch Maßnahmen zum integrierten Ressourcenmanagement und zur Verminderung von Umweltbelastung und Klimaänderung sowie zum technologischen Ausbau zur Gewinnung und Nutzung alternativer Energiequellen.

**Agrarsektor, Artenvielfalt, Biodiversität, Biowissenschaften, Bodenforschung, Botanik, Invasive Arten, Klimatologie, Landnutzung, Nachhaltigkeit, Naturschutz, Ökosystemforschung, Pflanzenkunde, Umweltforschung**

Changes in ecosystems due to different factors, including anthropogenic factors, such as a change in land use, also require measures to preserve species of endangered plants and animals. Based on molecular genetic approaches, intraspecific variability is researched for this purpose, in order to obtain data on phylogeographic differentiation and better understand genetic differentiation on the metapopulation level – partly with the goal of generating recommendations on how intraspecific diversity can be preserved through specific protective measures. Seeds of vascular plant species are collected from as many geographical and genetically representative populations as possible and stored in existing seed banks of the Botanic Garden in a national network for the protection of endangered wild plant species, which includes the Botanic Garden of Berlin. In addition, conservation cultures are created from selected populations, in order to perform new settlement or resettlement activities at suitable locations. Furthermore, studies are conducted on epigenetic adaptation and handling of plants, fungi and bacteria in changing environmental conditions and stress factors, such as weather, climatic fluctuations, dryness, pathogens and insect infestation. The goal is to analyze molecular, biochemical and physiological mechanisms, which are involved in shaping stress and memory reactions of organisms to stress events. Findings on how stability and predictability of environmental conditions can influence the stress reactions of organisms without a central nervous system are also of interest.

Further research is being conducted into long-term population dynamics of invasive species and their impact on phenotypic and genetic changes of native species. One question deals with the impacts on existing ecosystems, including possible economic consequences for the agricultural sector.

Biodiversity without question is of great significance for ecosystems. Previous studies on this subject have largely only been conducted on aboveground diversity, whereas a large share of biodiversity has remained unknown in the ground. Analyses of biodiversity in the agricultural sector in terms of management in agricultural ecosystems and the potential impact of soil diversity on ecosystem functions are therefore also conducted by examining subsoils. The goal is to provide the basis for sustainable use of soils and for the bio-economy through soil research. This involves the protection of biodiversity, promotion of agricultural ecosystem services and sustainable agricultural production. Biological and botanic research is conducted in large research associations. New findings on the phylogeny of plants help to reconstruct the origin of biodiversity above the ground and in the soil.

Related species, animal and plant species threatened by extinction and microorganisms, which can undertake key functions in ecosystems, are jointly examined by Freie Universität Berlin and other regional scientific institutions in the “Berlin Center for Genomics in Biodiversity Research”, which was established in 2011. Changes in genetic information due to environmental and climate change are analyzed within the framework of genome-based evolutionary and molecular biodiversity research. The evolution of new characteristics and functions, and the mechanisms of genome evolution are researched through a combination of comparable genome research and taxonomic, biochemical and molecular methods based on genome sequencing. These new research methods are intended to provide a better understanding of gene functions and the origin of diversity. Furthermore, membranes and membrane processes on interfaces which regulate central life processes, such as learning and memory in animals and plants, human and animal behavior, microbial infections and stress tolerance, are studied. The center assumes a central role in research on biodiversity, ecology and molecular fundamental research in the academic location of Berlin. The same applies to the “Berlin-Brandenburg Institute of Biodiversity Research”, where four universities and five Leibniz Institutes from Berlin and Brandenburg, under the leadership of Freie Universität Berlin, keep track of joint ecological, evolutionary, social and political issues of biodiversity, its functioning, structure and endangerment from environmental or anthropogenic influences, which in turn may adversely affect food production or animal and human health.

The research field “Human-environmental interaction” – through interdisciplinary cooperation of different subject groups – shows technological, natural science and social policy measures for protecting the environment, ecosystems and life forms, reducing or forecasting meteorological extreme events through measures aimed at integrated resource management and reduction of environmental pollution and climate change and technological development for the extraction and use of alternative sources of energy.

**Agricultural sector, diversity of species, biodiversity, biosciences, soil research, botany, invasive species, climatology, land use, sustainability, nature conservation, ecosystem research, plant science, environmental research**



## 2.4. Komplexe Systeme

*Komplexe dynamische Systeme werden in den Natur- und Lebenswissenschaften der Freien Universität Berlin erforscht und reichen von atomaren und molekularen Systemen in Physik und Chemie, über zelluläre Organismen, ökologische und taxonomische Systeme und neuronale Netzwerke der Biologie und Medizin bis hin zu IT-gestützten Informationssystemen. Darüber hinaus existieren neben den naturwissenschaftlichen Systemen ebenso komplexe Systeme in Gesellschaften und werden interdisziplinär in den Politik-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften untersucht. Die nachfolgend vorgestellten natur- und sozialwissenschaftlichen Systeme geben einen kleinen Ausschnitt der umfassenden, fach- und fächergruppenübergreifenden Forschung der Universität zu diesem Forschungsfeld wieder.*

### 2.4.1. Biologische Systeme

Biologische Systeme als offene Systeme mit komplexen Strukturebenen, die unter anderem aus Molekülen, Zellen, Organismen, Ökosystemen und Biosphäre bestehen, befinden sich mit ihrer Umgebung kontinuierlich in strukturellen und funktionellen Wechselbeziehungen. Dabei beruhen die biologischen Systeme auf einem Austausch von Informationen zur Kommunikation und Signaltransduktion innerhalb von Zellen sowie intrazellulär, zwischen Geweben, Organen und Organismen zur Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung und Weitergabe von Informationen, die die Basis für das Funktionieren der Systeme bilden. Diese Kommunikation wird durch Netzwerke auf den multiplen Skalen von Molekülen, Zellen und Organismen umgesetzt und existiert in tierischen, pflanzlichen und mikrobiellen Systemen: in Ökosystemen durch interagierende Organismen, in und zwischen Zellen durch Transfer von Molekülen und in Organismen durch kommunizierende Zellen. Die Forschung zu diesen Phänomenen findet fachübergreifend in den Biowissenschaften, aber auch in der Biophysik, der Bioinformatik zur Verarbeitung und Analyse biologischer und medizinischer Massendaten und im Biocomputing zur theoretischen mathematischen Modellierung von Transferprozessen statt.

Inter- und intrazelluläre Kommunikationsprozesse sind zum Beispiel die Basis eines funktionierenden Immunsystems. Wie die intra- und interzelluläre Kommunikation im Immunsystem auf molekularer Ebene gesteuert wird, ist wiederum von zentraler Bedeutung für das Verständnis physiologischer und pathophysiologischer Immunreaktionen. Fehlerhafte Kommunikation zwischen Molekülen, Zellen und Organismen führt zu pathologischen Verände-

rungen, das heißt bei Mensch und Tier zu Erkrankungen. Diese Pathologien können durch genetische Defekte oder pathogene Mikroorganismen ausgelöst werden, in Ökosystemen aber auch durch äußere, vor allem anthropogen hervorgerufene Eingriffe oder Umwelteinflüsse, die infolgedessen das dynamische Gleichgewicht in biologischen Systemen und die Biokommunikation in ihren Netzwerken stören.

Neben den Kommunikationsmechanismen und molekularen Vorgängen in biologischen Netzwerken behandelt die Forschung zu biologischen Systemen zum Beispiel Fragen der Evolution und Phylogenie taxonomischer Systeme oder organismischer Prozesse in Wechselwirkung mit der Umwelt. So werden durch Umwelteinflüsse ausgelöste Stressreaktionen von Organismen und die dazugehörigen molekularen, biochemischen, hormonellen und physiologischen Mechanismen untersucht, um zu erkennen, welchen Einfluss Umweltbedingungen auf Organismen generell und speziell auf Pflanzen haben. Stressfaktoren für Pflanzen sind zum Beispiel starke Änderungen von Temperatur und Lichtbedingungen oder Angriffe durch Schadorganismen. Erforscht werden Formen der pflanzeneigenen Abwehr gegen derartige Stressfaktoren. Gerade durch Klimawandel oder anthropogen bedingte Umweltveränderungen stellen sich neue, große Herausforderungen an den pflanzlichen Organismus, mit diesen Einflüssen zurecht zu kommen. Das Pflanzenhormon Cytokinin hat beispielsweise beim Schutz vor umweltbedingtem Stress eine wichtige regulative Funktion. Neue Erkenntnisse zur Rolle des Hormons Cytokinin haben Forschungen der Angewandten Genetik der Freien Universität Berlin auf dem Gebiet des sogenannten „Circadiane Stress“ erbracht, der durch eine Veränderung des Tag-Nacht-Rhythmus ausgelöst wird. Ein weiterer Untersuchungsgegenstand bildet die Frage, wie pflanzliche Abwehr gegen Schädlingsbefall funktioniert. Es gilt zu untersuchen, welche Verteidigungsmechanismen Pflanzen entwickeln, um Pathogenen und Herbivoren entgegenzutreten. So wird erprobt, wie ein Kontakt mit unterirdischen Herbivoren Pflanzen in die Lage versetzt, sich besser gegen nachfolgende, oberirdische Herbivore zu verteidigen und umgekehrt. Anhand von Feldversuchen, chemisch-analytischen und molekularen Methoden werden die Formen und Evolution pflanzlicher Abwehr sowie das Priming von induzierter Pflanzenabwehr gegen biotische und abiotische Einflüsse erforscht.

Es werden ferner Einfluss und Folgen abiotischer Faktoren auf biologische Systeme betrachtet, wie zum Beispiel deren Beeinflussung durch Salze und Osmolyten. So können verschiedene Anionen und Kationen durchaus stark unter-

## 2.4. Complex systems

*Complex dynamic systems are examined in natural and life sciences at Freie Universität Berlin and range from nuclear and molecular systems in physics and chemistry, through cellular organisms, ecological and taxonomic systems and neuronal networks in biology and medicine through to IT-supported information systems. Furthermore, in addition to natural science systems, complex systems also exist in societies and are studied in an interdisciplinary approach in political, legal and economic sciences. The natural and social science systems presented below convey a small cross-section of the extensive interdisciplinary research of the University in this research field.*

### 2.4.1. Biological systems

Biological systems, as open systems with complex structural levels, which also consist of molecules, cells, organisms, ecosystems and biosphere, are continually in structural and functional correlations with their environment. Biological systems rely on an exchange of information for communications and signal transduction within cells and intracellularly, between tissues, organs and organisms for the uptake, processing, storage and forwarding of information, which form the basis for the functioning of systems.

*Wie lernten Seerosen schwimmen? | How did water lilies learn to swim?*



© J. Haas, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem | © J. Haas, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem

Such communications are implemented by networks on multiple scales of molecules, cells and organisms and exist in animal, plant and microbial systems: through interacting organisms in ecosystems, through transfer of molecules in and between cells and through communicating cells in organisms. Research into such phenomena is conducted in an interdisciplinary approach in biosciences, as well as in biophysics and bioinformatics on the processing and analysis of biological and medical mass data and in bio-computing on theoretical mathematical modeling of transfer processes.

Inter- and intracellular communications processes for example form the basis of a functioning immune system. How intra- and intercellular communication is controlled on a molecular level in the immune system however is of central importance to an understanding of physiological and pathophysiological immune reactions. Deficient communication between molecules, cells and organisms results in pathological changes, i.e. in case of humans and animals, in diseases. Such pathologies may be triggered by genetic defects or pathogenic microorganisms, in ecosystems or through external, primarily anthropogenic interventions or environmental influences, which consequently disturb the dynamic equilibrium in biological systems and bio-communications in their networks.

In addition to communication mechanisms and molecular processes in biological networks, research into biological systems, using the example of questions of evolution and phylogeny, also deals with taxonomic systems or organismic processes in interaction with the environment. Stress reactions – triggered by environmental impacts – of organisms and associated molecular, biochemical, hormonal and physiological mechanisms are studied in order to identify the impact that environmental conditions have on organisms in general and on plants in particular. Stress factors for plants include, for example, large changes in temperature and light conditions or attacks by harmful organisms. The plant's own forms of defense against such stress factors are researched. Climate change or anthropogenic environmental changes pose major, new challenges to the plant organism in coping with these impacts. The plant hormone cytokinin for example has an important regulatory function in protection against environmental stress. New findings on the role of the hormone cytokinin were provided by research in applied genetics at Freie Universität Berlin in the area of "circadian stress", which is triggered by a change in the day-night rhythm. Another object of examination is the question of how plant defense operates against pest infestation. The defense mechanisms developed by plants to counter pathogens and herbivores



© D. Oesterheld, Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried (Max-Planck Institute of Biochemistry, Martinsried), H.J. Kunte, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

Salzsee in Paraguay. Durch die Pigmente der Mikroorganismen ist das Wasser rot gefärbt. | Salt lake in Paraguay. The water is red colored by the pigments of the microorganisms

schiedliche, teilweise sogar entgegengesetzte Wirkungen auf die thermodynamischen Eigenschaften biologischer Systeme haben. Osmolyte werden in Mikroorganismen gebildet, ihre Wirkung auf die Wasseraktivität ist jedoch bislang nicht geklärt und daher ein Thema der Forschung.

Darüber hinaus wird der Einfluss multivalenter Bindung auf biologische Systeme untersucht. Der DFG-Sonderforschungsbereich „Multivalenz als chemisches Organisations- und Wirkprinzip: Neue Architekturen, Funktionen und Anwendungen“ behandelt beispielsweise das Verständnis multivalenter Wechselwirkung, das für die Beantwortung zentraler Fragestellungen und Neuentwicklungen im Bereich der Bio- und Materialwissenschaften wichtig ist. Multivalenz wirkt ferner mit in der Organisation von Materie, Erkennungsprozessen und der Signaltransduktion in biologischen Systemen.

Zur Erlangung eines umfassenden Überblicks über die Artenvielfalt und Taxonomien werden des Weiteren Tiere, Pilze und Pflanzen anhand ihres genetischen DNA-Barcodes flächendeckend in Deutschland erfasst und in der globalen Referenzbarcode-Datenbank verzeichnet. Die Erschließung und Anlage von Sammlungen generell, auch

botanischer Lebenssammlungen, bilden somit eine wichtige Schlüsselrolle in der Biodiversitätsforschung in biologischen Systemen. Durch die Verknüpfung von Sammlungsinformationen wird zudem der Forschungsprozess beschleunigt.

Einen wichtigen Stellenwert bei der wissenschaftlichen Betrachtung biologischer Systeme hat die Grundlagenforschung der Biophysik inne. So werden biologische und biomimetische Prozesse auf molekularer und atomarer Ebene unter Verwendung neuer physikalischer Messverfahren zum Verständnis der Struktur, Dynamik und Funktion von Biomolekülen untersucht. Zugleich dienen fundierte Erkenntnisse über biologische und biomimetische Systeme neuen Entwicklungen im Bereich erneuerbarer Energiequellen. Die Analyse von Photosynthese und biomimetischer Systeme hat zum Beispiel zum Ziel, eine CO<sub>2</sub>-neutrale Erzeugung von Treibstoffen unter Verwendung erneuerbarer Energie zu ermöglichen. Hierzu gehört die Erforschung der Nutzungsmöglichkeiten von Sonnenenergie durch Pflanzen und Cyanobakterien und der Prozesskette der Wasserspaltung und Freisetzung von Sauerstoff. Das DFG-geförderte Schwerpunktprogramm „Regenerativ erzeugte Brennstoffe durch lichtgetriebene Wasserspaltung“, an dem die Freie Universität Berlin beteiligt ist, leistet für die Weiterentwicklung der Erforschung und Nutzung erneuerbarer Energien, wie durch die Generierung neuer Katalysatormaterialien für die CO<sub>2</sub>-neutrale Produktion nichtfossiler Treibstoffe, wie Wasserstoff, einen wichtigen Beitrag. Das Verständnis biologischer Systeme ist hierfür grundlegend.

Die dargestellte Forschung zu biologischen Systemen erfolgt interdisziplinär und zeigt die umfassenden Facetten der Systemforschung.

**Biokommunikation, Biologische Systeme, Biowissenschaften, Biophysik, Botanik, Energieforschung, Molekularforschung, Multivalenz, Pflanzenforschung, Umweltforschung, Zellforschung**

#### 2.4.2. Physikalische Systeme

Die physikalische Grundlagenforschung der Freien Universität Berlin umfasst schwerpunktmäßig Themen der Festkörper-, Cluster- und computergestützten molekularen Biophysik sowie der theoretischen Physik. Hierzu gehören Untersuchungen von Oberflächen und ihren Strukturen, von chemischen Reaktionen mit schnellen Laserpulsen,

have to be studied. Tests are carried out on how contact with underground herbivores makes plants better able to defend themselves against subsequent aboveground herbivores and vice versa. The forms and evolution of plant defense and the priming of induced plant defense against biotic and abiotic influences are examined based on field tests, chemical analytical and molecular methods.

Moreover, the impact and consequences of abiotic factors on biological systems are assessed, such as their influence through salts and osmolytes. Diverse anions and cations may have sharply differing, sometimes even opposing impacts on the thermodynamic properties of biological systems. Osmolytes are formed in microorganisms, but their effect on water activity has not yet been clarified and is therefore a topic of research.

Furthermore, the impact of multivalent binding on biological systems is studied. The DFG collaborative research center “Multivalence as a chemical organization and action principle: new architectures, functions and applications” for example deals with understanding multivalent interaction, which is important to responding to key questions and new developments in the area of biosciences and material sciences. Multivalence is also involved in the organization of materials, identification processes and signal transduction in biological systems.

In order to gain a comprehensive overview of biodiversity and taxonomies, animals, fungi and plants are recorded throughout Germany based on their genetic DNA barcode and registered in the global reference barcode database. The accessibility and creation of collections in general, including botanic living plant collections, play an important, key role in biodiversity research within biological systems. In addition, the research process is accelerated by linking,

Fundamental research in biophysics is significant for the scientific assessment of biological systems. Biological and biomimetic processes are therefore examined on a molecular and nuclear level, using new physical measuring methods to understand the structure, dynamics and function of biomolecules. At the same time substantiated findings on biological and biomimetic systems serve as new developments in the area of renewable energy sources. The analysis of photosynthesis and biomimetic systems for example is aimed at allowing for CO<sub>2</sub>-neutral generation of fuels, using renewable energy. This includes an examination of the possible uses of solar energy by plants and cyanobacteria and the process chain for water splitting and release of oxygen. The DFG-funded priority program “Regenerative generated fuels through light-driven water

splitting”, in which Freie Universität Berlin participates, is making an important contribution to the development of research and use of renewable energies, such as through the generation of new catalyzer materials for CO<sub>2</sub>-neutral production of non-fossil fuels, like hydrogen. An understanding of biological systems is fundamental hereto.

The research into biological systems described here is conducted in an interdisciplinary approach and showed comprehensive aspects of system research.

**Bio-communications, biological systems, biosciences, biophysics, botany, energy research, molecular research, multivalence, plant research, environmental research, cell research**

#### 2.4.2. Physical systems

Physical fundamental research at Freie Universität Berlin is focused on the topics of solid-state, cluster and computer-aided molecular biophysics and theoretical physics. This includes studies of surfaces and their structures, chemical reactions with rapid laser pulses, elementary processes and properties of proteins, atoms and molecules on surfaces and nanomaterials, mathematical models or methods for many body physics and research into quantum information theory. Physical systems are examined, which promise of new application-based findings for example in the area of information technologies or the ‘smallest structures’, nanotechnologies. A selection of examples is presented below.

The “Dahlem Center for Complex Quantum Systems” at Freie Universität Berlin focuses on examining quantum transport and quantum theory solid-state physics and is also dedicated to research of future technologies. Quantum systems contain potential future technologies, such as laser beams, microchips or nanotechnology. The term “quantum system” refers to physical systems, in which manifestations of quantum mechanics become visible. Quantification of energy, interference from particle waves or quantum mechanics tunnels, the tunnel effect, can be mentioned as examples. Quantum systems contain phenomena that can be studied under a microscope, such as elementary particles and atoms, and electrical conductors with nanometer-range dimensions and certain materials, the macroscopic properties of which are defined through quantum mechanics interaction on microscopic scales. Complex quantum systems in the form of physical systems consist



von Elementarprozessen und Eigenschaften von Proteinen, Atomen und Molekülen auf Oberflächen sowie von Nanomaterialien, von mathematischen Modellen oder Methoden für die Vielteilchenphysik sowie die Forschung zur Quanteninformationstheorie. Es werden physikalische Systeme erforscht, die beispielsweise auf dem Gebiet der Informationstechnologien oder der sogenannten kleinsten Strukturen, der Nanotechnologien, neue anwendungsorientierte Erkenntnisse versprechen lassen. Hierzu werden nachfolgend einige Beispiele in Auswahl dargestellt.

Das „Dahlem Center für komplexe Quantensysteme“ der Freien Universität Berlin hat die Erforschung des Quantentransports und die quantentheoretische Festkörperphysik zum Schwerpunkt und widmet sich zugleich der Erforschung von Zukunftstechnologien. So sind in Quantensystemen mögliche Zukunftstechnologien enthalten, zu denen Laserstrahlen, Mikrochips oder Nanotechnik gehören. Der Begriff „Quantensystem“ bezieht sich wiederum auf physikalische Systeme, in denen Erscheinungsformen der Quantenmechanik sichtbar werden. Als Beispiele lassen sich Quantisierung von Energie, Interferenz von Teilchenwellen oder quantenmechanisches Tunneln, der Tunnel-effekt, benennen. Quantensysteme beinhalten mikroskopisch studierbare Phänomene, wie Elementarteilchen und Atome, sowie elektrische Leiter mit Dimensionen im Nanometerbereich und bestimmte Materialien, deren makroskopische Eigenschaften durch quantenmechanische Wechselwirkung auf mikroskopischen Skalen definiert werden. Komplexe Quantensysteme als physikalische Systeme bestehen aus vielen Teilchen, deren Verhalten von quantenmechanischen Gesetzen bestimmt wird. Auf dem Gebiet der Quantensysteme werden physikalische Fragestellungen, wie Quantentransport, Nanomagnetismus, mesoskopische Supraleitung, Quantenchaos, stark korrelierte Elektronensysteme, komplexe Materialien, atomare Gase, Quantenmessung, -informatik und -information untersucht.

Ein Quantensystem – zum Beispiel ein Festkörper – besteht wiederum aus kleinen Quantensystemen und bildet damit ein Vielteilchensystem. Um Vielteilchensysteme, etwa einen Festkörper, besser zu verstehen, wird deren Verhalten durch sogenannte Quantensimulatoren nachgebildet, wie zum Beispiel mithilfe von Lasern mit verstellbarer Stärke und Farbe. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf den Festkörper und dessen Verhalten ziehen.

Forschungen der Freien Universität Berlin zur Quantenmechanik erbringen darüber hinaus große Fortschritte für eine innovative, leistungsfähigere Computertechnologie der Zukunft. Quantencomputer arbeiten beispielsweise nach den Gesetzen der Quantenmechanik. Die physikali-

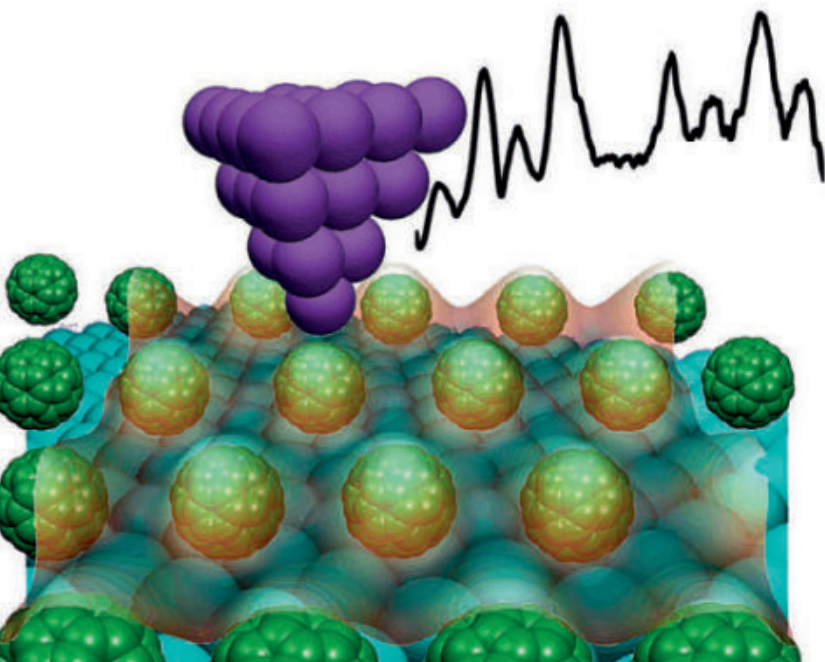
sche und informatische Forschung der Freien Universität Berlin beschäftigt sich mit der Entwicklung eines solchen Quantencomputers. Zugleich werden mithilfe der Quantenmechanik neue Verschlüsselungsmethoden erarbeitet, die eine sichere Informationsübermittlung gewährleisten sollen, da die Sicherheit herkömmlicher Verschlüsselungsverfahren bei Quantencomputern nicht mehr gegeben ist. Die universitäre Forschung widmet sich den Spezialgebieten der Quanteninformationstheorie, quantenoptischen Anwendungen sowie der Quantenvielteilchentheorie, um beispielsweise festzustellen, welche Art der Informationsübertragung durch einzelne Quantensysteme als Informationsträger möglich ist und wo die Grenzen dieser neuen Methoden liegen. Hierfür werden die mathematischen und theoretischen Grundsätze der Quanteninformation erarbeitet und Quantensimulationen zur Untersuchung von Rechenleistung eingesetzt. Diese Untersuchungen erfolgen ebenso vor der Fragestellung, ob die Quantensimulationen richtige Ergebnisse erbringen und quantenmechanische Informationssysteme wirklich leistungsfähiger sind als herkömmliche Rechnersysteme. Durch Quantensimulationen soll eine vertiefte Einsicht in die Physik des „Ultrakleinen“ erlangt werden, die mit numerischen Simulationen derzeitiger Rechner nicht möglich erscheint. Sogenannte analoge Quantensimulationen erlauben, die komplexe Quantendynamik zu rekonstruieren. Des Weiteren werden die technologischen Grundlagen quantenoptischer Systeme untersucht, die als Quantenrepeater für die Quantenkommunikation über große Entfernungen hinweg notwendig sind. Im DFG-Sonderforschungsbereich „Verschränkte Materiezustände“ wird ferner die sogenannte Verschränkung, ein Teilgebiet der Quantenmechanik, analysiert. Komplexe Quantensysteme können Verschränkungen eingehen. Die theoretischen Studien haben zum Ziel, solche Verschränkungen auch in makroskopischen Systemen nutzbar zu machen und dadurch Grundlagen für neue Formen von Informationsverarbeitung zu schaffen.

Die Forschungen auf dem Gebiet der Quantensysteme lassen Innovationen der Informations- und Kommunikationstechnologie erwarten. Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung ist die theoretische Beschreibung von Quantensystemen mit vielen Freiheitsgraden bezüglich ihrer Zustandseigenschaften. Hierfür werden Systeme aus der Festkörperphysik herangezogen.

Eigenschaften elektronischer Systeme, die in der theoretischen mesoskopischen Physik als Teilbereich der Physik der kondensierten Materie, erforscht werden, sind das Zusammenwirken der Quantenmechanik mit Streuung an Rändern. Beispiele für solche Systeme sind Drähte aus Halbleitern oder Metallen, metallische Nanopartikel, Koh-

of many particles, whose behavior is defined by the laws of quantum mechanics. Physical questions, such as quantum transport, nanomagnetism, mesoscopic superconductivity, quantum chaos, highly-correlated electron systems, complex materials, atomic gases, quantum measurement, computing and information are analyzed in the area of quantum systems.

A quantum system – for example a solid body – on the other hand consists of small quantum systems and forms a many-body system. In order to improve understanding of many-body systems, such as a solid body, their behavior is replicated by so-called quantum simulators, for example using lasers with adjustable strength and color. Conclusions can be drawn on the solid body and its behavior.



Moleküle auf einer Oberfläche | Molecules on a surface

Furthermore, research at Freie Universität Berlin into quantum mechanics is making great progress towards innovative, higher-performance computer technology in future. Quantum computers for example operate according to the laws of quantum mechanics. Physical and computer science research at Freie Universität Berlin deals with the development of such a quantum computer. At the same time new encryption methods are being devised using quantum mechanics, which are intended to ensure safe transmission of information, given that the security of conventional encryption methods is no longer provided in quantum computers. The University's research is dedicated

to the special areas of quantum information theory, quantum optics applications and quantum many-body theory, in order to identify, by way of example, what kind of information transmission is possible from individual quantum systems as information carriers and where the boundaries lie for these new methods. Mathematical and theoretical principles of quantum information are worked out for this purpose and quantum simulations are used to analyze processing power. Such analyses are also carried out into the question of whether quantum simulations provide accurate results and quantum mechanics information systems are really more efficient than conventional computer systems. Quantum simulations are intended to provide a deeper insight into the physics of the “ultra-small”, which appears impossible with numerical simulations on present computers. ‘Analog quantum simulations’ allow complex quantum dynamics to be reconstructed. In addition, the technological principles of quantum optics systems, which as quantum repeaters are necessary for quantum communications over large distances, are studied. Moreover, ‘entanglement’, a subarea of quantum mechanics, is analyzed in the DFG collaborative research center “Entangled material conditions”. Complex quantum systems may strike entanglements. Theoretical studies are aimed at making such entanglements usable in macroscopic systems and thereby establishing principles for new forms of information processing.

Research in the area of quantum systems gives rise to expectations of innovation in information and communications technology. Another research priority is the theoretical description of quantum systems with various degrees of freedom regarding their properties. Systems from solid-state physics are utilized for this purpose.

Properties of electronic systems, which are examined in theoretical mesoscopic physics as a subdivision of the physics of condensed materials, represent the interaction of quantum mechanics with diffusion to margins. Examples of such systems are wires from semiconductors or metals, metallic nanoparticles, carbon nanotubes and semiconductor quantum points. Similar physical effects appear in systems, in which microwaves or light are frequently diffused. Research into the physical principles of electron transport by individual molecules and the principles of magnetic interactions between molecules and metallic or superconducting surfaces may also be of importance to future applications in electronic circuits and storage elements.

© Fachbereich Physik, AG Franke, Pascal | © Physics Department, AG Franke, Pascal

lenstoffnanoröhrchen sowie Halbleiter-Quantenpunkte. Ähnliche physikalische Effekte treten in Systemen auf, in denen Mikrowellen oder Licht vielfach gestreut werden. Die Erforschung physikalischer Grundlagen des Elektronentransports durch einzelne Moleküle sowie der Grundlagen der magnetischen Wechselwirkungen zwischen Molekülen und metallischen sowie supraleitenden Oberflächen können ferner für zukünftige Anwendungen in elektronischen Schaltkreisen und Speicherelementen von Bedeutung sein.

Des Weiteren stehen magnetische Wechselwirkung in topologischen Elektronensystemen und die Untersuchung von topologischen Systemen im Nicht-Gleichgewicht, insbesondere die Realzeit-Dynamik, im Zentrum der Forschung zu physikalischen Systemen. Wichtige Fragen bilden hierbei, wie sich topologische Anregungen in Anwesenheit von Unordnung und Zweiteilchen-Wechselwirkung bewegen.

Nanoskopische elektronische Systeme werden für technologische Anwendungen in der Praxis erforscht. Die Eigenschaften dieser Systeme befinden sich an der Grenze zwischen der mikroskopischen Welt der subatomaren Teilchen und der makroskopischen Welt. Studiert werden vor allem die elektronischen Transporteigenschaften dieser Systeme in den Bereichen der Nanostrukturen, der zweidimensionalen Elektronengase in Halbleiterheterostrukturen und Graphen. Es werden bei der Untersuchung nanoskopischer Systeme Techniken entwickelt, mit denen sich Nanoteilchen unterschiedlicher Größe untersuchen lassen.

Die Focus Area „NanoScale – Nanoskalige Funktionsmaterialien“ erforscht Eigenschaften nanoskaliger Systeme, zu denen Nanoröhren und -partikel, Makromoleküle, Proteine und supramolekulare Systeme zählen. Ziel ist es, Eigenschaften und Entstehung dieser nanometergroßen molekularen Systeme zu verstehen, um sie in unterschiedlichen Anwendungen, unter anderem bei neuen Materialien oder molekularen Bauteilen, einsetzen zu können. In diesem Zusammenhang werden hybride Systeme hinsichtlich ihres Zusammenwirkens von individuellen Molekülarten und ihrer Funktionszustände studiert. Die Kombination verschiedener Moleküle zu Nanomaterialien soll Hinweise auf Materialeigenschaften geben, die in der Miniaturisierung von elektronischen Schaltkreisen oder bei der Herstellung von Oberflächen wichtig sind. Veränderungen der Eigenschaften von Nanopartikeln sollen Aufschlüsse zu neuen Anwendungsmöglichkeiten erbringen, zum Beispiel in der Computertechnik und in den Materialwissenschaften.

Neue Erkenntnisse über die verschiedenen physikalischen Systeme, ihre Zusammensetzungen und Funktionalitäten, lassen Fortschritte und Impulse in der Weiterentwicklung innovativer Zukunftstechnologien – etwa der Quanten- oder Nanotechnologie – erwarten.

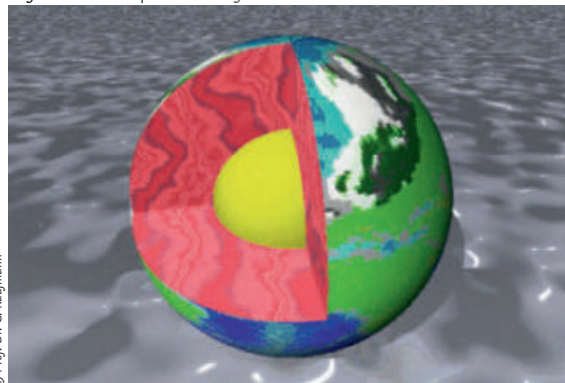
**Elektronische Systeme, Festkörperphysik, Informationstechnologie, Materialforschung, Mesoskopische Systeme, Molekularforschung, Nanophysik, Nanosysteme, Nanotechnologie, Oberflächenphysik, Physik, Proteinforschung, Quantensysteme, Quantentechnologie, Zukunftstechnologien**

### 2.4.3. System Erde – Weltraum

Die Forschung der verschiedenen Fachrichtungen der Geologie, Geographie, Meteorologie und Weltraumwissenschaften widmet sich in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit weiteren Naturwissenschaften, der Mathematik sowie der Politikwissenschaften den physikalischen, chemischen, biologischen und umweltbezogenen Prozessen in und auf der Erde sowie in der Atmosphäre und im Weltraum.

Zu den Zielen der interdisziplinären Forschung zum Themenkomplex „System Erde – Weltraum“ gehört es, Erkenntnisse über die menschlichen Lebens- und Handlungsräume mit Einfluss auf Umwelt, Ressourcen und Klima, über Prozesse von Paläoklima-, Klima- und Umweltveränderung, über Erdgeschichte, Planetensysteme sowie durch Fernerkundungsverfahren über den Weltraum zu bekommen. Es geht dabei um die Erforschung des Zusammenspiels von Geo- und Biosphäre und um die Interaktion von Mensch, Umwelt und Klima.

Aufbau der Erde | Structure of the Earth



© Prof. Dr. G. Kaufmann

Furthermore, magnetic interaction in topological electron systems and the analysis of topological systems not in equilibrium, in particular real-time dynamics, are the focus of research into physical systems. Important questions are raised here about how topological excitations move in the presence of chaos and two-particle interaction.

Nanoscale electronic systems are examined for technological applications in practice. The properties of these systems are on the boundary between the microscopic world of subatomic particles and the macroscopic world. The electronic transport properties of such systems are primarily studied in the areas of nanostructures, two-dimensional electron gases in semiconductor heterostructures and graphs. Techniques are developed in the analysis of nanoscale systems, which allow nanoparticles of differing size to be examined.

The focus area “Nanoscale – nanoscale functional materials” examines properties of nanoscale systems, including nanotubes and particles, macromolecules, proteins and supramolecular systems. The goal is to understand properties and the origin of these nanometer-sized molecular systems in order to allow for their use in different applications, including in new materials or molecular components. In this context hybrid systems are studied for the interaction of individual molecule types and their functional conditions. The combination of various molecules for nanomaterials should provide information on material properties, which are important in miniaturizing electronic circuits or in the production of surfaces. Changes to the properties of nanoparticles should provide information on possible new applications, for example in computer technology and material sciences.

New findings on the different physical systems, their compositions and functions, give rise to expectations of progress and impetus in the development of innovative future technologies – such as quantum or nanotechnology.

**Electronic systems, solid-state physics, information technology, materials research, mesoscopic systems, molecular research, nanophysics, nanosystems, nanotechnology, surface physics, physics, protein research, quantum systems, quantum technology, future technologies**

### 2.4.3. Earth – space system

Research in the various disciplines of geology, geography, meteorology and space sciences, in interdisciplinary cooperation with other natural sciences, mathematics and political sciences, is dedicated to physical, chemical, biological and environmental processes in and on the Earth, in the atmosphere and in space.

The goals of interdisciplinary research on the subject area “Earth – space system” include making findings on human habitats and activity areas with an impact on the environment, resources and climate, on processes of paleoclimate, climate and environmental change, on geological history, planetary systems and, through remote sensing methods, on space. This involves research into the geosphere and biosphere and the interaction of humans, environment and climate.

Interactions in the Earth – space system are hydrological, biogeochemical, geophysical or biological in nature, carried out in different geographical and time zones and define the characteristic of human habitats, which are increasingly impacted by natural hazards and meteorological extreme events. Research priorities include, for example, land use and water management, the stability of geotechnical stocks and the extraction of rare commodities to develop alternatives for land use that conserves raw materials and the natural environment or to counter environmental pollution through the increase in greenhouse gases or ozone values, primarily in conurbations. Conservational use of natural raw materials and the development of alternative resources, such as bioenergies, geothermal energy or geomaterials, methods for reducing overuse of natural raw materials and destruction of habitats are a central research topic in the analysis of interactions between humans and the environment, consequences of such interaction, and risks and resilience in human-environmental systems. Other subject groups, such as political and social sciences and classical studies, which cooperate on this subject area over large geographical and time zones, from the past to the present, are also involved in geoscientific research, in particular in the subject area “man and the environment”.

Within the framework of research on climate, meteorological extreme events – such as flooding, storms or seismicity –, which represent a central topic of research into the Earth – space system, a decade climate forecasting system is being developed for operations of the German Weather Service (DWD) and the importance of the stratosphere to medium-term climate forecasting is studied through numerical studies. One research question involves



Die Wechselwirkungen im System Erde – Weltraum sind hydrologischer, biogeochemischer, geophysikalischer oder biologischer Natur, erfolgen in unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Bereichen und bestimmen die Ausprägung des menschlichen Lebensraums, auf den auch zunehmende Naturgefahren und meteorologische Extremereignisse einwirken. Forschungsschwerpunkte bilden hierzu zum Beispiel Bodennutzung und Wassermanagement, die Stabilität geotechnischer Lager und die Gewinnung seltener Rohstoffe, um Alternativen für die Rohstoff- und naturschonende Landnutzung zu entwickeln oder um der Umweltbelastung durch den Anstieg von Treibhausgasen oder Ozonwerten vor allem in Ballungsräumen entgegenzuwirken. Die schonende Nutzung der Naturrohstoffe und die Entwicklung alternativer Ressourcen wie zum Beispiel von Bioenergien, Geothermie oder Geomaterialien, Reduzierungsformen der Übernutzung von Naturrohstoffen und Zerstörung von Lebensräumen sind ein zentrales Forschungsthema bei der Analyse der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt, Folgen dieser Interaktion sowie Risiken und Resilienz in Mensch-Umwelt-Systemen. Beteiligt sind an der geowissenschaftlichen Forschung, insbesondere im Themenkomplex „Mensch und Umwelt“, weitere Fächergruppen wie die Politik- und Sozialwissenschaften und die Altertumswissenschaften, die über große zeitliche und geographische Räume, von der Vergangenheit bis zur Gegenwart, zu dieser Thematik zusammenarbeiten.

Im Rahmen der Forschung zu Klima, meteorologischen Extremereignissen – wie Hochwasser, Sturm oder Seismizität –, die ein zentrales Thema der Forschung zum System Erde – Weltraum bildet, werden ein dekadisches Klimavorhersagesystem für die operationelle Arbeit des Deutschen Wetterdienstes entwickelt und die Bedeutung der Stratosphäre für die mittelfristige Klimavorhersage mittels numerischer Studien untersucht. Eine der Forschungsfragen besteht in der Klärung, inwiefern sich die dekadische Klimaresponse auf die stratosphärischen Veränderungen auswirkt, wenn Rückkopplungsprozesse zwischen der Atmosphäre einschließlich der Stratosphäre und Ozeanen berücksichtigt werden. Des Weiteren wird hinterfragt, inwieweit Auswirkungen des elfjährigen Sonnenaktivitätszyklus in der Stratosphäre das Bodenklima modifizieren. Ziel ist die Verbesserung der Qualität von mittelfristigen Klimaprognosen. Um den Folgen des Klimawandels entgegenzuwirken, werden im Rahmen der Forschung zum sogenannten „Climate Engineering“ Methoden und Technologien entworfen, durch die das Klimasystem absichtlich beeinflusst werden kann. Analysiert werden hierfür meteorologische Muster, wie der indische Monsun in klimasensitiven Regionen Zentralindiens und des Himalaya, Sturmbahnen der mittleren Breiten und Dürren in der

Sahelzone, die Gefahren für Bevölkerung, Ökonomie, Natur und Umwelt in sich bergen.

Weiterer Schwerpunkt bildet die Erforschung der Planetengeschichte. Im Rahmen des durch die DFG geförderten Transregio-Sonderforschungsbereichs „Späte Akkretion auf terrestrischen Planeten“ wird das späte Wachstum von Erde, Mond und anderen terrestrischen Planeten im inneren Sonnensystem vor 4,5 bis 3,8 Milliarden Jahren untersucht. Ziel ist ein besseres Verständnis der Entwicklungsgeschichte der Erde und ihres Mondes und insbesondere die Frage, wie Einschläge von Asteroiden in der späten Entstehungsphase der Erde die Frühgeschichte und die weitere Entwicklung der Erde beeinflussten. Die Einschlagsbecken auf der Mondoberfläche und ihre Ablagerungsprodukte liefern hierfür wichtige Hinweise auf die späte Akkretionsgeschichte des inneren Sonnensystems. Ein Aspekt bezüglich der Entwicklung unseres Sonnensystems ist mit den Fragen verbunden, wie und wann die Erde und andere terrestrische Körper ihre volatilen Komponenten erhalten haben. Ausgangsthese bei dieser Forschungsfrage ist, dass vor ca. 4,5 Milliarden Jahren ein etwa marsgroßer Körper mit der Erde kollidierte und so der Mond entstand. Das Ziel der Forschung auf diesem Gebiet besteht darin, diese späte Bildungsphase der Erde zu verstehen und dabei die Herkunft und chemische Zusammensetzung der Körper möglichst genau zu bestimmen, die bei der Planetenbildung mit der Erde und den erdähnlichen Planeten kollidierten.

Weitere Forschung zur Entwicklung der Planeten erfolgt durch Beteiligung der Geowissenschaften an Weltraummissionen der NASA und der ESA, wie zum Beispiel der Mission auf der Raumsonde Mars Express, die seit mehr als zehn Jahren wichtige Beiträge zur Oberflächengeologie, dem Untergrund, der Atmosphäre, zur Geschichte des Wassers und zur Frage nach Leben auf dem Mars liefert. Die Dawn-Mission erforscht die Kleinkörper Vesta und Ceres im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter.

Diese NASA-Mission will Aufschlüsse über die Entstehung und Entwicklung dieser Körper als Zeugen der Frühgeschichte des Sonnensystems geben. Ziel der Dawn-Mission ist es, mithilfe fernerkundlicher Datenaufnahme und Auswertung die grundlegenden Prozesse zu charakterisieren, die bei der Bildung der Protoplaneten im frühen Sonnensystem stattgefunden haben.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit zum „System Erde – Weltraum“ deckt ein weites Gebiet ab, das vom Entstehungsprozess von Atmosphären, Planeten inklusive der Erde, der planetaren Entwicklung, dem Leben auf Planeten,

clarifying the extent to which the decade climate response impacts on stratospheric changes if feedback processes between the atmosphere, including the stratosphere, and oceans are considered. Furthermore, the extent to which impacts from the eleven-year solar activity cycle in the stratosphere modify the soil climate is scrutinized. The goal is to improve the quality of medium-term climate forecasts. In order to counter the consequences of climate change, methods and technologies are designed within the framework of research into “climate engineering”, using which the climate system can be deliberately influenced. Meteorological patterns are analyzed here, such as the Indian monsoon in climate-sensitive regions of Central India and the Himalayas, storm tracks in the mid-latitudes and droughts in the Sahel zone, which conceal dangers to population, economy, nature and the environment.

Another priority is research into the history of the planets. Within the framework of the DFG-funded transregional collaborative research center “Late accretion onto terrestrial planets” the late growth of the Earth, Moon and other

terrestrial planets in the inner solar system 4.5 to 3.8 billion years ago is studied. The goal is to improve understanding of the history of development of the Earth and Moon, and in particular the question of how impacts from asteroids in the late development phase of the Earth influenced its early history and further development. Impact craters on the Moon’s surface and their sediment products provide important clues on the late accretion history of the inner solar system. One aspect of the development of our solar system relates to the questions of how and when the Earth and other terrestrial bodies acquired their volatile components. The initial hypothesis for this research question is that around 4.5 billion years ago a body approximately the size of Mars collided with the Earth and created the Moon. The goal of research in this area is to understand this late development phase of the Earth and thereby ascertain, as precisely as possible, the origin and chemical composition of bodies which collided with the Earth and planets similar to the Earth when the planets were formed.

#### Felsformation | Rock formation



über die Paläoklima-, Klima- und Umweltforschung sowie Klimamodellierung, den Folgen natürlicher und anthropogener Einflüsse auf Umwelt, Natur, Landnutzung und Klima in unterschiedlichen Regionen der Erde, Extremereignisse wie Erdbeben oder Naturkatastrophen bis hin zur Gewinnung alternativer Geoenergien zur Schonung natürlich Rohstoffvorkommen reicht. Die hier genannten Beispiele geben nur einen kleinen Ausschnitt dieser fachübergreifenden Forschungsvielfalt wieder.

**Akkretionsgeschichte, Erde, Fernerkundung, Geowissenschaften, Klimaforschung, Meteorologie, Planetenforschung, Ressourcen, Umweltforschung, Weltraumforschung**

#### 2.4.4. Informationssysteme und neue IT-Technologien

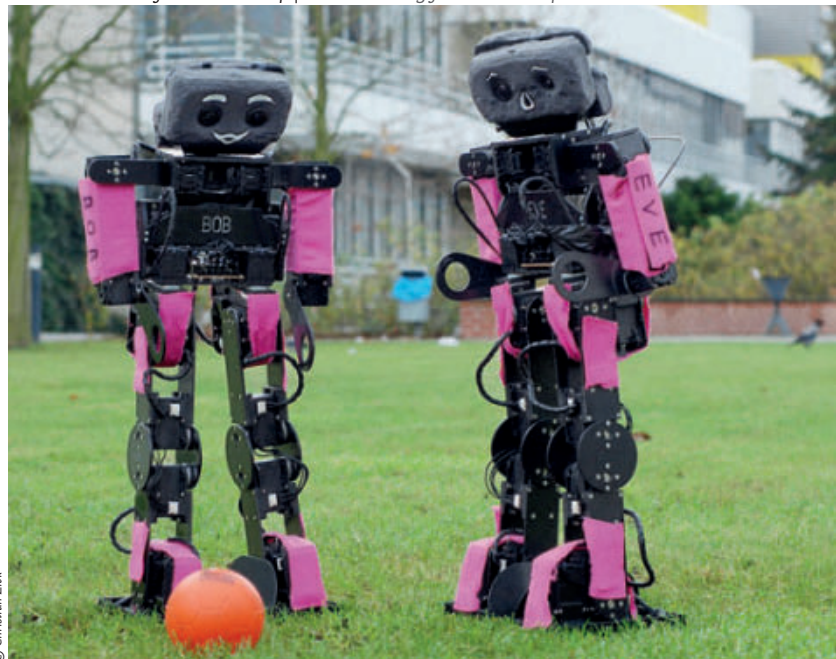
Die Forschung zur Weiterentwicklung von Informationssystemen und IT-Technologien ist ausgerichtet auf den verstärkten Wandel der Welt zu einer zukünftig global umfassenden „digitalisierten Welt“ und zu einer Synchronisierung von realer Lebenssphäre und digitaler Umgebung. Daher zählt zu den Forschungszielen auf diesem Gebiet, Informationszugriff, IT-Sicherheit und Benutzeranforderungen, Speicherressourcen und Datenmanagement, möglichst unbegrenzte Rechenleistung, Vernetzung und Netzwerkbandbreiten, IT-Gestaltungsmöglichkeiten sowie maschinelles und autonomes Lernen kontinuierlich weiter auszubauen. Zugleich müssen die Privatsphäre der Anwenderinnen und Anwender geschützt und die IT-Ressourcen möglichst kosten- und energieeffizient gehalten werden. Diese Kriterien bedeuten umfangreiche Anforderungen an neue IT-Architekturen, Softwareentwicklungen und IT-Systemimplementierungen.

Die Forschung der Informatik, unter anderem in der Künstlichen Intelligenz, widmet sich hierzu der Entwicklung neuartiger Konzepte und Technologien, um die technologischen Grundlagen für eine Transformation in die zukünftige, vermehrt digital ausgerichtete Welt zu schaffen. Hierzu gehören auch – unter anderem im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Autonomes Lernen“ und der von der DFG geförderten Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe zum Thema „Maschinelles Lernen und interne Repräsentationen in der Verhaltensplanung, Motorkontrolle und Robotik“ – Forschungen der Künstlichen Intelligenz zu den Grundlagen des Lernens, um neuartige Konzepte und Methoden zu etablieren, durch die es gelingt,

das bisherige maschinelle Lernen zum autonomen Lernen in IT-Systemen auszubauen; denn derzeitige Ansätze zum autonomen Lernen sind bislang unzureichend. Es geht darum, ein besseres Verständnis der Grundlagen intelligenten Verhaltens zu erhalten und die Anwendung der neuen Methoden in der Motorkontrolle und Robotik einzubinden. Ziel ist ferner die Erforschung von Exploration, Lernen und Inferenz auf der Grundlage sogenannter relationaler Repräsentationen. Dabei bildet das wissenschaftliche Verständnis von Intelligenz, um die Erkenntnisse in die technologische Anwendung zu überführen, zum Beispiel für Computerprogramme oder Robotik, eine der großen Herausforderungen der Forschung, denen interdisziplinär begegnet wird. Hier erfolgen somit gemeinsame Forschungen zwischen der Informatik und den Neuro-, Verhaltens- und Kognitionswissenschaften, den Erziehungswissenschaften und der Neurobiologie.

Darüber hinaus stellen sich neue Herausforderungen hinsichtlich des wachsenden Datenvolumens, das eines umfassenden und ganzheitlichen Datenmanagements bedarf. Dies betrifft nicht allein die ansteigenden Datenmengen der sogenannten digitalen Welt der Gegenwart und Zukunft, sondern die im Rahmen von Wissenschaft und Forschung entstehenden Daten gleichermaßen, die nutzbar vorgehalten werden müssen. In der Meteorologie zum Beispiel werden Workflowkomponenten für die Langzeitarchivierung von Forschungsdaten im Bereich Erd- und

Roboter trainieren für den RoboCup | Robots training for the RoboCup



© Christian Zick



Further research into the development of the planets is conducted with the involvement of geosciences in space missions of NASA and the ESA, such as the mission on the Mars Express space probe, which has made important contributions to the surface geology, subsoil, atmosphere, history of water and the question of life on Mars for over ten years. The Dawn mission is examining the small bodies Vesta and Ceres in the asteroid belt between Mars and Jupiter.

This NASA mission is intended to provide information on the origin and development of these bodies, as witnesses to the early history of the solar system. The goal of the Dawn mission is to use remote sensing data recording and evaluation to characterize the fundamental processes which occurred in the formation of protoplanets in the early solar system.

Interdisciplinary cooperation on the “Earth – space system” covers a wide area, ranging from the formation process of atmospheres and planets, including the Earth, planetary development, life on planets, through paleoclimate, climate and environmental research and climate modeling, the consequences of natural and anthropogenic impacts on the environment, nature, land use and climate in different regions of the Earth, extreme events such as earthquakes or natural disasters, through to the extraction of alternative geo-energies to conserve natural raw material deposits. The examples mentioned here only convey a small cross-section of this interdisciplinary research diversity.

**Accretion history, Earth, remote sensing, geosciences, climate research, meteorology, planetary research, resources, environmental research, space research**

#### 2.4.4. *Information systems and new IT technologies*

Research into the development of information systems and IT technologies is aligned to increasing global change with regard to a future, globally comprehensive “digitalized world” and synchronization of the real life sphere and the digital environment. Research objectives in this area include access to information, IT security and user requirements, storage resources and data management, where possible unlimited processing power, networking and network bandwidths, IT configuration options and to continually expand mechanical and autonomous learning. At the same time users’ private sphere must be protected and IT resources held as cost and energy efficiently as

possible. Such criteria signify extensive requirements of new IT architectures, software developments and IT system implementations.

Computer science research, including into artificial intelligence, is dedicated to the development of new concepts and technologies, in order to establish technological principles for transformation into the future, more digitally-aligned world. This includes artificial intelligence research – within the framework of DFG priority program “Autonomous learning” and the Emmy Noether Junior Research Group funded by the DFG on the topic of “Mechanical learning and internal representations in behavioral planning, motor control and robotics” – into the principles of learning, in order to establish new concepts and methods through which it manages to upgrade previously mechanical learning into autonomous learning in IT systems; current approaches to autonomous learning have so far been insufficient. This relates to gaining an improved understanding of the principles of intelligent behavior and including the application of new methods in motor control and robotics. Moreover, the goal is to research exploration, learning and inference on the basis of so-called relational representations. The academic understanding of intelligence to transfer findings into technological application, for example for computer programs or robotics, constitutes a major research challenge faced up to in an interdisciplinary approach. Collaborative research is conducted between computer science and neuro-, behavioral and cognitive sciences, educational sciences and neurobiology.

Furthermore, new challenges are presented in respect of growing data volume, requiring comprehensive and integrated data management. This not only concerns increasing data quantities from the ‘digital world of the present and future’, but also data generated within the scope of science and research, which must be held available. In meteorology, for example, workflow components are developed for long-term archiving of research data in the area of earth and environmental sciences. Interdisciplinary research in the area of computer science, scientific computing and mathematical works through modeling, structuring, simulation and optimization of complex processes look for solutions for recording and secure, consistent processing of large data quantities. One example of application of the development of IT-based solutions for handling extremely large data volumes is data management in the area of biomedicine, for example with significant masses of data generated within the framework of genomic sequencing. Such mass data can only be evaluated through automated, bioinformatics and statistical



Umweltwissenschaften entwickelt. Interdisziplinäre Forschung im Bereich der Informatik, des Scientific Computing sowie mathematische Arbeiten durch Modellierung, Strukturierung, Simulation und Optimierung komplexer Prozesse suchen Lösungen zur Erfassung und sicheren konsistenten Verarbeitung der großen Datenmengen. Ein Anwendungsbeispiel für die Entwicklung IT-basierter Lösungen für den Umgang mit extrem großen Datenvolumina ist das Datenmanagement im Bereich der Biomedizin, zum Beispiel mit im Rahmen der genomischen Sequenzierung entstehenden, erheblichen Datenmassen. Diese Massendaten sind nur durch automatisierte, bioinformatische und statistische Analysen auswertbar, bei denen zugleich eine Verfahrenssicherheit gewahrt werden muss. Hierfür wird eine Entwicklungs-, Ausführungs-, und Distributionsplattform für Analysetools von NGS-Daten (Next Generation Sequencing-Technologien) entwickelt und implementiert.

Einen weiteren Schwerpunkt der Forschung auf dem Gebiet der modernen IT-Technologien bildet die Fortentwicklung der Robotik und elektronischen Sensorik, die zur Steigerung von Effizienz und Erleichterung im Alltag, in der Industrie und im Arbeitsumfeld führen sollen. Anwendung finden diese Bereiche zum Beispiel in der autonomen Fahrzeugtechnologie und in der Robotik als lebenserleichternde Hilfsmittel für Menschen mit körperlichen Einschränkungen. So wird bei Modellautos die Fahrautonomie getestet, die die Simulation von GPS durch Matching von Straßenmarkierungen mit einer Karte beinhaltet. Durch Simulationen werden dabei unterschiedliche Situationen im Straßenverkehr nachgestellt. Sensoren und entsprechende Bildverarbeitung zur Umfelderkennung unterstützen die autonome Steuerung von Fahrzeugen und ebenso von Robotern. Erforscht wird des Weiteren ein Framework für die automatische Selbstkalibrierung und Koordination von mehreren, an mobilen Robotern montierten Sensoren. Die autonome Kalibrierung soll dabei zu einem grundlegenden Merkmal aller Serviceroboter oder Roboterfahrzeuge werden. Dadurch soll eine erhebliche Verbesserung gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik in der Robotik erreicht werden. Weiteren Einsatz finden Roboter in der Erforschung biologischer Systeme, insbesondere der Neurowissenschaften. So wird ein Roboter entwickelt, der im Bienenstock den Bientanz imitieren kann. Ziel ist es, die Signale, die von einer tanzenden Biene ausgehen, zu verstehen und zu verankern und damit einen Beitrag für die neurobiologische Forschung zu erbringen.

Forschungen der Informatik, auch in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit weiteren Fachgebieten wie der Medizin, den Politik-, Sozial- und Biowissenschaften sowie der Mathematik, leisten einen wichtigen anwendungsorientierten

Beitrag zur Fortentwicklung der netzbasierten Informations- und Kommunikationstechnologien, wie auch auf den Gebieten der empirischen Softwaretechnik, Systemtechnik, technischen Informatik, Künstlichen Intelligenz und IT-Sicherheitssysteme.

**Autonomes Lernen, Datenmanagement, Digitalisierte Welten, Informationstechnologien, Kommunikationstechnologien, Künstliche Intelligenz, Neurowissenschaften, Robotik, Software Engineering, Zukunftstechnologien**

#### 2.4.5. Gesellschafts-, Wirtschafts- und Rechtssysteme

In diesem Forschungsschwerpunkt werden Praktiken und Formen von Gesellschafts-, Wirtschafts- und Rechtssystemen untersucht.

So hängen Stabilität von Gesellschafts- und Wirtschaftssystemen unter anderem von Handlungen und Entscheidungen in Politik- und Finanzbereichen ab. Soziologische Fragestellungen widmen sich dieser Thematik durch vergleichende Analysen der Interaktionen zwischen Risikopraktiken im Finanzsektor und in der Politik und ihre Folgen für Gesellschaft und Ökonomie. Diese Forschung wird am Beispiel der Euro- und weltweiten Finanzkrise durchgeführt. Ausgangsthese ist, dass eine Verflechtung dieser Interaktionen mit zugleich zunehmendem Risikopotenzial im Finanzsektor stattfindet und dass das Risikopotenzial der Finanzökonomie wiederum Konsequenzen für politisches Handeln und Gesellschaftssysteme haben kann.

Für das gesellschaftliche Wohlergehen und die Wohlfahrt eines Staates ist ein wechselseitiges Funktionieren zwischen Gesellschaft, Politik und Wirtschaft Voraussetzung. Vor dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung sind zudem ein ausgewogenes Ökosystem und die Fortentwicklung nachhaltiger Ressourcennutzung wichtig, die ein ökologisch verträgliches Wirtschaften, zum Beispiel durch die Green Economy, beinhaltet. Forschung zum Thema „Nachhaltiges Wirtschaften“ behandelt den Stellenwert von Unternehmen und Konsumenten als Gestalter des sozial-ökologischen Wandels. Hinsichtlich des Nachhaltigkeitsaspektes analysiert die politikwissenschaftliche Forschung ferner die Institutionalisierung einer kollektiven Arbeitspolitik am Beispiel der Windenergiebranche. Ziel ist es, anhand von Fallstudien bedeutender Unternehmen in dieser Branche die Entwicklung der betrieblichen Interessenvertretung



Fahrzeug autoNOMOS | autoNOMOS vehicle

© Institut für Informatik | © Institute of Computer Science

analyses, in respect of which process safety must be maintained. A development, performance and distribution platform is developed and implemented for analytical tools of NGS (Next Generation Sequencing Technologies) data.

Another research priority in the area of modern IT technologies involves the development of robotics and electronic sensors, which should result in an increase in efficiency and alleviation in everyday life, industry and the work environment. These areas are employed for example in autonomous vehicle technology and robotics as a life-improving aid for people with physical disabilities. Driving autonomy is tested in model cars, including a simulation of GPS through matching road markings with a map. Different road traffic situations are simulated here. Sensors and corresponding image processing to identify the environments support the autonomous control of both vehicles and robots. Furthermore, a framework is examined for the automatic self-calibration and coordination of several sensors fitted to mobile robots. Autonomous calibration should become a fundamental characteristic of all service robots or robot vehicles. This is intended to achieve a significant improvement on the latest state of technology in robotics. Robots are also employed in the examination of biological systems, in particular neurosciences. A robot is therefore developed, which can imitate the bee dance in the hive. The goal is to understand and embed the signals emanating from a dancing bee and thereby contribute to neurobiological research.

Computer science research, including in interdisciplinary cooperation with other specialist areas, such as medicine, political, social and biosciences and mathematics, make an important application-based contribution to the development of network-based information and communications technologies, and in the areas of empirical software technology, systems technology, technical computer science, artificial intelligence and IT security systems.

**Autonomous learning, data management, digitalized worlds, information technologies, communications technologies, artificial intelligence, neurosciences, robotics, software engineering, future technologies**

#### 2.4.5. Social, economic and legal systems

Practices and forms of social, economic and legal systems are studied in this research priority.

The stability of social and economic systems also depends on actions and decisions in political and financial areas. This subject area is dedicated to sociological questions through comparative analyses of interactions between risk practices in the financial sector and politics and their consequences for society and economy. Such research is conducted on the example of the European and global financial crisis. The starting assumption is that these

und Mitbestimmung in jenem nachhaltigen Energiesektor zu untersuchen, aus denen wiederum ökonomische und sozialpolitische Steuerungsmechanismen ableitbar werden.

Umweltpolitische Maßnahmen gelten oft als sozial unverträglich. Es geht in der Forschung daher darum, wirtschaftliches Wachstum, Wohlstand einer Gesellschaft, nachhaltige Entwicklung und Lebensqualität in Einklang zu bringen. Die Bedeutung umweltpolitischer Maßnahmen in diesen Bereichen zeigt sich darin, dass umweltpolitische Instrumente nicht nur direkte Einkommenseffekte haben können,

*Spielerisch imitieren Kinder den Tausch von Sago, der in Daiden soziale Nähe, freundschaftliche Gefühle und Empathie ausdrückt. | Children playfully imitating exchange of sago, expressing social closeness, friendly feelings and empathy in Daiden (Papua New Guinea).*



© Anika von Poser

sondern auch auf anderen Ebenen verteilungsrelevant sind, etwa durch die entstehenden positiven Umwelt- und Gesundheitswirkungen. Ökonomische Instrumente können wiederum zur Steigerung der Ressourceneffizienz aber auch in der Umweltpolitik eingesetzt werden. Dabei wird eine effiziente und umweltgerechte Nutzung von Ressourcen vorwiegend über ordnungs- und planungsrechtliche ökonomische Mechanismen geregelt, zu denen beispielsweise Steuern auf nationaler und internationaler Ebene gehören. Umweltpolitische Konzepte lassen sich quantitativ und qualitativ bewerten und verbessern. So untersucht die umweltökonomische Forschung der Freien Universität Berlin zur Bewertung umweltorientierter Strategien die Auswirkungen und Kostenwirksamkeit politischer Maßnahmen auf diesem Gebiet.

Gegenstand weiterer Komponenten der Forschung zu Gesellschaftssystemen bildet die Untersuchung von Rechtssystemen. Ein funktionierendes Rechtssystem gehört zur Basis eines demokratischen Staates. Die Einhaltung von Menschenrechts- und Völkerrechtsnormen auf nationaler und internationaler Ebene zählen dabei mit zu den Voraussetzungen eines funktionierenden Rechtssystems. Sozial-, politik- und rechtswissenschaftliche Forschung der Freien Universität Berlin beschäftigt sich in einer Vielzahl an Einzel- und Verbundprojekten mit dieser Thematik, deren Bestandteile aktuelle Fragestellungen zur Diskriminierung, Gleichbehandlung, Integration und zu Konflikten in nationalen und internationalen Kontexten sind. Im internationalen Graduiertenkolleg der DFG „Menschenrechte unter Druck – Ethik, Recht und Politik“, das zur Hälfte – für den Forschungsanteil an der Hebrew University Jerusalem – durch die Einstein Stiftung gefördert wird, werden die Herausforderungen, die im Rahmen der Umsetzung von Menschenrechten entstehen, analysiert und Menschenrechte werden im Kontext von Krisenzeiten, von Diversität, Gleichstellung und Globalisierung inklusive deren Folgen untersucht. International vergleichende Analysen rechtlicher, ökonomischer, sozialer und kultureller Differenzierungen bilden für moderne Gesellschaften in der Organisation ihrer Bereiche Arbeit, Bildung und soziale Sicherung eine wichtige Rolle.

Die DFG-Kolleg-Forschergruppe „Justitia Amplificata. Erweiterte Gerechtigkeit – konkret und global“ erforscht grundlegende Fragen zur Gerechtigkeit und zur normativen Gerechtigkeitstheorie sowie deren interdisziplinäre Anwendungsmöglichkeiten. Es gilt, die unterschiedlichen theoretischen und methodologischen Perspektiven in der politischen Theorie zum Thema der Gerechtigkeit – insbesondere jenseits des Staates – herauszuarbeiten. Thematisiert werden Probleme der globalen, internationalen und



interactions are being linked with simultaneously increasing risk potential in the financial sector and that the risk potential of the financial economy may in turn have consequences for political actions and social systems.

Mutual functioning between society, politics and economy is a precondition for the social well-being and welfare of a state. In addition to the aspect of sustainable development, a balanced ecosystem and the development of sustainable use of resources are important, including ecofriendly business management, for example through the green economy. Research into the topic “Sustainable business management” deals with the significance of companies and consumers as engineers of socioecological change. Moreover, in terms of sustainability, political science research analyzes the institutionalization of a collective labor policy on the example of the wind energy sector. The goal is to study the development of representation of business interests and codetermination in the sustainable energy sector based on case studies, which in turn reveal economic and social policy control mechanisms.

Environmental policy measures are often deemed socially incompatible. Research therefore involves harmonizing economic growth, the prosperity of a society, sustainable development and quality of life. The importance of environmental policy measures in these areas can be seen in the fact that environmental policy instruments cannot only have direct income effects, but are also relevant to distribution on other levels, for example through the positive environmental and health effects. However, economic instruments may be used to increase the efficiency of resources, but also in environmental policy. Efficient and environmentally-friendly use of resources is predominantly regulated through regulatory and planning law economic mechanisms, including for example national and international taxes. Environmental policy concepts can be evaluated and improved in quantitative and qualitative terms. Environmental economic research at Freie Universität Berlin analyses the impacts and cost effectiveness of political measures in this area to evaluate environmental-based strategies.

The study of legal systems forms the subject of further components of research into social systems. A functioning legal system forms the basis of a democratic state. The observance of human rights and international law standards on a national and international level are among the preconditions for a functioning legal system. Social, political and legal science research at Freie Universität Berlin deals with this subject matter, the components of which are current issues regarding discrimination, equal treatment,

integration and conflicts in national and international contexts, in a large number of individual and collaborative projects. In the international DFG research training group “Human rights under pressure – ethics, law and politics”, which is half funded – for the research proportion at Hebrew University Jerusalem – by the Einstein Foundation, the challenges arising within the framework of implementation of human rights are analyzed and human rights examined in the context of times of crisis, diversity, equality and globalization, including the consequences thereof. International comparative analyses of legal, economic, social and cultural differentiations play an important role for modern societies in the organization of their work, education and social security sectors.

The DFG collaborative research unit “Justitia Amplificata. Amplified justice – concrete and global” examines fundamental issues of justice and normative justice theory and their possible interdisciplinary application. Different theoretical and methodological perspectives must be prepared in political theory on the subject of justice – in particular that of the state. Problems of global, international and transnational justice are addressed and the question of whether and to what extent justice theory has to allow for the results of empirical social research on a fundamental level.

In particular against the background of crisis-afflicted intergovernmental disputes, new forms of government in areas of limited statehood, changes in constitutional values or far-reaching globalization trends in different areas of social life and exchange play a significant role in legal, social and political science research into human rights and international law, the handling and transformation thereof.

With regard to international law for example the DFG collaborative research group conducts research into the topic “The International Rule of Law – Rise or Decline? The role of international law in global transformation”. This focuses on questions of the role of international law under current conditions of global change, whether value-oriented legalization of international relations can still be perceived under such conditions or whether it triggers deregulation processes; there are developments in progress, which call into question the concept of value-related legalization on a global level. Fundamental changes and trends in international law are assessed under changing political and historical conditions as well as the causes of such changes. The claims of certain countries, such as China or Russia, are examined, according to which international law discourse is no longer left solely to the western world. Movements against certain human rights and international law



transnationalen Gerechtigkeit und die Frage, ob und inwieweit die Gerechtigkeitstheorie bereits auf grundlegender Ebene die Ergebnisse empirischer Sozialforschung berücksichtigen muss.

Insbesondere vor dem Hintergrund krisenbehafteter zwischenstaatlicher Auseinandersetzungen, neuer Regierungsformen in Räumen begrenzter Staatlichkeit, Veränderungen rechtsstaatlicher Werte oder weitreichender Globalisierungstendenzen in den unterschiedlichen Bereichen gesellschaftlichen Lebens und Austausches nehmen rechts-, sozial- und politikwissenschaftliche Forschungen zu Menschen- und Völkerrecht, ihrer Handhabung und ihres Wandels einen wichtigen Stellenwert ein.

Zum Völkerrecht forscht zum Beispiel die DFG-Kolleg-Forschergruppe mit dem Thema „The International Rule of Law – Rise or Decline? Zur Rolle des Völkerrechts im globalen Wandel“. Im Zentrum stehen die Fragen, welche Rolle das Völkerrecht unter den gegenwärtigen Bedingungen des globalen Wandels besitzt, ob sich unter diesen Bedingungen weiterhin eine wertorientierte Verrechtlichung der internationalen Beziehungen wahrnehmen lässt oder ob diese sogar Entrechtlichungsprozesse auslöst; denn es gibt Entwicklungen, die die Vorstellung einer wertgebundenen Verrechtlichung auf globaler Ebene infrage stellen. Betrachtet werden grundlegende Veränderungen und Entwicklungstendenzen des Völkerrechts unter wechselnden politischen und historischen Bedingungen sowie die Ursachen dieses Wandels. So wird der Anspruch bestimmter Länder wie China oder Russland untersucht, der darin besteht, den völkerrechtlichen Diskurs nicht allein mehr der sogenannten westlichen Welt zu überlassen. Ebenso werden Bewegungen gegen bestimmte menschen- und völkerrechtliche Freiheitsbestrebungen erforscht. Herausforderung für das Völkerrecht ist es, eine wertorientierte Verrechtlichung der internationalen Beziehungen zu schaffen mit dem Ziel eines weltweiten Rechtsfriedens und der Umsetzung globaler Gerechtigkeitsvorstellungen. Da allerdings derzeit in vielen Regionen der Erde gegenläufige Tendenzen beobachtet werden, besteht eines der Ziele der Kolleg-Forschergruppe darin, erkennbare Veränderungsprozesse des Völkerrechts in interdisziplinärer Zusammenarbeit zu betrachten, beispielsweise aus der Perspektive der Politikwissenschaft zum Themengebiet der Theorie und der Praxis der internationalen Beziehungen. Bewertet wird dabei unter anderem die relative Bedeutung einzelner Tendenzen im Hinblick auf die Zukunft des Völkerrechts als zentrale normative Ordnung der internationalen Beziehungen. Dabei geht es nicht allein um zwischenstaatliche

Krisen, sondern ebenfalls um Bereiche des Klimaschutzes oder des globalen Handels, bei denen die Umsetzung des Völkerrechts an Grenzen stoßen kann.

Die in Auswahl dargestellte Forschung der Freien Universität Berlin zu Rechts-, Wirtschafts- und Gesellschaftssystemen zeigt die Interaktionen und Abhängigkeiten zwischen diesen Systemen, ihre Folgen auch vor dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung, der nationalen und internationalen Stabilität.

**Finanzpolitik, Gesellschaftssysteme, Globalisierung, Menschenrecht, Politik, Rechtssysteme, Sozialökonomie, Umweltökonomie, Völkerrecht, Wirtschaftskrise, Wirtschaftssysteme**



© Yvnesa Orth

Koreanische Steintöpfe | Korean stone pots

The selected research, as presented at Freie Universität Berlin, into legal, economic and social systems shows the interactions and dependencies between these systems and their consequences in terms of sustainable development, national and international stability.

**Financial policy, social systems, globalization, human right, politics, legal systems, social economy, environmental economy, international law, economic crisis, economic systems**

freedom efforts are also researched here. The challenge for international law is to create a value-oriented legalization of international relations with the goal of global legal certainty and implementation of concepts of global justice. However, given that contrary trends can currently be observed in many regions of the world, one of the goals of the collaborative research unit is to consider identifiable change processes in international law in interdisciplinary cooperation, for example from the perspective of political science on the subject area of theory and practice of international relations. The relative significance of individual trends is also evaluated with a view to the future of international law as a central normative order of international relations. This not only relates to intergovernmental crises, but also to areas of climate protection or global trade, where the implementation of international law may hit boundaries.

## 2.5. Zukunftsweisende Materialforschung

Die Erforschung von zukunftsweisenden Materialien erfolgt in den Natur- und Lebenswissenschaften gleichermaßen. Hierbei geht es um die Entwicklung neuer Werkstoffe und Materialien für die Industrie, um neuartige Biomaterialien und sogenannte Smart Materials, um die Erforschung von Oberflächen und die Weiterentwicklung von Nanomaterialien zum Beispiel für innovative Kommunikationstechnologien oder für die medizinische Anwendung. Ein zentrales Thema bildet dabei die Materialforschung für die Energiewende. Beispielsweise wird zu photonischen Materialien geforscht, um verstärkt alternative und ressourcenschonende Energien nutzen zu können, oder es wird die Verwendung von Nanofasern als energieeffizienter Baustoff bei der Wärmedämmung von Gebäuden untersucht.

### 2.5.1. Biomaterialien

Biomaterialien, das heißt synthetische beziehungsweise nichtlebende Werkstoffe, werden vor allem in der Medizin bei therapeutischen oder diagnostischen Maßnahmen verwendet, beispielsweise für Implantate und Prothesen in Körpern. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Biomaterialgruppen, wie Metalle, metallische Gläser, Keramikwerkstoffe oder Kunststoffe, setzen eine Biokompatibilität, eine biologische Verträglichkeit im Körper zu Geweben und Organen, voraus. Der Entwicklung neuer Biomaterialien widmen sich beispielsweise in interdisziplinärer Zusammenarbeit und unter Beteiligung der Freien Universität Berlin die „Helmholtz-Graduiertenschule für Makromolekulare Biowissenschaften zur Erforschung von Biomaterialien“ und das Helmholtz Virtuelle Institut „Multifunktionale Biomaterialien für die Medizin“. Erforscht werden die bisher nicht ausreichend kontrollierbaren Wechselwirkungen zwischen Proteinen und polymeren multifunktionalen Biomaterialien, die für medizinische Therapien eingesetzt werden. So kann die Proteinadsorption die Biofunktionalität der Biomaterialien verändern. Die Wechselwirkungen zwischen diesen Biomaterialien und den körpereigenen Proteinen wirken auf die Eigenschaften und auf das Verhalten dieser Materialien ein. Körpereigene Proteine können eine Schicht auf der Oberfläche von Biomaterialien bilden, weitere biologische Reaktionen oder das Aneinanderhaften von Zellen beeinflussen.

Über Biomaterialien im medizinischen Kontext hinausgehend werden auch organische Materialien aus nachwachsenden, land- oder forstwirtschaftlichen Rohstoffen als Biomaterialien sowie biogene Abfallprodukte verwendet. Neben der Produktion nachwachsender Biorohstoffe für

Nahrungs- und Futtermittel dienen die biogenen Rohstoffe der energetischen und möglichst ressourcenschonenden Nutzung, wie etwa Biomasseheiz- oder Biogasanlagen. Es geht dabei vor allem um eine nachhaltige Landnutzung, insbesondere an ertragsschwachen Standorten, mit einem entsprechenden Energiemanagement durch die Anwen-

© Fachbereich Physik | © Department of Physics, AG Schlesinger



Biologische Probenherstellung | Production of biological samples

derung der Terra Preta-Technologie – einer Technologie, die durch anthropogen erzeugte Schwarzerde mit außerordentlicher Produktivität und Funktionalität sowie einer erheblich längeren, nachhaltigen Wirkung auf Böden gegenüber anderen Bodenverbesserungsmitteln eingesetzt wird. Zugleich entsteht eine erhöhte Ressourceneffizienz vor Ort über die Nutzung anfallender Biomasse- und Abfallströme für die Produktion von Terra Preta. Geowissenschaftlerinnen und -wissenschaftler der Freien Universität Berlin erforschen Wirkung und Einsatz der Terra Preta-Technologie vor allem vor dem Hintergrund von Ressourceneffizienz, Klimaschutz, Minderung von Kohlendioxid und landwirtschaftlicher Flächeninwertsetzung, die zudem impulsgebend für eine biobasierte Wirtschaft ist. Der Anstieg der Treibhausgaskonzentration und die daraus abgeleiteten Klimaschutzbestrebungen machen einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Kohlenstoffträger und damit neuartiger Materialien unvermeidlich. Die Biomassenproduktion und besonders die Verwendung von holzartiger Biomasse bilden einen wichtigen Bestandteil der Forschung der Freien Universität Berlin zu organischen Biomaterialien und damit auch zum Klimaschutz.

**Biomasse, Biomaterialien, Biomedizin,  
Biorohstoffe, Materialforschung, Medizintechnik,  
Organische Materialien, Terra Preta-Technologie,  
Umwelttechnologien**



## 2.5. Forward-looking materials research

*Research on forward-looking materials is conducted in natural and life sciences in equal measure. This relates to the development of new substances and materials for industry, new biomaterials and so-called smart materials, the research of surfaces and development of nanomaterials, for example for innovative communications technologies or medical application. One central issue is materials research for energy transition. For example, research is conducted into photonic materials, in order to allow for increasing use of alternative and resource-saving energies, or the use of nanofibers as energy-efficient building materials is studied in the heat insulation of buildings.*

### 2.5.1. Biomaterials

Biomaterials, i.e. synthetic or non-living substances, are primarily used in medicine for therapeutic or diagnostic measures, for example for implants and prostheses in bodies. The physical and chemical properties of various biomaterial

groups, such as metals, metallic glasses, ceramic materials or plastics, assume biocompatibility, biological compatibility in the body for tissues and organs. For example, in interdisciplinary cooperation and with the participation of Freie Universität Berlin, the “Helmholtz Graduate School for Macromolecular Biosciences for the Research of Biomaterials” and the Helmholtz Virtual Institute “Multifunctional Biomaterials for Medicine” are dedicated to the development of new biomaterials. The not yet adequately controllable interactions between proteins and polymer multifunctional biomaterials, which are used for medical therapies, are examined. Protein adsorption may alter the bio-functioning of biomaterials. The interactions between these biomaterials and the body’s own proteins have an effect on the properties and behavior of such materials. The body’s own proteins may create a film on the surface of biomaterials, and influence further biological reactions or the adhesion of cells.

Beyond biomaterials in a medical context, organic materials are also used from renewable, agricultural or forestry raw materials as biomaterials and biogenic waste products. In

Biochemie | Biochemistry

© David Ausserhofer





### 2.5.2. Komplexe Materialien und Materialsysteme

Neue Werkstoffe mit auf der Nano- und Mikrometerskala integrierten Funktionen sind ein bedeutender Bestandteil von Systemlösungen in der Medizin-, Kommunikations-, Verkehrs- und Energietechnik. Die Entwicklung neuer Materialien, wie Keramiken, Polymere, Legierungen, biokompatible und hybride Materialien, birgt Innovationspotenzial für den Einsatz in den genannten Bereichen und fördern Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Strapazierfähigkeit. Zu den Bereichen der Materialforschung gehören das physikalische Studium von Ober- und Grenzflächen mit ihren Eigenschaften, Trägerfunktionen, molekularen Prozessen und Manipulationsmöglichkeiten sowie von grenzflächenbestimmten nanostrukturierten Materialien in Oberflächen und Nanosystemen.

Komplexe Materialien, Hybridmaterialien und Materialsysteme können einen wichtigen Beitrag für die Energiewende leisten. Neue Materialsysteme helfen, Energie effizient zu nutzen und hierfür eine ressourcenschonende Alternative zu bieten. Vor diesem Hintergrund wird beispielsweise untersucht, wie makroskopische Eigenschaften von Materialien entstehen und welche mikroskopischen Strukturen und Prozesse daran mitwirken, um aus diesen Erkenntnissen neue Materialien zu gewinnen. Umfassende fachübergreifende Arbeiten widmen sich der Erforschung für Materialien im Bereich der alternativen Energiegewinnung.

Für die alternative Energiegewinnung ist die Untersuchung von Materialien für die Dünnschicht-Photovoltaik und für die Umwandlung von solarer Energie in chemische Energieträger, wie Wasserstoff, notwendig. Dünnschichtszellenzellen zählen zu den umweltfreundlichen Energiequellen. Die Einbindung neuer Materialien ist eine Grundvoraussetzung zur nachhaltigen und stetigen Verbesserung dieser Technologie. Photovoltaische Bauelemente, die zur direkten Umwandlung von Sonnenenergie in Elektrizität betrieben werden, zählen zu einer der saubersten Energiequellen. Ziel der Forschung der Freien Universität Berlin auf diesem Gebiet ist es, photovoltaisches Material zu erforschen, das als Absorber in Dünnschichtszellenzellen und als Photoelektrode für die Wasserstoffentwicklung aus Wasser verwendbar ist. Ein Schwerpunkt ist dabei die Bestimmung des komplexen Brechungsindex des Materials. Die gewonnenen Erkenntnisse sind grundlegend für das Verständnis von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen dieser Materialien und bilden die Basis für anwendungsbezogene Entwicklungen.

Materialforschung ist somit bei der Entwicklung nachhaltiger Energien ein zentrales Thema. Im Rahmen der „Helmholtz-Energie Allianz – Das Beste aus zwei Welten:

Anorganisch/organische Hybrid-Bauelemente und Techniken für die Photovoltaik und die solare Brennstoffherstellung“ wird die Kombination von anorganischen und organischen Materialien in Hybridsolarzellen zur Steigerung der Effizienz und zur Senkung der Herstellungskosten durch Ausnutzen der jeweiligen Vorteile der Materialien erforscht. So soll ein umfassendes Verständnis über die Prozesse ermittelt werden, die zur Ladungsträgertrennung an Grenzflächen zwischen anorganischen Halbleitern und organischen Polymeren beziehungsweise kleinen organischen Molekülen führen. Die Entwicklung von Solarzellen basiert auf der Kombination von Nanopartikeln und -drähten aus anorganischen Elementen und Legierungen als aktive Absorber und organischen Matrixmaterialien, die als Medium für den Ladungsträgertransport dienen. Physikalische Forschung widmet sich in diesem Zusammenhang der Fortentwicklung von innovativen Hybridkonzepten – anorganisch-organischen Hybridmaterialien sowie Nanomaterialien – für die Photovoltaik.

Ein weiteres zentrales Arbeitsfeld der physikalischen Materialforschung ist die Untersuchung des kollektiven Verhaltens von Materie. Die Analyse des Potenzials von metallischen, magnetischen und supraleitenden Verbindungen kann hierfür wichtige Ergebnisse bringen. Die Erforschung von fundamental neuen Phasen der Materie bildet deshalb eine Schnittstelle von Grundlagen- und angewandter Forschung für die Entwicklung technologischer Innovationen, wie zum Beispiel von Quantencomputern.

Des Weiteren werden nanoskalige Kohlenstoffmaterialien untersucht. Kohlenstoffnanoröhren und Graphen – eine einzelne Schicht aus Kohlenstoffatomen, die seit ihrer Entdeckung 2004 intensiv erforscht werden und als isolierte Schicht ein völlig neues Material bildet – sind einzigartige Materialien, die überragende Leiter von Wärme und elektrischen Strömen sind. Hierzu werden die thermischen, elektrischen und mechanischen Eigenschaften von dünnen Fasern aus Nanokohlenstoffen und Schichtkompositen studiert, Nanofasern aus Polymeren gesponnen und mit Nanoröhren und Graphen beladen. Es sollen einzelne Nanofasern und Faserkomposite auf ihre Reißfestigkeit, thermische und elektrische Leitfähigkeit erprobt werden, um diese Materialien in Zukunft als thermisch und elektrisch leitende Vliese einsetzen zu können, wie zum Beispiel als höchstwärmedämmende Nanofaser-Isolationsmaterialien auf der Grundlage von hohlen Polymernanofasern für den Bau energieeffizienter Gebäude. Nanofasern werden mit lichtadsorbierenden nanoskaligen Kohlenstoffen ausgerüstet, um die Wärmeleitung durch Strahlung zu unterbinden. Dabei werden Nanofaser-Isolationsmaterialien als Komponenten in der Herstellung von wärmedämmen-

addition to the production of renewable bio-raw materials for food and fodder, biogenic raw materials serve energy and resource-friendly use, such as biomass heating or biogas plants. This primarily relates to sustainable land use, in particular at unprofitable locations, with appropriate energy management through the application of terra preta technology – a technology used through anthropogenic-generated black earth with extraordinary productivity and functioning and a significantly longer, sustainable impact on soils compared to other soil improvers. At the same time increased efficiency of resources is generated locally through the use of accumulated biomass and waste flows for the production of terra preta. Geoscientists at Freie Universität Berlin are researching the effect and use of terra preta technology, primarily against the background of resource efficiency, climate protection, reduction in carbon dioxide and exploitation of agricultural space, which also provides an impetus for a bio-based economy. The increase in greenhouse gas concentration and the resultant climate protection efforts make the increased use of renewable carbon carriers and new materials unavoidable. Biomass production and especially the use of woody biomass form an important component of research at Freie Universität Berlin into organic biomaterials and therefore into climate protection.

**Biomass, biomaterials, biomedicine, bio-raw materials, materials research, medical technology, organic materials, terra preta technology, environmental technologies**

### 2.5.2. *Complex materials and material systems*

New materials with functions integrated on the nanoscale and micrometer scale are an important component of system solutions in medical, communications, transport and energy technology. The development of new materials, such as ceramics, polymers, alloys, biocompatible and hybrid materials, conceals innovative potential for use in the specified areas and promote sustainability, energy efficiency and durability. Material research areas include the physical study of surfaces and interfaces with their properties, carrier functions, molecular processes and handling options and of interface-specific nanostructured materials in surfaces and nanosystems.

Complex materials, hybrid materials and material systems can make an important contribution to energy transition. New material systems help to use energy efficiently and

to offer a resource-saving alternative. Against this background, an analysis is conducted for example of how macroscopic properties of materials are produced and which microscopic structures and processes are involved in such production, in order to acquire new materials from these findings. Comprehensive interdisciplinary works are dedicated to the examination of materials in the area of alternative energy generation.

The study of materials for alternative energy generation is necessary for thin-film photovoltaics and the conversion of solar energy into chemical energy sources, such as hydrogen. Thin-film solar cells are an environmentally-friendly energy source. The inclusion of new materials is a basic requirement for sustainable and constant improvement of this technology. Photovoltaic components, which are operated to directly convert solar energy into electricity, are among the cleanest sources of energy. The goal of research at Freie Universität Berlin in this area is to examine photovoltaic materials, which can be used as an absorber in thin-film solar cells and as photoelectrodes for the production of hydrogen from water. One priority here is to ascertain the complex refractive index of the material. The findings obtained are fundamental for an understanding of structural property relationships of these materials and form the basis for application-related developments.

Materials research is therefore a key issue in the development of sustainable energies. Within the framework of the “Helmholtz Energy Alliance – the best of both worlds: inorganic/organic hybrid components and techniques for photovoltaics and solar fuel production” a combination of inorganic and organic materials in hybrid solar cells is examined for efficiency increase and reduction of production costs by making use of the advantages of materials. This is intended to establish a comprehensive understanding of processes, which result in charge carrier separation at interfaces between inorganic semiconductors and organic polymers or small organic molecules. The development of solar cells is based on the combination of nanoparticles and nanowires from inorganic elements and alloys in the form of active absorbers and organic matrix materials which serve as a medium for charge carrier transport. Related physical research is dedicated to the continued development of innovative hybrid concepts – inorganic-organic hybrid materials and nanomaterials – for photovoltaics.

Another central field of work of physical material research is the analysis of collective behavior of materials. Analysis of the potential of metallic, magnetic and superconductive compounds may produce important results for this pur-

den Kunst- und Baustoffen mit integrierter Wärmedämmung verwendet. Ferner zeichnen sich Graphen durch starke elektrische Leitfähigkeit und mechanische Stabilität aus. In der physikalischen Forschung werden Kompositmaterialien mit Graphen als nanoskaligem Füllstoff synthetisiert und untersucht, wie die einzigartigen Eigenschaften dieses Stoffes für Anwendungen nutzbar zu machen sind.

Weitere Forschungsgebiete bilden die sogenannte weiche Materie sowie magnetische Materialien: Biophysikalische Forschung befasst sich mit der theoretischen Beschreibung und Untersuchung biologischer, weicher Materie. Schwerpunkt ist hierbei die Untersuchung von Biopolymeren, besonders der Polymerelastizität der Biopolymere an der Wasser-Festkörper-Grenzfläche sowie statische und dynamische Effekte geladener Polymere. Für die Erforschung magnetischer Materialien erfolgen theoretische Analysen von stark gekoppelten Elektronensystemen mit dem Schwerpunkt Quantenmagnetismus. Daran soll versucht werden, das theoretische Verständnis solcher Mo-

delle auf reale Materialklassen zu übertragen, um eine mikroskopische Beschreibung magnetischer Materialien zu erhalten. Untersucht werden ferner magnetische ultradünne Filme und Mehrschichtsysteme, Oberflächen, Nanostrukturen und adsorbierte Moleküle. Ziel ist es, unter anderem mittels Spektroskopie und Spektromikroskopie grundlegende Erkenntnisse über neuartige funktionale Eigenschaften zu erhalten, die für Anwendungen in der magnetischen Datenspeicherung, für magnetische Sensoren oder in der Magnetoelektronik relevant sind.

Für die Fortentwicklung der Optoelektronik, die unter anderem ein wichtiger Bestandteil in der Informations- und Kommunikationstechnologie ist, werden neuartige Materialien entwickelt, die optoelektronische Eigenschaften haben und eine Alternative gegenüber etablierten elektronischen Materialien, wie zum Beispiel anorganische Halbleitermaterialsysteme, sein können. Sie gelten als kostengünstiger und energieeffizienter. Die reduzierte Dimensionalität und die Zustandsdichte in der neuartigen elektronischen Materialtechnik gehören zu den Anfor-

Physiklabor | Physics lab

© David Ausserhofer



pose. Research on fundamental new phases of materials therefore creates an interface of fundamental and applied research for the development of technological innovations, such as quantum computers.

Moreover, nanoscale carbon materials are analyzed. Carbon nanotubes and graphs – an individual film made of carbon atoms, which have been intensively researched since their discovery in 2004 and created a completely new material in the form of an isolated layer – are unique materials, which are outstanding conductors of heat and electrical currents. Thermal, electrical and mechanical properties made of thin fibers made of carbon substances and film composites are studied for this purpose, nanofibers spun from polymers and loaded with nanotubes and graphs. Individual nanofibers and fiber composites should be tested for their tensile strength, thermal and electrical conductivity, in order to allow for use of such materials in future as thermal and electrical conducting webs, such as highly thermally-insulated nanofiber insulation materials based on hollow polymer nanofibers for the construction of energy-efficient buildings. Nanofibers are equipped with light-absorbing nanoscale carbons, in order to prevent heat conduction through radiation. Nanofiber insulation materials are used as components in the production of thermally-insulated plastics and building materials with integrated thermal insulation. Moreover, graphs are characterized by strong electrical conductivity and mechanical stability. Composite materials with graphs as nanoscale filler are synthesized in physical research and analysis is conducted of how unique properties of this substance can be made available for applications.

Other research areas are formed by ‘soft materials’ and magnetic materials: biophysical research deals with the theoretical description and analysis of biological, soft materials. The focus here is on the analysis of biopolymers, especially the polymer elasticity of biopolymers at the water-solid state interface, and static and dynamic effects of charged polymers. Theoretical analyses are conducted on strongly-coupled electron systems, with the focus on quantum magnetism, for research on magnetic materials. Attempts should be made to transfer the theoretical understanding of such models to real material classes, in order to obtain a microscopic description of magnetic materials. Moreover, magnetic, ultra-thin films and multilayer systems, surfaces, nanostructures and adsorbed molecules are studied. The goal is to obtain fundamental findings, using a spectroscopy and spectromicroscopy, on new functional properties which are relevant to applications in magnetic data storage, to magnetic sensors or in magnetoelectronics.

In order to continue development in optoelectronics, which also forms an important component of information and communications technology, new materials are being developed which have optoelectronic properties and may be an alternative to established electronic materials, such as inorganic semiconductor material systems. They are regarded as more cost-effective and energy-efficient. The reduced dimensions and density of states in new electronic materials technology form part of the requirements in the development of new electronic materials. Various disciplines of life sciences, physics and chemistry are cooperating on this issue.

Moreover, fluorine is studied as a key element through works on the synthesis and characterization of fluorinated compounds and their application in materials research. New synthesis strategies are applied here, resulting in additional inorganic fluorine compounds and fluorinated materials. Thus for example, in application of the new fluorolytic sol-gel process – a method for producing non-metallic, inorganic or hybrid polymer materials, so-called brines – previously inaccessible fluorides of selected main and subgroup metals should be determined and examined, in respect of their properties, as a new class of solid catalysts. Moreover, stabilized brines of nanoscopic metal fluorides with a low refraction index are produced by this synthesis concept. The goal is to apply such brines on organic polymer surfaces in order to develop new layer systems. The organic functioning of nanoparticle surfaces has an important role here. Moreover, methods are generated for the production of fluorinated peptides and proteins, which can be used in various applications, including in materials science. Extensive research is conducted in this area within the framework of the DFG research training group “Fluorine as a Key Element”.

Materials research in the area of nanotechnologies analyzes properties, for example, of semiconductors and functional nanoparticles or nanostructures. Nanophysical research at Freie Universität Berlin deals with very small semiconductors and metals in order to understand their properties. For example, the interface between two different materials is studied, a superconductor which conducts electrical current without resistance, and a magnet. Laboratory analyses into nanoparticles and their functions contribute to the examination of new materials. Their functional properties consist of electronic properties and chemical reactivity, which in turn are analyzed by x-ray diffraction and x-ray fluorescence in free electron lasers. This material class “functional nanoparticles” is characterized by the fact that their extremely varied surface and electronic properties differ from conventional macroscopic



rungen bei der Entwicklung neuartiger elektronischer Materialien. Hierzu arbeiten verschiedene Disziplinen aus den Lebenswissenschaften, der Physik und Chemie zusammen.

Ferner wird Fluor als Schlüsselement durch Arbeiten zur Synthese und Charakterisierung fluorierter Verbindungen und deren Anwendung in der Materialforschung untersucht. Hierbei werden neue Synthesestrategien angewandt, die zu weiteren anorganischen Fluorverbindungen sowie fluorierten Materialien führen. So sollen unter Anwendung des neuartigen fluorolytischen Sol-Gel-Verfahrens – eines Verfahrens zur Herstellung nichtmetallischer anorganischer oder hybridpolymerer Materialien, den sogenannten Solen – bisher nicht zugängliche Fluoride ausgewählter Haupt- und Nebengruppenmetalle ermittelt und hinsichtlich ihrer Eigenschaften als neue Klasse fester Katalysatoren erforscht werden. Durch dieses Synthesekonzept werden des Weiteren stabilisierte Sole nanoskopischer Metallfluoride mit niedrigen Brechungsindizes produziert. Ziel ist deren Aufbringung auf organische Polymeroberflächen, um neuartige Schichtsysteme zu entwickeln. Die organische Funktionalisierung der Nanopartikeloberflächen erhält dabei eine wichtige Position. Ferner werden Methoden zur Produktion fluorierter Peptide und Proteine generiert, die bei verschiedenen Anwendungen einsetzbar sind, darunter in der Materialwissenschaft. Die umfassende Forschung auf diesem Gebiet erfolgt im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs „Fluor als Schlüsselement“.

Materialforschung auf dem Gebiet der Nanotechnologien untersucht Eigenschaften von beispielsweise Halbleitern sowie funktionellen Nanopartikeln oder Nanostrukturen. So beschäftigt sich die nanophysikalische Forschung der Freien Universität Berlin mit sehr kleinen Halbleitern und Metallen, um deren Eigenschaften zu verstehen. Beispielsweise wird die Grenzfläche zwischen zwei verschiedenen Materialien, einem Supraleiter, der elektrischen Strom ohne Widerstand leitet, und einem Magneten untersucht. Laboranalysen zu Nanopartikeln und ihrer Funktionalität tragen zur Erforschung neuartiger Materialien bei. Ihre funktionellen Eigenschaften setzen sich aus elektronischen Eigenschaften und chemischer Reaktivität zusammen, die wiederum durch Röntgenbeugung und Röntgenfluoreszenz an Freie-Elektronen-Lasern analysiert werden. Diese Materialklasse „Funktionelle Nanopartikel“ zeichnet sich dadurch aus, dass sich ihre extrem unterschiedlichen Oberflächen- und elektronischen Eigenschaften von herkömmlichen makroskopischen Feststoffen und molekularen Verbindungen unterscheiden. Sie sind somit als ideale Bestandteile für neue funktionelle Materialien mit außer-

gewöhnlichen Eigenschaften in unterschiedlichen Anwendungen und Produkten einsetzbar. Besonders für die medizinische Diagnostik eignen sich neuartige Nanobausteine, die sich durch ihre Funktionalität oder Biokompatibilität auszeichnen. Neuartige Kombinationen von Nanomaterialien mit verschiedenen Molekülen haben dabei zum Ziel, genaue Erkenntnisse über Eigenschaften, die beispielsweise in der Miniaturisierung von elektronischen Schaltkreisen oder bei der maßgeschneiderten Herstellung von Oberflächen mit geforderten Eigenschaften von Bedeutung sind, zu erhalten und daraus neue Anwendungsmöglichkeiten zu generieren.

Des Weiteren werden neue Bauelemente erforscht, die für die Entwicklung neuartiger photonischer Nanoarchitekturen geeignet sind. Hierfür erfolgen die theoretische Untersuchung der fundamentalen Aspekte der kohärenten Licht-Propagation und ihre Kontrolle in selbstorganisierten Nanostrukturen aus Silber-Nanoclustern mit unterschiedlichen Größen und Geometrien auf Graphen. Durch Veränderung der Geometrie sowie der Längenskala werden unterschiedliche Anordnungen von Nanopartikeln untersucht.

Nanotechnologische Forschungsergebnisse finden in der Materialforschung, beispielsweise zur Optimierung von Materialien und Grenzflächen wie auch in der Medizin, Biomedizin, Biotechnologie und im Bereich alternativer Energiegewinnung praktische Anwendung.

**Energieforschung, Gebäudetechnik, Graphen, Hybridmaterialien, Kommunikationstechnik, Materialforschung, Medizintechnik, Nanomaterialien, Nanotechnologie, Optoelektronik, Photovoltaik, Polymerforschung, Werkstoffe**

solids and molecular compounds. They can therefore be used as ideal components for new functional materials with exceptional properties in various applications and products. New nanocomponents, which are characterized by their functions or biocompatibility, are especially suited to medical diagnostics. New combinations of nanomaterials with a variety of molecules are aimed at acquiring precise findings on properties, which are important for example in miniaturizing electronic circuits or in the customized manufacture of surfaces with required properties, and at generating new possible applications.

Furthermore, new components, suited to developing new photonic nano-architectures, are being researched. The theoretical analysis of fundamental aspects of coherent light propagation and control thereof in self-organized nanostructures made up of silver nanoclusters of different sizes and geometries are carried out on graphs. Differing arrangements of nanoparticles are examined through a change in geometry and the length scale.

Nanotechnology research findings are employed in practice in materials research, for example on the optimization of materials and interfaces, as well as in medicine, biomedicine, biotechnology and alternative energy generation.

**Energy research, building technology, graphs, hybrid materials, communications technology, materials research, medical technology, nanomaterials, nanotechnology, optoelectronics, photovoltaics, polymer research, substances**

## 2.6. Sicherheits- und Unsicherheitsforschung

*Sicherheit und Unsicherheit entstehen im gesellschaftlichen Kontext ebenso wie in modernen Kommunikationstechnologien. Das Forschungsfeld Sicherheit und Unsicherheit umfasst daher ein komplexes und hoch aktuelles Themenspektrum zu Risiken, Gefahren und Bedrohungen in unterschiedlichen Bereichen, unter anderem in Informations- und Kommunikationstechnologien, in Politik, Gesellschaft oder Wirtschaft, so dass die Beteiligung und Expertise verschiedener Disziplinen – natur-, informations-, geistes-, sozial- und wirtschaftswissenschaftlicher – gleichermaßen erforderlich sind.*

### 2.6.1. Sicherheit in modernen Kommunikationstechnologien

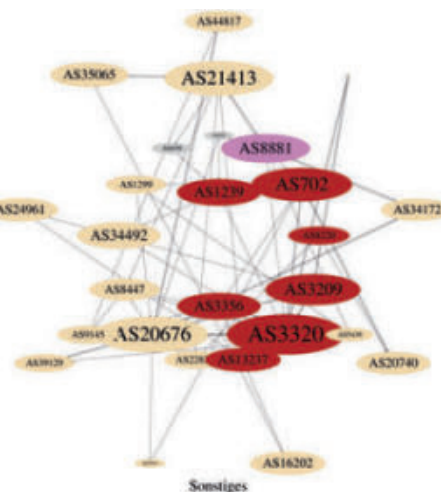
Die schnelle Fortentwicklung moderner IT-gestützter Informations- und Kommunikationstechnologien und ihrer umfangreichen Einsatzgebiete bedarf regelmäßig angepasster sicherer IT-Sicherheitssysteme, zum Beispiel durch nutzbare, sichere elektronische Identitäten, Internetsicherheit und objektorientierte Zugriffsschutzpolitiken in Netzwerken und im Internet, durch Zugangskontrollen oder Gewährleistung von Datensicherheit und -schutz oder einfach nutzbarer Verschlüsselungen von fälschungssicheren E-Mails zur Kommunikation. Zu diesen Themen wird in verschiedenen anwendungsorientierten Forschungsvorhaben – beispielsweise in der Informatik oder der Physik – gearbeitet.

In dem BMBF-Verbundvorhaben „Peeroskop – Peering-Monitor und mikroskopische Analyse zum Schutz des deutschen Internets“ geht es um die Konzeption und Entwicklung eines Systems zur beobachtenden Analyse des deutschen Internets sowie um den präventiven und reaktiven Schutz des Backbone-Routings. Das DFG-Schwerpunktprogramm „Compressed Sensing in der Informationsverarbeitung“ untersucht Fragen der Sicherheit für die Kommunikation der Zukunft. Ferner wird analysiert, welchen Risiken industrielle IT-Systeme ausgesetzt sind. So werden Suchmaschinen für industrielle Kontrollsysteme quer durch alle industriellen Branchen hinweg eingesetzt, um industrielle Anlagen und Prozesse zu steuern und zu überwachen. Allerdings sind diese Systeme bislang nicht konzipiert, um sicher über das Internet erreichbar zu sein, und sie besitzen deshalb wenige oder gar keine Schutzmechanismen gegenüber unbefugten Zugriffen oder Manipulation. Trotzdem werden diese Systeme häufig an das Internet angeschlossen, beispielsweise um günstig Fernwartungen durchzuführen. Dies betrifft außerhalb der In-

dustrie auch öffentliche Einrichtungen, Krankenhäuser und Rechenzentren und stellt ein bedeutendes Gefahrenpotenzial dar, dem zu begegnen es dringender Handlung bedarf.

Drei weitere Themenkomplexe sind in der Informatik der Freien Universität Berlin auf dem Gebiet der IT-Sicherheit ein zentrales Forschungsanliegen: Sicherheitsmanagement, sichere Softwareentwicklung und sichere Ad-hoc-Vernetzung bei Mobile Computing und drahtlosen Netzwerken. Das Sicherheitsmanagement umfasst Aktivitäten von Systemadministratoren und Sicherheitsbeauftragten in Institutionen, in deren informationstechnischer Infrastruktur eine bestimmte Sicherheitspolitik angewandt wird. Erforscht wird, welche höherwertigen Werkzeuge Administratoren die Sicherheitsverwaltung optimieren lassen. Der weitere Forschungskomplex widmet sich der sicheren Softwareentwicklung. Hierfür werden bereits zu deren Beginn Sicherheitsanforderungen erarbeitet. Weitere Anforderungen an die IT-Sicherheitsforschung bringen die rapide Fortentwicklung der heterogenen Endgeräte und ihre verschiedenen Formen der Kommunikation untereinander mit sich, insbesondere die Gewährleistung der sicheren Kommunikation und Informationsübertragung im Ad-hoc-Modus zwischen mobilen Endgeräten und drahtlosen Netzwerken.

© Institut für Informatik | © Institute of Computer Science



Wie sieht das Internet von innen aus? |  
What does the Internet look like from the inside?

Parallel zur schnellen Weiterentwicklung der sogenannten digitalen Welten besteht großer Handlungsbedarf an geeigneten IT-Sicherheitskonzepten, zu denen in verschiedenen Fachrichtungen der Freien Universität Berlin gearbeitet wird.

**Internet, Informationssysteme, IT-Sicherheit, Kommunikationstechnologien, Netzwerke, Sichere Softwareentwicklung, Sicherheitskonzepte**

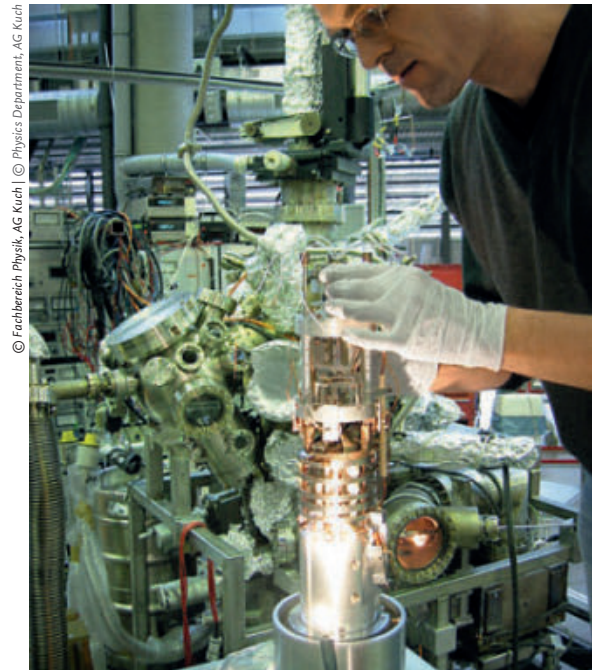
## 2.6. Security and uncertainty research

*Security and uncertainty arise in a social context as well as in modern communications technologies. The certainty and uncertainty research field comprises a complex and up-to-date range of subjects regarding risks, hazards and threats in various sectors, including information and communications technologies, policy, society or economy, such that participation and expertise from various disciplines – humanities, information, natural, social and economic sciences – are equally necessary.*

### 2.6.1. Security in modern communications technologies

The rapid development of modern IT-supported information and communications technologies and their extensive areas of operation requires regularly adjusted IT security systems, for example with usable, secure electronic identities, Internet security and object-oriented access protection policies in networks and on the Internet, through access controls or guarantee of data security and protection or simple-to-use encryptions of tamperproof emails for communication. These topics are being worked on in various application-based research projects – for example in computer science or physics.

The BMBF (Federal Ministry of Education and Research) collaborative project “Peeroskop – Peering monitor and microscopic analysis for protection of the German Internet” involves the design and development of a system for observational analysis of the German Internet and preventive and reactive protection of backbone routing. The DFG priority program “Compressed sensing in information processing” examines questions of security for future communications. Moreover, an analysis is conducted of the risks to which industrial IT systems are exposed. Search engines are used for industrial control systems across all industrial sectors, in order to control and supervise industrial facilities and processes. However, so far these systems have not been designed to be securely accessible over the Internet and therefore have few or no protective mechanisms against unauthorized access or handling. Nevertheless, these systems are frequently connected to the Internet, for example in order to conduct remote maintenance conveniently. Outside of industry this also affects public institutions, hospitals and computer centers and represents a significant potential risk, which requires urgent action.



Magnetische Datenspeicherung | Magnetic data storage

Three other subject areas form a central research issue in computer science at Freie Universität Berlin in the area of IT security: security management, safe software development and secure ad-hoc networking in mobile computing and wireless networks. Security management covers activities of system administrators and security officers at institutions, for which a specific security policy is applied to the IT infrastructure. Research is conducted on the high-quality tools which administrators can use to optimize security administration. The additional research subject is dedicated to safe software development. Security requirements are already drafted at the outset for this purpose. Further requirements of IT security research involve the rapid development of heterogeneous devices and their various forms of mutual communication, in particular the guarantee of secure transmission of communications and information in ad-hoc mode between mobile devices and wireless networks.

In parallel to the rapid improvement in so-called digital worlds there is a great need for action in appropriate IT security concepts, on which work is ongoing in various disciplines at Freie Universität Berlin.

**Internet, information systems, IT security, communications technologies, networks, safe software development, security concepts**



### 2.6.2. Sichere Gesellschaft: innere und öffentliche Sicherheit

Sicherheit für die Gesellschaft – zu diesem komplexen Bereich der inneren und öffentlichen Sicherheit gibt es zahlreiche Forschungsvorhaben an der Freien Universität Berlin und vor allem zwei Forschungseinrichtungen: Das Forschungsforum Öffentliche Sicherheit und die Katastrophenforschungsstelle, in denen in interdisziplinärer Zusammenarbeit sicherheitsgefährdende Strömungen analysiert und Maßnahmen zu deren Bewältigung und Vermeidung unter Einbeziehung der Bevölkerung entwickelt werden.

Im Forschungsforum Öffentliche Sicherheit der Freien Universität Berlin werden die interdisziplinären Forschungen zur öffentlichen Sicherheit komplementär vereint und zugleich Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft entworfen. Schwerpunkte bilden aktuelle und zukünftige Herausforderungen der zivilen Sicherheit, der gesellschaftliche und individuelle Umgang mit Risiken und Bedrohungen technologischer, politischer, gesellschaftlicher oder umweltbezogener Art, die Entwicklung neuer Strategien des Umgangs mit Unsicherheiten, Technikfolgenabschätzung und Technikakzeptanz, die Stärkung der Zukunftsorientierung in der Sicherheitsforschung, sogenannte Security Foresight, und der Transfer der Forschungsergebnisse zur Anwendung in der Öffentlichkeit.

Eines der zentralen Themen sind die Möglichkeiten des Bevölkerungs- und Katastrophenschutzes. Das Forschungsvorhaben „Kommunikation von Lageinformationen im Bevölkerungsschutz im internationalen Vergleich“ zum Beispiel, das vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe unterstützt wird, behandelt Konzepte zu Lageinformationen beim Bevölkerungsschutz von europäischen Staaten und den USA. Ziel ist es, durch konkrete Handlungsempfehlungen für ein Kommunikationskonzept die Kommunikation von Lageinformationen des Bevölkerungsschutzes in Deutschland zukunftsweisend und innovativ weiterzuentwickeln.

In der Katastrophenforschungsstelle der Freien Universität Berlin arbeiten sozial- und geisteswissenschaftliche sowie anwendungsorientierte Einrichtungen gemeinsam zu den Themen Krisen und Katastrophen mit den Facetten Risikowahrnehmung, Risikoreduktion und Katastrophenprävention, Vorbereitung und Warnung vor Bedrohungen bis zum Verhalten in Katastrophen, Katastrophenbewältigung und dem nachhaltigen Wiederaufbau in krisenbetroffenen Gebieten. Zugleich geht es um gesellschaftskulturelle und

politisch bedingte Ursachenforschung von Katastrophen und den Verhaltensweisen bei Krisen und Risiken. So werden Zusammenhänge von gesellschaftlichen Lebensweisen in Industriestaaten, Klimawandel und deren Folgen für Umwelt und Gesellschaft untersucht. Hierfür ist das Forschungsprojekt „Katastrophenkulturen in Deutschland und Indien im Klimawandel“ ein Beispiel, das im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Verbundvorhabens zum Thema „Vulnerability of Transport Structures, Warning and Evacuation in Case of Major Inland Flooding“ stattfindet. Ziel der Forschung ist das Verständnis der kulturellen Grundlagen des heterogenen Katastrophenschutzes in der Bundesrepublik Deutschland. Hierzu wird ein Konzept zur Katastrophenkultur mit dem Schwerpunkt auf klimabeeinflussende Gefahren konzipiert und im Rahmen empirischer Hochwasserstudien in Deutschland und Indien geprüft. Darüber hinaus werden Grundlagen zur kultursensitiven Entwicklung und Implementation technischer Lösungen im Katastrophenschutz erarbeitet. Des Weiteren bilden Aspekte einer gerechten Verteilung von Sicherheit in der Stadt sowie Vulnerabilität und Sicherheit einen Forschungsbereich der Forschungsstelle. Ziel ist es, ein Verständnis des milieuspezifischen Vulnerabilitäts- und Sicherheitsempfindens sowie der ressourcenbezogenen Vulnerabilität der Bevölkerung zu gewinnen. Auf Grundlage dessen sollen ein Bürgerbeteiligungsverfahren zu gerechter Sicherheit in der Stadt und eine nachhaltige Stärkung freiwilligen Engagements im Bevölkerungsschutz entwickelt werden. Auf internationaler Ebene werden Vorkehrungen, Verlauf und Bewältigung vergangener Großschadensereignisse betrachtet, um Rückschlüsse auf die Form eines zukünftigen Absicherungssystems für einen modernen Bevölkerungsschutz in Deutschland ableiten zu können.

Weitere Forschungsgebiete gelten dem Ausbau der Versorgungssicherheit und der politischen Sicherheit durch zunehmende, auch terroristisch bedingte Gefahren für die Sicherheit eines Staates oder Staatenverbundes und seiner Bevölkerung. So werden Strategien für die Ernährungsnotfallvorsorge durch die Absicherung potenziell kritischer Infrastruktur der Lebensmittelversorgung im Krisenfall generiert. Hier leisten Forschungen der Informatik und Kommunikationswissenschaft insofern einen wichtigen Beitrag, als ein nachhaltiges Krisenmanagement im Bereich der Lebensmittelversorgung die Bedürfnisse der privaten Haushalte integriert und die IT-basierten Kommunikationsstrategien relevanter Akteure der Lebensmittelversorgung im Krisenfall zusammengestellt werden. Den Fokus bilden hierfür die Kommunikation zwischen mit Sicherheitsaufgaben betrauten Behörden und Organisa-

### 2.6.2. Safe society: internal and public safety

Security for society – numerous research projects are in place at Freie Universität Berlin for this complex area of internal and public safety, and in particular two research facilities: the Research Forum on Public Safety and Security and the Disaster Research Unit, in which trends that endanger safety and security are analyzed in interdisciplinary cooperation and measures developed to overcome and prevent such trends with public involvement.

Interdisciplinary research programs into public safety are combined in a complementary manner and actions are recommended for policy, economics and science in the Research Forum on Public Safety and Security at Freie Universität Berlin. The priorities are current and future challenges of civilian safety, social and individual risk management and threats of a technological, political, social or environmental nature, development of new strategies for dealing with uncertainties, technological impact assessment and technology acceptance, strengthening the forward-looking nature of security research, so-called security foresight, and the transfer of research findings for application in public.



Karte von Berlin zu: Open Street Crimes | Map of Berlin on: Open Street Crimes

One key topic is formed by the opportunities of civil defense and disaster protection. The research project “Communication of positional information in civil protection by international comparison” for example, which is supported by the Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance, deals with concepts of positional information in the civil protection of European states and the USA. The goal is to develop the communication of positional information of civil protection in Germany in a forward-looking and innovative manner through concrete recommended actions for a communications concept.

Humanities, social science and application-based institutions are cooperating in the Disaster Research Unit at Freie Universität Berlin on topics of crises and disasters through the aspects of risk perception, risk reduction and disaster prevention, preparation and warning against threats, through to conduct in disasters, disaster management and sustainable reconstruction in crisis-hit regions. Socio-cultural and political causes of disasters and behavior in case of crises and risks are also covered. Correlations of social lifestyles in industrialized countries, climate change and its consequences for the environment and society are examined. The research project “Disaster cultures in Germany and India in terms of climate change” is one example here, which is carried out in the framework of the collaborative project funded by the Federal Ministry of Education and Research on the topic of “Vulnerability of Transport Structures, Warning and Evacuation in Case of Major Inland Flooding”. The goal of the research is to understand the cultural principles of heterogeneous disaster protection in the Federal Republic of Germany. A disaster culture concept is designed with the focus on climate-influencing hazards and is being tested within the framework of empirical studies on flooding in Germany and India. Furthermore, principles for culturally sensitive development and implementation of technical solutions in disaster protection are being drafted. In addition, aspects of fair distribution of security in the city and vulnerability and safety constitute an area of research in the research unit. The objective is to gain an understanding of the milieu-specific sense of vulnerability and security and the resource-related vulnerability of the public. On this basis a citizen participation procedure on fair security in the city should be developed, along with sustainable consolidation of voluntary commitment in civil protection. Precautions, progress and handling of major damage events in the past are assessed on an international level, allowing conclusions to be drawn in the form of a future safeguarding system for modern civil protection in Germany.

Other research areas include the upgrading of security of supply and political security due to increasing dangers, including terrorist-related risks to the security of a state or association of states and its people. Strategies are therefore generated for emergency food supply through the securing of a potentially critical infrastructure of food supply in the event of a crisis. Research programs in information and communications science make an important contribution here, in as far as sustainable crisis management in the area of food supply includes the needs of private households, and IT-based communications strategies are compiled for relevant protagonists in food supply in the event of a crisis. The focus here is on communication

tionen und Medien sowie betroffenen Zielgruppen und das Informations- und Kommunikationsverhalten der Bevölkerung als zentraler Adressat der Ernährungsnotfallvorsorge.

Dem Ausbau der inneren Sicherheit dienen Arbeiten zur gesellschaftswissenschaftlich und technisch abgestimmten Gestaltung eines umfassenden Gefahrenerkennungs- und Krisenmanagementsystems für die Sicherheit in stark frequentierten öffentlichen Bereichen und kritischen Verkehrsinfrastrukturen, zum Beispiel durch Beobachtung öffentlicher Plätze, Systemlösung zur Online-Sicherheitsüberwachung im schienengebundenen Personennahverkehr, durch Frühwarnleitsysteme für den Gefahrenfall und die Analyse von prognostizierten Szenarien des Bevölkerungsverhaltens im Krisenfall. Sicherheit gegenüber Kriegen, Kriminalität und Lebensrisiken stellt ein Thema in der sicherheitspolitischen Diskussion dar, zu dem ebenso der politische Handlungsspielraum zum Schutz der Sicherheit zählt. Hierzu gehören auch anhaltende Konflikte über die Erfassung und Weitergabe persönlicher Daten, etwa zur Bekämpfung organisierter Kriminalität, und der informationstechnische Schutz personenbezogener Informationen.

**Bevölkerungsschutz, Gesellschaft, Katastrophenmanagement, Krisen und Konflikte, Kriminalität, Notfallkonzepte, Politische Sicherheit, Risikoforschung, Sicherheitsforschung, Staat**

### 2.6.3. Frieden, Konflikte, Gewalt und Katastrophen

Formen und auslösende Elemente von Sicherheiten und Unsicherheiten lassen sich im Rahmen der Forschung zur Gewaltprävention sowie der Konflikt- und Friedensforschung bei sozioökonomischen, kulturellen oder politischen Strömungen suchen als auch bezüglich emotionaler affektiver Einwirkungen auf eine Gesellschaft und ihren ökonomischen und soziokulturellen Lebensraum.

So werden beispielsweise politische Partizipation, Emotion und Affekt im Kontext soziopolitischer Transformationen in Krisengebieten Ägyptens während des „Arabischen Frühlings“ und der Türkei untersucht. Die Proteste auf dem Tahrir- und Taksim-Platz in Kairo und Istanbul sind zeitgeschichtliche Fälle von Massenmobilisierung, deren affektive Komponente mediale Aufmerksamkeit erhielt. Euphorie, Wut, Angst oder Freude gehören zu den oft genannten, aber bisher nicht systematisch erforschten Emotionen, die mit neuen politischen Praktiken auf den



Revolution in Ägypten | Revolution in Egypt

genannten Plätzen mit großen Menschenansammlungen einhergingen. Zugleich können sie einflussnehmend auf das Sicherheits- und Unsicherheitsgefühl von Gesellschaften wirken. Veränderungen von Sicherheitslagen in Gesellschaften und im Sozialgefüge von Lebensformen können mit affektiven und emotionalen Dynamiken verbunden sein, die möglicherweise für das gesellschaftliche Zusammenleben relevant und sicherheitsbedrohend sind und das politische Eingreifen in Krisensituationen beeinflussen können. Im DFG-geförderten Sonderforschungsbereich zum Thema „Affective Societies – Dynamiken des Zusammenlebens in bewegten Welten“ sind diese Aspekte Bestandteile des Forschungsportfolios. So wird auch das Erleben von Gefühlen religiöser Zugehörigkeit und ihre Bedeutung in Konflikten um Anerkennung am Beispiel der multireligiösen Gesellschaft Deutschlands erforscht.

Die Friedens- und Konfliktforschung der Politikwissenschaften der Freien Universität Berlin widmet sich Fragestellungen der normativen Orientierung am Frieden und dem daraus resultierenden Interesse an der Aufdeckung der Ursachen, Dynamiken und Folgen gewaltsamer Konflikte. Hinterfragt wird, welche oft verborgenen Praktiken internationaler Akteure hinter Konflikten stehen und welches die zentralen Indikatoren von gesellschaftlichen und politischen Konflikten sind. Können dies zum Beispiel politische Partizipation und Verteilungskonflikte beim Zugang zu natürlichen Ressourcen sein, umweltinduzierte Ernährungskrisen oder Gewaltkonflikte? Die ganzheitlich orientierte Forschung hierzu umfasst sozialpolitische, wirtschaftliche und umweltbezogene Aspekte. So werden am Beispiel Afrikas die Zusammenhänge umweltinduzierter Ernährungskrisen und kollektiver Gewaltanwendung südlich der Sahara betrachtet, ferner die Formen und Ursachen der Konflikte in ländlichen und städtischen Räumen der Sahelzone. Klimawandel, Ernährungskrisen, ungleiche soziale und wirtschaftliche Räume sowie kollektive Gewalt

between authorities entrusted with security missions and organizations and media as well as relevant target groups and the information and communications behavior of the population as a central recipient of emergency food supply.

Works on the design of a comprehensive risk identification and crisis management system, coordinated in relation to social science and technology, to ensure safety in highly frequented public areas and critical transport infrastructures, serve to upgrade internal safety for example by monitoring public spaces, a system solution for online security monitoring in rail-based public transport, through early warning control systems in the event of risks and the analysis of projected scenarios of public behavior in the event of a crisis. Security against wars, crime and risks to life constitutes one topic in the security policy discussion, including the political freedom to protect public safety. Such discussions include persistent conflicts on the recording and forwarding of personal data, for example to combat organized crime, and IT protection of personal information.

**Civil protection, society, disaster management, crises and conflicts, crime, contingency plans, political security, risk research, security research, state**

### 2.6.3. *Peace, conflicts, violence and disasters*

Forms of certainties and uncertainties, and their triggers, can be found within the scope of research into violence prevention and conflict and peace research in socioeconomic, cultural or political trends and with regard to emotional, affective impacts on a society and its economic and sociocultural habitat.

Thus for example political participation, emotion and feelings are studied in the context of sociopolitical transformations in crisis regions of Egypt during the “Arab Spring”, and in Turkey. The protests on Tahrir Square in Cairo and Taksim Square in Istanbul are contemporary cases of mass mobilization, the affective components of which were subjected to media attention. Euphoria, anger, anxiety or pleasure are among the often mentioned, but not yet systematically researched emotions, which were associated with new political practices at these squares, with large gatherings of people. At the same time they may affect the sense of security and uncertainty of societies. Changes in security situations and in the social fabric of life forms may be associated with affective and emotional dynamics,

which could be relevant to social coexistence and represent a threat to security and may influence political interventions in crisis situations. These aspects form part of the research portfolio in the DFG-funded collaborative research center on the topic “Affective societies – dynamics of living together in fast-moving worlds”. Experience of feelings of religious affiliation and their significance in conflicts about recognition is also examined on the example of the multi-religious society of Germany.

Peace and conflict research in political sciences at Freie Universität Berlin is dedicated to questions of normative orientation towards peace and the resultant interest in detecting causes, dynamics and consequences of violent conflicts. The often concealed practices of international protagonists in the background of conflicts and the key indicators of social and political conflicts are scrutinized. For example, could such indicators relate to political participation and conflicts of distribution for access to natural resources, environmentally-induced food crises, or violent conflicts? Holistic-based research on this subject encompasses social policy, economic and environmental aspects. Taking Africa as an example, the correlations of environmentally-induced food crises and collective use of violence are assessed south of the Sahara, along with the forms and causes of conflicts in rural and urban areas in the Sahel zone. Climate change, food crises, unequal social and economic regions and collective violence are closely related. An assessment must be conducted here, preventive actions must be prepared on violence and conflict avoidance within the framework of political, sociological, environmental and economic freedom to act, and such actions must be applicable in practice.

The causes of environmental processes in natural disasters are highlighted, as well as extreme weather events and scarcity of vital resources such as water. The focus is on analyzing the impacts of various environmental disasters on the origin and duration of violent conflicts, in respect of which power politics, economic and social distribution conflicts may cause crises.

In addition to investigating the causes of large, national and international crises and conflicts, the possibility of preventing violence in the early years is also an important topic. The ability of young people to handle conflict and violent situations in a constructive, nonaggressive manner is supported within the framework of educational science and psychological studies on police prevention of violence at Berlin's schools. The goal is to reduce behavior associated with violence and delinquency of Berlin's schoolchildren through violence prevention policing measures.



hängen eng zusammen. Hier gilt es anzusetzen, im Rahmen politischer, soziologischer, umweltbezogener und wirtschaftlicher Handlungsspielräume Präventionsmaßnahmen zur Gewalt- und Konfliktvermeidung zu erarbeiten und in der Praxis anwendbar zu machen.

Beleuchtet werden ebenso die Ursachen umweltbedingter Prozesse natürlicher Katastrophen, wie extreme Wetterereignisse und die Verknappung von lebensnotwendigen Ressourcen wie Wasser. Im Zentrum stehen die Analysen von Auswirkungen verschiedener Umweltkatastrophen auf die Entstehung und Dauer gewaltsamer Konflikte, bei denen zugleich machtpolitische, ökonomische und soziale Verteilungskonflikte Krisen erzeugen können.

Neben der Ursachenforschung zu Krisen und Konflikten großen nationalen und internationalen Ausmaßes ist die Präventionsmöglichkeit von Gewalt und diese bereits in frühen Lebensjahren ein ebenso wichtiges Thema. In Rahmen erziehungswissenschaftlicher und psychologischer Studien zur polizeilichen Prävention von Gewalt an Berliner Schulen wird die Fähigkeit Jugendlicher zum konstruktiven aggressionsfreien Umgang mit Konflikt- und Gewaltsituationen gefördert. Ziel ist, durch gewaltpräventive Maßnahmen der Polizei die mit Gewalt und Delinquenz verbundenen Verhaltensweisen der Berliner Schülerinnen und Schüler zu reduzieren. Ferner werden entwicklungs- und präventionswissenschaftliche sowie mikrosoziologische Aspekte des Phänomens der hochexpressiven, zielgerichteten Gewalttaten und Gewaltandrohungen von Einzeltäterinnen und -tätern erforscht und Analysen durchgeführt, um anwendungsorientiert Fragen der Prädiktion, Prävention und Intervention voranzubringen. Weitere politik- und sozialwissenschaftliche Arbeiten gehen demokratiegefährdenden Potenzialen des Extremismus und Gewaltdiskursen unter politischen, religiösen und ideologischen Radikalen nach.

Zusätzlich zur Ursachen- und Präventionsforschung zum Phänomen Gewalt fällt der Fokus der Forschung ebenso auf die Aufarbeitung von Gewalterfahrungen und damit auf einen Beitrag zur Erinnerungskultur und Traumabewältigung. Neben psychologischen und medizinischen Studien zu Traumatisierungen als Folge erlebter Gewalt wird im Rahmen der Forensischen Anthropologie am Beispiel Lateinamerikas erkundet, ob und inwiefern eine solche integrale Forensik zur Gewaltverarbeitung und Erinnerungskultur von Gesellschaften beitragen kann. Hierfür werden Verschleppte und Ermordete der lateinamerikanischen Diktaturen wie auch Opfer nicht politisch motivierter Delikte untersucht, um die Gewalt sichtbar werden zu lassen, die den Menschen einst widerfahren ist.

Der ganzheitliche Ansatz der interdisziplinären Forschung der Freien Universität Berlin zum Thema Sicherheit und Unsicherheit versucht, einerseits die verschiedenen Ursachen und Folgen von Konflikten, Krisen und Bedrohungen unterschiedlicher Art, Akteure und Handlungsräume, die zu Unsicherheiten führen, zu ergründen, andererseits Präventionsmaßnahmen zur Gewalt- und Konfliktvermeidung zu erarbeiten und in der Praxis umzusetzen.

**Emotionsforschung, Erinnerungskultur, Friedensforschung, Gesellschaft, Gesellschaftliche Konflikte, Gewalt und Gewaltprävention, Konfliktforschung, Politik, Politische Konflikte, Psychologie, Sicherheitsforschung, Traumata, Zwischenstaatliche Konflikte**

#### 2.6.4. Unsichere Wirtschaftssysteme

Unsicherheiten erzeugende Risikofaktoren wie Klimaveränderungen, Naturkatastrophen, steigende Rohstoffpreise, Ressourcenverknappung und Wirtschaftskrisen beeinflussen den Finanz- und Versicherungssektor, sozioökonomische Gemeinschaften wie auch persönliche ökonomische Verhältnisse und Entscheidungen, etwa bei der Form von Geldanlagen. Hinzukommen global wirkende Unsicherheiten durch Finanzkrisen, politische und gesellschaftliche Konflikte sowie Abhängigkeiten nationaler und internationaler Märkte.

Im Rahmen der Eurokrise und an dem Fallbeispiel der Wirtschaftskrise Griechenlands untersucht ein Forschungsvorhaben die Troika-Schuldner-Verhandlungen in der Euro-

Terrassenfelder in Hunza (Pakistan) | Terrace fields in Hunza (Pakistan)



© Andreas Benz, September 2012

Moreover, development and preventive science and micro-sociology aspects of the phenomenon of highly-expressive, targeted criminal offences and threats of violence by individual perpetrators are researched and analyses conducted to push forward application-based prediction, prevention and intervention issues. Other political and social science works track the potential danger to democracy from extremism and violent discourse among political, religious and ideological radicals.

In addition to cause and prevention research on the phenomenon of violence, the focus of research falls on reprocessing violent experiences and thereby contributing to a culture of remembrance and coping with trauma. Alongside psychological and medical studies on traumatization as a result of experiencing violence, the questions of whether and to what extent integral forensics may contribute to processing violence and societies' culture of remembrance are explored within the framework of forensic anthropology on the example of Latin America. Displaced persons and murder victims of Latin American dictatorships and victims of non-politically motivated crimes are studied, in order to reveal the violence that people have suffered.

The integrated approach of interdisciplinary research at Freie Universität Berlin to the subject of security and uncertainty is an attempt, on the one hand, to figure out the various causes and consequences of conflicts, crises and threats of different types, the protagonists and freedom to take action, which result in uncertainties, and on the other hand to prepare and implement preventive measures on violence and conflict avoidance in practice.

**Emotional research, culture of remembrance, peace research, society, social conflicts, violence and violence prevention, conflict research, politics, political conflicts, psychology, security research, traumas, intergovernmental conflicts**

#### 2.6.4. *Insecure economic systems*

Risk factors that generate uncertainties, such as changes in climate, natural disasters, increasing commodities prices, scarce resources and economic crises affect the financial and insurance sector, socioeconomic communities and personal economic circumstances and decisions, for example in the form of financial investments. In addition global uncertainty is caused by financial crises, political

and social conflicts and dependencies on national and international markets.

One research project is studying the troika-debtor negotiations in the Eurozone within the scope of the Eurozone crisis and in a case study of the economic crisis in Greece. The leeway that a debtor country has in the light of international and intergovernmental restraints is scrutinized here. The process of negotiation and implementation of five European credit programs is researched, from the perspective of the debtor government, in the project. The focus is on negotiation of credit programs, in which the allocation of loans is linked to compliance with restrictive conditions, which may have consequences for the social, economic and political stability of a country. Interdependencies of such socioeconomic crises are analyzed in the DFG research unit for the topic "European socialization processes – horizontal Europeanization", given that the euro and economic crisis places a considerable burden on solidarity between the countries of the European Union. An assessment is made of the extent to which EU citizens have solidarity towards the people of other EU countries in a phase of socioeconomic crisis and whether advocates and opponents of a Europe of solidarity can be defined more precisely or whether they form the basis for a politicized conflict within the European Community.

The research project "Euro-Mediterranean Network for Economic Studies" drafts proposals for improving socioeconomic development of Europe's Mediterranean countries through job creation, through new models of economic growth opportunities, liberalization of economy, services and agriculture and through social integration of primarily young people, who often hardly benefit from the labor market.

The investigation into the causes of insecure economic systems includes analyses of impacts and limits of government debts in a democracy and scope for action in terms of economic policy, in particular since the start of the most recent global financial and economic crisis of 2007/2008 and the debt crisis in some euro countries and the USA. Interdisciplinary handling of the topic, as on the question of long-term stability of prices and the real economy, is intended to produce findings for political and economic decision makers.

Additional uncertainty factors may arise in the commercial sector due to global production networks and supply chains being adversely affected by unexpected events. One example is the vulnerability of global production networks and supply chains to the unexpected, such as the

zone. Hinterfragt wird hierbei, über welchen Spielraum ein Schuldnerland angesichts der internationalen und innerstaatlichen Handlungsrestriktionen verfügt. In dem Vorhaben wird der Prozess der Aushandlung und Implementierung von fünf europäischen Kreditprogrammen aus der Perspektive der Schuldnerregierung erforscht. Im Zentrum steht die Aushandlung von Kreditprogrammen, in denen die Vergabe von Darlehen an die Einhaltung restriktiver Bedingungen geknüpft ist, die folgenreich für die gesellschaftliche, wirtschaftliche und politische Stabilität eines Landes sein kann. In der Forschergruppe der DFG zum Thema „Europäische Vergesellschaftungsprozesse – Horizontale Europäisierung“ werden Interdependenzen solcher sozialwirtschaftlichen Krisen analysiert, da die Euro- und Wirtschaftskrise die Solidarität zwischen den Ländern der Europäischen Union in erheblichem Maße belastet. Betrachtet wird, inwieweit die EU-Bürgerinnen und -Bürger eine Solidarität in der Phase der sozioökonomischen Krise gegenüber der Bevölkerung anderer EU-Länder besitzen und ob sich Befürworter und Gegner eines Europas der Solidarbürger genauer bestimmen lassen oder ob sie die Basis eines politisierbaren Konfliktes innerhalb der europäischen Gemeinschaft bilden.

Das Forschungsvorhaben „Euro-Mediterranean Network for Economic Studies“ erarbeitet Vorschläge für eine verbessernde sozioökonomische Entwicklung der europäischen Mittelmeerländer durch Schaffung von Arbeitsplätzen, durch neue Modelle wirtschaftlicher Wachstumsmöglichkeiten, Liberalisierung von Wirtschaft, Dienstleistungen und Landwirtschaft sowie durch soziale Integration vorrangig Jüngerer, die oftmals kaum vom Arbeitsmarkt profitieren.

Zur Ursachenforschung unsicherer Wirtschaftssysteme gehören Analysen von Wirkungen und Grenzen von Staatsschulden in der Demokratie und dem wirtschaftspolitischen Handlungsspielraum, insbesondere seit Beginn der jüngsten globalen Finanz- und Wirtschaftskrise 2007/2008 und der Schuldenkrise einiger Euro-Staaten und der USA. Die interdisziplinäre Bearbeitung des Themas, wie zur Frage der langfristigen Preis- und realwirtschaftlichen Stabilität, soll Ergebnisse für politische und ökonomische Entscheidungsträger hervorbringen.

Weitere Unsicherheitsfaktoren im Wirtschaftssektor können durch globale Produktionsnetzwerke und Zuliefererketten entstehen, die durch unerwartete Ereignisse beeinträchtigt werden. Ein Beispiel ist die Anfälligkeit globaler Produktionsnetzwerke und Zuliefererketten gegenüber Unerwartetem, wie zum Beispiel die weltweite Finanzkrise, der 11. September 2001 oder der EHEC-Ausbruch in Norddeutschland 2011, dem selbst ein professionelles Manage-

ment zumeist nicht zu begegnen vermag. Die Ursache ist, dass auf Unternehmensebene Praktiken in Wertschöpfungsketten und -netzwerken überwiegend am Risikobegriff ausgerichtet sind, das heißt an kalkulierbaren Ereignissen, wohingegen Unsicherheit durch unerwartete Ereignisse selten berücksichtigt wird. Daher erfolgen Forschungen auf diesem Gebiet mit dem Ziel, nicht nur die Unterscheidung von Risiko und Unsicherheit im ökonomischen Prozess zu beachten, sondern ein besseres Verständnis für die Begrenztheit des klassischen Risikomanagements gerade in komplex vernetzten Systemen, wie in Wertschöpfungsnetzwerken, zu entwickeln, identifizierbare Praktiken zum Umgang mit Unsicherheit jenseits von Prognose- und Risikomanagementtechniken zu ermitteln und in ihrer Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit abzuschätzen.

Die wirtschafts- und sozialwissenschaftliche DFG-Forschergruppe „Organisierte Kreativität – Praktiken zur Induzierung von und zum Umgang mit Unsicherheit“ verfolgt am Beispiel der Musik- und Pharmabranche einen neuartigen Ansatz der auf die ökonomische Situation bezogenen Unsicherheitsforschung, in dem Kreativsteigerungen neue Unsicherheiten im Unternehmens- und Vermarktungsbereich von musikalischen und pharmazeutischen Produkten und Entwicklungen erzeugen. Es werden Strukturen und Praktiken erforscht, in und mit denen Unsicherheit im kreativen Prozess gefördert, gesteuert oder verhindert wird.

Ein weiteres Beispiel hierfür bietet ein Forschungsvorhaben, das den Zusammenhang zwischen Ungleichheit und sozialer Unruhe sowie zwischen Wirtschafts- und Finanzentwicklung und Ungleichheit anhand der Wirtschaftsgeschichte Russlands untersucht. Die Auswirkungen lassen sich auch auf Analysen zu diesem Thema in modernen Entwicklungsländern abstrahieren.

Die ausgewählten Beispiele fachübergreifender Forschungsvorhaben der Freien Universität Berlin, zum Teil in Zusammenarbeit mit weiteren institutionellen Kooperationspartnern, zeigen Forschungen und Studien zu den Ursachen, Folgen und Bekämpfungen dieser sozioökonomischen, politischen und teilweise umwelt- und klimainduzierten Faktoren wie auch zu Möglichkeiten der Krisenbewältigung und -prävention.

**Eurokrise, Europäische Union, Finanz- und Wirtschaftskrisen, Gesellschaft, Marktwirtschaft, Politik, Risikoforschung, Solidargemeinschaft, Ungleichheit, Wirtschaft, Wirtschaftssysteme**





Gemüsehändler, Varanasi | Vegetable sellers, Varanasi

© J. Fülling, 2015

global financial crisis, September 11, 2001 or the EHEC breakout in northern Germany in 2011, which even professional management was largely unable to counteract. The reason for this is that practices in value-added chains and networks on the corporate level are predominantly aligned to the concept of risk, i.e. to predictable events, whereas uncertainty due to unexpected events is rarely allowed for. Research is therefore being conducted in this area with the goal of not only observing the differentiation between risk and uncertainty in the economic process, but also developing a better understanding of the limitations of classical risk management, especially in complex, networked systems, such as value-added networks, establishing identifiable practices for dealing with uncertainty beyond forecasting and risk management techniques, and appraising their efficiency and cost-effectiveness.

The economic and social science DFG research unit “Organized creativity – practices for inducing and coping with uncertainty” pursues a new approach, using the example of the music industry and pharmaceutical sector, in uncertainty research related to the economic situation, in which creative improvements generate new uncertainties in the corporate and marketing sector for musical and

pharmaceutical products and developments. Structures and practices are researched in and with which uncertainty in the creative process is promoted, controlled or prevented. Another example is provided by a research project, which studies the correlation between inequality and social unrest and between economic and financial development and inequality, based on the economic history of Russia. The impacts can be taken from analyses on this topic in modern developing countries.

Selected examples of interdisciplinary research projects at Freie Universität Berlin, partly in cooperation with other institutional cooperation partners, are shown by research and studies into the causes, consequences and controls of such socioeconomic, political and, in some cases, environmental and climate-induced factors, and into opportunities for crisis management and prevention.

**Eurozone crisis, European Union, financial and economic crises, society, market economy, politics, risk research, solidarity community, inequality, economy, economic systems**



## 2.7. Bildungsprozesse und Bildungserträge

Die Steuerung von Bildungssystemen und -trägern sowie die Förderung von Bildungsprozessen in allen Lebensstufen, angefangen mit frühkindlicher Bildung und fortgeführt bis in die Lebensphase nach dem Erwerbsleben, mit dem Ziel, nachhaltige Bildungserträge und -erfolge zu generieren und eine Qualitätssicherung im Bildungssektor zu verankern, beschäftigt die Forschung vorrangig der Geistes- und Erziehungswissenschaften, aber auch didaktischer Bereiche der Natur- und Technikwissenschaften. Bei den letzteren geht es darum, durch entsprechende Ausbildungsprogramme möglichst schon Schulkinder und hier vor allem Mädchen im Bildungsbereich für die Themen Natur und Technik zu sensibilisieren.

Des Weiteren analysiert die empirische Forschung die Ursachen und Folgen von Bildungsschwächen in der sozialen, kulturellen oder geschlechtsbezogenen Diversität bei den Bildungsnehmerinnen und -nehmern sowie in der Schul- und Ausbildungslandschaft, um Praktiken für ein qualitativ volles Bildungsmanagement zu entwickeln.

### 2.7.1. Bildung seit Kindesalter: Bildungsverhalten, genderspezifische und gesellschaftliche Lernbedingungen und Wissensgenerierung

Lernbedingungen und -verhalten können von genetischen, gesellschaftlichen, sozialen oder geschlechtsspezifischen Faktoren abhängig sein und sich auf Bildungsverhalten, Wissensgenerierung und -verstetigung in allen Lebensaltersstufen auswirken. Beim Schuleintritt unterscheiden sich Kinder deutlich in ihren Lernvoraussetzungen und Entwicklungsstufen. Hier setzen mehrere, nachfolgend in Auswahl benannte Forschungsprojekte zu folgenden Themen an: „Weiterentwicklung, Standardisierung, Normierung und Validierung des Instruments Lernausgangslage im wissenschaftlichen Kontext“, „Wie hängen jahrgangsübergreifendes Lernen und Einschulungsalter mit der schulischen Entwicklung zusammen?“ oder „Wissenschaftliche Evaluation der Offensive Frühe Chancen“.

Sprachliche und mathematische Lernausgangslagen gehören zu wichtigen Aussagen der schulischen Qualifikation und Entwicklung. Hierfür steht Berliner Schulen ein Diagnoseinstrument zur Erfassung der Lernausgangslage mit dem Ziel zur Verfügung, individuelle Eingangsvoraussetzungen der Schulkinder in den Fächern Mathematik und Deutsch zu erfassen. Dieses Instrument dient ebenso der Analyse erfolgreicher schulischer Entwicklungsprozesse

und der Evaluation von pädagogischen Reformmaßnahmen. Die gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich des Schuleintrittsalters und der Anzahl gemeinsam unterrichteter Klassenstufen sind unterschiedlich. Um der Heterogenität der Lernvoraussetzung beim Schuleintritt zu begegnen, wird für Berliner Schulen untersucht, wie jahrgangsübergreifendes Lernen in der Schulanfangsphase eingeführt wird, wie sich Einschulungsalter und das jahrgangsübergreifende Lernen auf die schulische Entwicklung auswirken können und welchen Nutzen Frühförderungen haben.

© Didaktik der Chemie | © Didactics in chemistry



Kinder beim Experimentieren in der Didaktik der Chemie | Children experimenting in didactics of chemistry

Forschungsvorhaben analysieren daher Frühfördermöglichkeiten im kreativen, sprachlichen und sozialen Bereich von Kindern bereits ab dem Kindergartenalter und ihren Einfluss auf soziale, emotionale und kognitive Fähigkeiten sowie unterstützende Maßnahmen für bildungsferne oder sozial schwache Familien, um diesen Benachteiligungen zu begegnen und um das Sprach- und Sozialverhalten zu verbessern. Ebenso werden genetische und neurokognitive Einflussfaktoren der Lesefertigkeit von dyslexiegefährdeten Kindern im Vorschulalter betrachtet, die aufgrund familiärer genetischer Disposition prädestiniert sind, leseauffällig zu werden. Gleichmaßen gilt es, das Lehrpersonal bereits während des Studiums entsprechend auszubilden, um mit

## 2.7. Education processes and educational returns

*The control of education systems and institutions and support for education processes in all stages of life, beginning in early childhood and continuing until life after employment, with the goal of generating sustainable educational returns and achievements and embedding quality assurance in the education sector, is primarily dealt with by research in the humanities and educational sciences, as well as didactic areas of natural and technical sciences. The latter involves making use of appropriate training programs to raise awareness of nature and technology topics in the education sector among schoolchildren, especially girls.*

*Moreover, empirical research analyzes the causes and consequences of educational weaknesses in social, cultural or gender-based diversity of the recipients of education and in the school and training landscape, in order to develop high-quality education management practices.*

### 2.7.1. Education since childhood: educational behavior, gender-specific and social learning conditions and generation of knowledge

Learning conditions and behavior may be dependent on genetic, community, social or gender-specific factors and can have an impact on educational behavior, and generation and consolidation of knowledge in all age groups. When starting school, children differ considerably in their learning requirements and stages of development. Several research projects are assessed here, a selection of which are mentioned below, on the following subjects: “Improvement, standardization, normalization and validation of the instrument of learning requirements in a scientific context”, “How do mixed age-group learning and school entrance age relate to schooling development?” or “Scientific evaluation of the Early chances” initiative.

Linguistic and mathematical initial learning requirements are important evidence of school qualifications and development. As a result, Berlin’s schools have a diagnostic instrument to record initial learning requirements with the goal of registering individual entry requirements for schoolchildren in the subjects of mathematics and German. This instrument also serves to analyze successful school development processes and the evaluation of educational reforms. The legal requirements of school entry age and the number of jointly taught class levels vary. In order to counteract the heterogeneity of learning requirements upon school entry, an analysis is conducted of how mixed

age-group learning is introduced for Berlin’s schools in the starting school phase, how school entry age and mixed age-group learning can impact on school development and the benefits of early support.

Research projects analyze early support options in creative, linguistic and social areas for children of nursery school age and their impact on social, emotional and cognitive skills, as well as supportive measures for families with low education backgrounds or underprivileged families, in order to counter these disadvantages and improve linguistic and social behavior. Genetic and neurocognitive factors influencing the ability to read of children at risk of dyslexia in preschool age are also assessed; such children are predestined to have difficulties in reading due to a family genetic disposition. Equally teaching staff must be appropriately trained in the course of studying to be able to deal in a professional way with factors that inhibit learning. The same applies to dealing with diversity in schoolchildren, to implement equal opportunities and equal rights for all educational schoolwork.

Another indication of the school development level are family structures in a low educational background and a migration background of children, given that these factors – as well as an absence of early support – may adversely affect children’s development. Young people from families with a migration background are frequently less successful in the education system and on the labor market than their peers with no migration background. There are not yet many findings available on the causes of such differences in the transition from school to work. Previous research findings on this subject mainly concern social disparities in the transition from elementary school to the first secondary level. Studies on this topic show that by comparison with young people without a migration background, culturally different values, ethnic differences and discrimination processes play a role in inequality. The problems of specific ethnic inequality in education and the fact that it is entangled with general mechanisms of social educational inequality are researched within the framework of the “National Educational Panel Study”. Measuring methods are developed and collected data analyzed for migration-specific, primarily linguistic issues in case of studies within the National Educational Panel. The goal is to design measuring instruments in such a way that the role of linguistic factors can be studied for education processes in people with a migration background.

Educational behavior does not only influence a child’s development in school age. The same applies to educational behavior in adults. Varied age-associated educational activi-

diesen lernbehindernden Faktoren professionell umgehen zu können. Dies betrifft ebenso den Umgang mit der Diversität der Schülerinnen und Schüler, um Chancengleichheit und Gleichberechtigung für alle in der schulischen Bildungsarbeit umsetzen zu können.

Ein weiteres Indiz des schulischen Entwicklungsgrades sind bildungsferne Familienstrukturen und der Migrationshintergrund der Kinder, da diese Faktoren – wie auch fehlende Frühförderungen – Kinder in ihrem Entwicklungsstand benachteiligen können. Junge Menschen aus Migrationsfamilien sind häufig im Bildungssystem und auf dem Arbeitsmarkt weniger erfolgreich als Heranwachsende ohne Migrationshintergrund. Zu den Ursachen dieser Unterschiede beim Übergang von der Schule in den Beruf liegen bislang nur wenige Erkenntnisse vor. Bisherige Forschungsergebnisse hierzu betreffen meist soziale Disparitäten beim Übergang von der Grundschule in die erste Sekundarstufe. Die Untersuchungen zu diesem Thema zeigen, dass im Vergleich zu Jugendlichen ohne Migrationshintergrund kulturell differierende Wertvorstellungen, ethnische Unterschiede und Diskriminierungsprozesse an den Ungleichheiten beteiligt sind. Im Rahmen der „National Educational Panel Study“ werden nun die Probleme spezifisch ethnischer Bildungsungleichheit und deren Verschränkung mit allgemeinen Mechanismen sozialer Bildungsungleichheit erforscht. Für Studien innerhalb des Nationalen Bildungspanels werden Messmethoden entwickelt und die erhobenen Daten für migrationsspezifische, vor allem sprachbezogene Fragestellungen analysiert. Ziel ist es, diese Messinstrumente so zu konstruieren, dass sich die Rolle sprachbezogener Faktoren für Bildungsverläufe bei Menschen mit Migrationshintergrund untersuchen lässt.

Bildungsverhalten ist nicht nur im Schulalter auf die Entwicklung eines Kindes einflussnehmend. Dies gilt ebenso für das Bildungsverhalten Erwachsener. Erforscht werden hierfür verändernde altersassoziierte Bildungsaktivitäten Erwachsener und deren Auswirkungen auf die Lebensqualität in der zweiten Lebenshälfte. Erziehungswissenschaftliche und alterspsychologische Forschung bietet hierfür innovative Möglichkeiten. So werden Aspekte biographischer Phasen hinsichtlich der wechselnden Nutzung von Bildungsaktivitäten und -interessen und ihre Folgen auf die Lebensqualität im Alter herausgearbeitet.

Unterschiedliche Bildungschancen und Ungleichheiten ziehen sich durch alle Altersgruppen und sind in den verschiedenen demographischen, ethnischen oder geschlechtsspezifischen Gruppierungen vorhanden. Hieraus generieren sich Handlungsbedarfe und spezifische

Steuerungsmechanismen für ein zukunftsorientiertes und nachhaltiges Bildungssystem, die im nachfolgenden Forschungsfeld thematisiert werden.

**Bildungsmonitoring, Bildungschancen, Bildungsverhalten, Bildungsmanagement, Diversität, Erziehungswissenschaften, Geschlechterforschung, Gleichberechtigung, Lernprozesse, Migration, Minderheiten, Pädagogik, Schulbildung, Soziale Schichten, Ungleichheiten**

### 2.7.2. *Bildungslandschaften: Schulforschung und Steuerung des Bildungssystems*

Die Qualität von Bildungsträgern, wie Schulen, ist abhängig von der Leitung und Leistung der Schulen selbst sowie übergeordnet von geeigneten Steuerungsmechanismen im Bildungssystem zur nachhaltigen Sicherung der Bildungsqualität, zur Weiterentwicklung von Verfahren zur Bildungssicherung im Schulsystem und zum Abbau von Bildungsungleichheit soziokultureller Ursachen. Qualitätssichernde Steuerungsinstrumente sind zum Beispiel Schulinspektionen, Vergleichsarbeiten oder interne Evaluationen. Eine Reihe an erziehungswissenschaftlichen und empirischen Forschungsvorhaben der Freien Universität Berlin arbeitet zu dieser Thematik, so zum Beispiel der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Forschungsverbund „Steuerung im Bildungssystem“. Es geht darum zu erforschen, welche Wirkungen bereits in der Praxis eingeführte Steuerungsmechanismen des schulischen Bildungssystems haben und wie diese Maßnahmen zur nachhaltigen Absicherung von Bildungsqualität im Schulwesen fest etabliert werden können. Für diese Fragestellung wird der Zusammenhang zwischen Agieren und Effektivität der Schulleitung und der Leistung der Schule untersucht, das heißt, es erfolgt ein Vergleich der Maßnahmen von Schulleitungen nach zentralen Lernstandserhebungen und deren Wirkung auf das Schulleistungsprofil. So werden zum Beispiel schulinterne Praktiken der Leistungsdifferenzierung ermittelt sowie Abhängigkeiten und Folgen zwischen Leistungsprofilen der Schulen und den Praktiken der Schulleitungen geprüft, um entsprechende Maßnahmen der Schulleitung für die Qualitätssicherung des Unterrichts und für nachhaltige Leistungsergebnisse ableiten zu können. Dabei bilden eine demokratiepädagogische Schulentwicklung und die Förderung sozialer Kompetenzen des Lehrpersonals sowie der Schülerinnen und Schüler wichtige Faktoren gegenwärtiger Schulreformvorhaben. Dies betrifft Vorhaben wie den Aufbau der ver-

ties in adults and their impacts on quality of life in later years are examined. Educational science and age psychology research offers innovative opportunities in this regard. Factors related to biographical phases are worked out in relation to the changing use of educational activities and interests, and their consequences on quality of life in old age.

Differing educational prospects and inequalities are produced through all age groups and are present in the various demographic, ethnic or gender-specific groups. Required actions and specific control mechanisms for a forward-looking and sustainable education system are generated here, and are addressed in the following research field.

**Education monitoring, educational prospects, educational behavior, education management, diversity, educational sciences, gender research, equal rights, learning processes, migration, minorities, pedagogy, school education, social classes, inequalities**

### 2.7.2. Education landscapes: school research and control of the education system

The quality of education institutions, such as schools, depends on the management and performance of schools themselves and primarily on appropriate control mechanisms in the education system for the sustainable assurance of education quality, improvement of procedures for safeguarding education in the school system and the

removal of educational inequality of sociocultural causes. Quality assurance controlling instruments include for example school inspections, comparative tasks or internal evaluations. A series of educational science and empirical research projects at Freie Universität Berlin are working on this topic, for example the research association “Control in the education system” funded by the Federal Ministry of Education and Research. This involves researching the impacts which control mechanisms already introduced in practice have for the school education system and how these measures for sustainable safeguarding of educational quality can be established in the school system. The correlation between operation and effectiveness of school management and performance is studied for this issue, i.e. a comparison of school management measures is carried out based on central learning assessments and their impact on the school performance profile. Thus for example internal school practices on performance differentiation are established and dependencies and consequences between performance profiles of schools and the practices of school management are reviewed, in order to derive appropriate school management measures for quality assurance in tuition and for sustainable performance outcomes. Democracy education school development and the promotion of social skills for teaching staff and schoolchildren are important factors of the current school reform project. This relates to projects and the structure of various forms of school and the structured development of the individual school through quality management and school program work. The appropriate design of learning opportunities and school development processes is necessary here, which is intended to make a school a location for shared, democratic learning and educational security. Schools are analyzed with regard to their socioeconomic environment – for example their position in so-called social urban hotspots –, their provision of fundamental education and their promotion of individual skills of schoolchildren.

Schools themselves are increasingly becoming controlling players within the education system through the introduction of new education policy control models. This enhances their personal responsibility and the management skills of school administration.

**Education, education quality, educational sciences, sustainable education systems, pedagogy, quality management, schools, school reforms**

Studierende | Students



© Bernd Wannenmacher



schiedenen Schulformen und die durch Qualitätsmanagement und Schulprogrammarbeit strukturierte Entwicklung der jeweiligen Einzelschule. Hierfür ist die entsprechende Gestaltung von Lerngelegenheiten und von Schulentwicklungsprozessen notwendig, durch die eine Schule zum Ort gemeinsamen, demokratischen Lernens und der Bildungssicherung werden soll. Schulen werden dabei bezüglich ihres sozioökonomischen Umfeldes – zum Beispiel ihrer Lage in sogenannten sozialen urbanen Brennpunkten –, ihres Angebots an grundlegender Bildung und ihrer Förderung der individuellen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler untersucht.

Durch die Einführung von neuen bildungspolitischen Steuerungsmodellen werden Schulen selbst verstärkt zu Steuerungsakteuren innerhalb des Bildungssystems. Dadurch werden auch ihre Eigenverantwortlichkeit und die Steuerungskompetenzen der schulischen Administration vermehrt.

**Bildung, Bildungsqualität, Erziehungswissenschaften, Nachhaltige Bildungssysteme, Pädagogik, Qualitätsmanagement, Schulen, Schulreformen**

### 2.7.3. Zukunftsforschung und Nachhaltigkeit in der Bildung

Schule der Zukunft – Bildung für Nachhaltigkeit: Dies sind zentrale Themen der zukunftsorientierten Sicherung und Qualitätssteigerung des Bildungssystems wie auch der Förderung nachhaltiger Lebensweisen in den unterschiedlichen Facetten menschlichen Wirkens.

Die Forschung innerhalb des „UNESCO-Weltaktionsprogramms – Bildung für nachhaltige Entwicklung (2015 bis 2019)“, dem Nachfolgeprogramm „UN-Dekade – Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005 bis 2014“, dessen Sitz des nationalen Komitees sich an der Freien Universität Berlin befand, widmet sich dieser Thematik. Die wissenschaftliche Beratung und das Monitoring zur Erfassung von Bildung für nachhaltige Entwicklung im deutschen Bildungswesen erfolgt am Institut Futur der Freien Universität Berlin. Das Programm verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, der auf globale Entwicklungen im ökologischen, ökonomischen, politischen und sozialen Bereich reagiert und der verantwortungsvolles Denken und Handeln des einzelnen Menschen und letztlich der Gesellschaft zu einer nachhaltigen chancengleichen Lebensweise in ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Belangen för-

dern soll. Die Handlungen und Ziele des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ sollen in folgenden Bereichen verankert werden: Integration der Nachhaltigkeitskonzepte der Bildung in der Politik sowie ebenfalls in den Lehr- und Lernumgebungen in allen Ausbildungsbereichen mit dem Ziel einer Neuorientierung und Stärkung der Bildung, Kompetenzentwicklung der Lehr- und Ausbildungskräfte und Förderung der nachhaltigen Entwicklung in regionalen Räumen wie Städten und Gemeinden.

Schulen als frühe Stufe der Bildungsvermittlung wie auch Hochschulen haben hier eine prägende Funktion. Im Arbeitsprogramm „Wissenschaft, Monitoring und Indikatorenforschung“ innerhalb des Weltaktionsprogramms erfolgen die Entwicklung und Durchführung von Monitorings zu Entwicklungsprozessen bei der Umsetzung des Weltaktionsprogramms. Langfristig soll das Programm eine Veränderung des Bildungssystems dahingehend erwirken, dass alle Lernenden und Lehrenden die Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erhalten, unter anderem durch entsprechend nachhaltig orientierte Bildung sowie durch die Kompetenz für eine nachhaltige Lebensweise generell.

Ein weiteres Forum der Vermittlung nachhaltiger Bildung ist die zweimal jährlich an der Freien Universität Berlin durchgeführte SchülerUni „Nachhaltigkeit und Klimaschutz“, an der Berliner Schulen teilnehmen können. Schülerinnen und Schülern sollen dadurch frühzeitig bereits die Themen und Handlungsfelder von ökologischer, ökonomischer und soziokultureller Nachhaltigkeit und Klimaschutz inhaltlich vermittelt werden. Lehrkräfte erhalten Impulse für die didaktische Implementierung von Bildung für nachhaltige Entwicklung im Schulunterricht.

Sozial- und sprachwissenschaftliche sowie pädagogische Forschung des Instituts Futur und weiterer Einrichtungen der Freien Universität Berlin leistet darüber hinaus einen fundamentalen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung, die durch sozialwissenschaftlich orientierte Zukunftsforschung, durch nachhaltige Bildungskonzepte und zukunftsweisende chancengleiche Bildungslandschaften auf eine Gesellschaft mit selbstbestimmter Lebensmöglichkeit und Gleichberechtigung ihrer Mitglieder einwirken möchte.

**Bildung, Bildungskonzepte, Bildungsmonitoring, Bildungsqualität, Bildungssysteme, Erziehungswissenschaften, Gesellschaft, Gleichberechtigung, Nachhaltige Lebensformen, Nachhaltigkeit, Pädagogik, Zukunftsforschung**

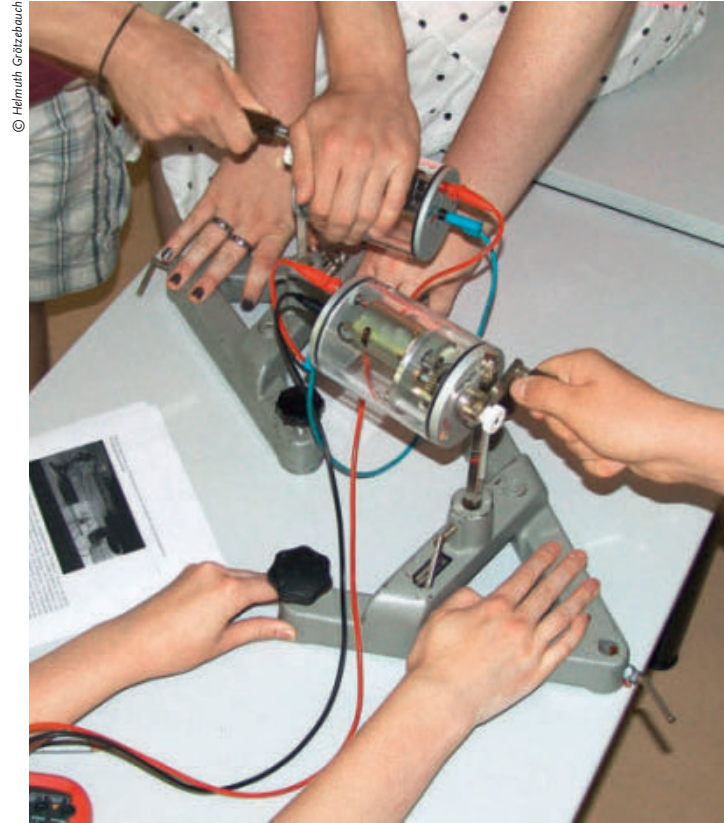
### 2.7.3. Futurology and sustainability in education

School of the future – education for sustainability: these are key topics in the future-oriented assurance and quality improvement in the education system as well as the promotion of sustainable lifestyles in the various aspects of human activity.

This subject area is dedicated to research within the “UNESCO World Action Program – education for sustainable development (2015 to 2019)”, the successor program “UN Decade – education for sustainable development 2005 to 2014”, for which the national committee’s head office was located at Freie Universität Berlin. Scientific consulting and monitoring of the acquisition of education for sustainable development in the German education system is carried out at the Future Institute of Freie Universität Berlin. The program pursues an integrated approach, which reacts to global developments in the ecological, economic, political and social sector and responsible thinking and actions of the individual and ultimately of society, and is intended to promote a sustainable equal opportunities lifestyle in economic, ecological and social concerns. The actions and objectives of the World Action Program “Education for sustainable development” are set out in the following areas: integration of education sustainability concepts into policy and also into teaching and learning environments in all training areas with the goal of realignment and consolidating education, skills development of teaching and training staff and promotion of sustainable development in regional areas, such as cities and communities.

Schools as an early stage of education provision, as well as universities have a formative function here. Monitoring is developed and implemented for development processes in the implementation of the World Action Program in the work program “Science, monitoring and indicator research” within the World Action Program. In the long term, the program is intended to produce a change to the education system such that all students and teachers attain qualifications for the promotion of sustainable development, including through appropriately sustainably-based education and through competence for a sustainable lifestyle in general.

Another forum for the provision of sustainable education is the SchülerUni “Sustainability and climate protection”, which is held twice a year at Freie Universität Berlin, and in which Berlin’s schools can participate. The contents of subjects and action areas of ecological, economic and sociocultural sustainability and climate protection should be



Schülerinnen und Schüler experimentieren im Lehr-Lern-Labor | School students experiment in the learning lab

conveyed to school students at an early stage. Teaching staff are given an impetus for didactic implementation of education for sustainable development in school tuition.

Moreover, social and linguistic science and educational research of the Future Institute and other institutions of Freie Universität Berlin makes a fundamental contribution to sustainable development, which is intended to impact on a society with the opportunity for self-determination and equal rights of its members through social science oriented future research, sustainable education concepts and forward-looking equal opportunity education landscapes.

**Education, education concepts, education monitoring, education quality, education systems, educational sciences, society, equal rights, sustainable life forms, sustainability, pedagogy, future research**

## 2.8. Transregionale Beziehungen

*„Transregionale Beziehungen“ – interdisziplinäre Forschung der Geistes- und Sozialwissenschaften, insbesondere der Regionalwissenschaften, zu diesem Forschungsfeld ist ebenso komplex und themenübergreifend wie die Bezeichnung desselben: Es geht um gesellschaftliche und kulturelle Beziehungen europa- und weltweit, um Globalisierungsprozesse und Verflechtungen Europas mit anderen Weltregionen, insbesondere Nord- und Lateinamerikas wie auch Süd- und Ostasiens, um gesellschaftspolitisch aktuelle Fragen internationaler Konflikte, um Migration und Integration sowie um das Zusammenwirken von Ökonomie, Politik, Gesellschaft und Umwelt.*

### 2.8.1. Governancesysteme und globale Vernetzung

Governance beinhaltet gesamt gesehen die vielfältigen kollektiven Regelungsformen gesellschaftlicher Belange sowohl auf staatlicher Ebene als auch in Regierungsformen nichtstaatlicher, öffentlicher oder privater Akteure. Eine der zentralen Forschungsfragen besteht darin zu analysieren, wie Governance im Rahmen von Globalisierung und kultureller Verflechtung in nationalen und überregionalen Räumen erbracht werden kann und welche sozialen, politischen oder kulturellen Probleme und Konfliktlagen entstehen können.

Unterschiedliche Governancesysteme und Gesellschaftsordnungen sowie ihre Einbindung in die heterogenen Facetten und Wechselwirkungen der Globalisierung in verschiedenen Zeiträumen und Weltregionen prägen die soziokulturelle, politische und ökonomische Varianz betroffener Länder, die weitreichende Folgen auf politische, ökonomische und gesellschaftliche Situationen haben kann. So hinterfragt die sozial- und politikwissenschaftliche Forschung der Freien Universität Berlin zum Beispiel den Stellenwert der sogenannten westlichen Welt, insbesondere Europas, innerhalb der politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ordnungssysteme weltweit und welchen neuen ökonomischen und politischen Herausforderungen sich der sogenannte Westen weltweit stellen muss und welche Folgen diese Herausforderungen haben können.

Speziell zum Thema Governancemaßnahmen und Räumen mit sogenannter begrenzter Staatlichkeit wird im DFG-Sonderforschungsbereich „Governance in Räumen begrenzter Staatlichkeit: Neue Formen des Regierens?“ geforscht. Es zeigt sich, dass eine große Mehrheit der Weltbevölkerung in Räumen begrenzter Staatlichkeit lebt, in denen die staatliche Fähigkeit zur Durchsetzung von Regeln oder zur

Aufrechterhaltung einer legitimen Regierung zumindest teilweise eingeschränkt ist. Hinterfragt wird an diesen Beispielen, wie und unter welchen Bedingungen Governancemaßnahmen in Räumen begrenzter Staatlichkeit erbracht werden und welche Probleme daraus entstehen können.

Das internationale Graduiertenkolleg „Zwischen Räumen – Bewegungen, Akteure und Repräsentationen der Globalisierung“ widmet sich der sozial- und kulturwissenschaftlichen Globalisierungsforschung zu Lateinamerika und in dem Zusammenhang vor allem anhand des Beispiels von Mexiko. Die Bewegungen zwischen unterschiedlichen Weltregionen und die damit verbundene Generierung neuer Räume und ihr Verhältnis zueinander in den drei Phasen der Globalisierung – das heißt in der Kolonialzeit, im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert sowie in der Gegenwart – bilden einen besonderen Schwerpunkt bei neuen Fragestellungen. Das Forschungsthema „Raum“ definiert sich dabei einmal durch die Formen der Vernetzung, etwa anhand von Finanz- und Migrationsströmungen oder durch Kulturtransfer, des Weiteren durch lokale Aktionen und kulturelle Eigenständigkeit im Gegensatz zur einflussnehmenden Globalisierung von außen und als drittes durch den „Raum der Wahrnehmung“, von dem aus dynamische politische, wirtschaftliche und kulturelle Prozesse auf globaler Ebene betrachtet werden.

Globale Vernetzung auf kultureller Ebene behandelt die durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder geförderte Graduiertenschule „Berlin Graduate School Muslim Cultures and Societies“ anhand islamisch geprägter Kulturen und Gesellschaften des Mittleren Ostens, der Subsahara-Region, Zentral-, Süd- und Südostasiens sowie der muslimischen Diaspora in Europa und Nordamerika. Zugleich wird hinterfragt, was unter islamischer Welt zu verstehen ist und welche Interaktionen, Konflikte und Verflechtungen es in den Bereichen Gesellschaft, Recht und Politik gibt. Beziehungen zwischen Muslimen und Nichtmuslimen sind ebenso von zentralem Interesse.

Die ebenfalls exzellenzgeförderte „Graduiertenschule für Nordamerikastudien“ mit ihren geistes- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen untersucht das amerikanische Freiheitsideal, die Bedeutung demokratischer Werte sowie den soziokulturellen und ökonomischen Wandel der nordamerikanischen Gesellschaften im 21. Jahrhundert. Es zeigt sich, dass Gesellschaften verstärkt von Kräften jenseits einzelstaatlicher Kontrolle bestimmt werden. Zugleich haben die Finanzkrise der letzten Jahre und ihre Folgen zu einer ungleichen sozialen Struktur geführt. Die Globalisierung sowie der Aufstieg Chinas, Indiens und Brasiliens leiten in eine sogenannte multipolare Welt über, in der die Macht

## 2.8. Transregional relations

*“Transregional relations” – interdisciplinary research of humanities and social sciences, in particular regional sciences, into this research field is just as complex and interdisciplinary as the designation thereof: this relates to social and cultural relations in Europe and around the world, globalization processes and links of Europe with other world regions, in particular North and Latin America, as well as South and East Asia, current issues of international conflicts in terms of social policy, migration and integration and the interaction of economy, politics, society and environment.*

### 2.8.1. Governance systems and global networking

Viewed overall, governance includes various collective forms of regulation of social interests both on a governmental level and also in government forms of non-governmental, public or private protagonists. One of the central research questions involves an analysis of how governance can be provided in national and transregional areas within the framework of globalization and cultural linking and social, political or cultural problems and conflict situations which may arise.

Different governance systems and social orders and their involvement in heterogeneous aspects and interactions of globalization in various periods and world regions characterize the sociocultural, political and economic variability of affected countries, which may have far-reaching consequences on political, economic and social situations. Social and political science research at Freie Universität Berlin for example scrutinizes the significance of the ‘western world’, in particular Europe, within political, economic and social regulatory systems worldwide and the new economic and political challenges the “West” has to face around the world and the consequences that these challenges may have.

Research is conducted in the DFG collaborative research group “Governance in areas of limited statehood: new forms of governance?” in particular into the topic of performance of governance and areas with so-called limited statehood. A large majority of the world’s population live in areas of limited statehood, in which the state’s ability to enforce rules or maintain a legitimate government is at least partly limited. Using these examples, the question of how and under which conditions governance services are performed in areas of limited statehood and the problems which may arise are scrutinized.

The international research training group “Between regions – movements, protagonists and representations of globalization” is dedicated to social and cultural science globalization research into Latin America and primarily and based on the example of Mexico. Movements between different world regions and the associated generation of new zones and their interrelationship in the three phases of globalization – i.e. the colonial era, in the late 19th and early 20th century, and the present – represent a special priority for new issues. The “Space” research topic is defined by forms of networking, for example based on financial and migration trends or through cultural transfer, through local campaigns and cultural autonomy compared with the impact of external globalization and as a third party through the “perception space”, from which dynamic political, economic and cultural processes are assessed on a global level.

Global networking on a cultural level is covered by the graduate school “Berlin Graduate School Muslim Cultures and Societies”, supported by the Excellence Initiative of the German Federal and State governments, based on Islamic cultures and societies of the Middle East, the Sub-Sahara region, Central, South and East Asia and the Muslim diaspora in Europe and North America. At the same time the question what is meant by the Islamic world and the interactions, conflicts and links which arise in the areas of society, law and politics are scrutinized. Relations between Muslims and non-Muslims are also of central interest.

The excellence-funded “Graduate School for North American Studies”, with its humanities and social science disciplines, analyzes the American ideal of freedom, the importance of democratic values and sociocultural and economic change in North American societies in the 21st century. This shows that societies are increasingly defined by powers beyond the control of the individual state. At the same time the financial crisis and its consequences in recent years have led to an unequal social structure. Globalization and the rise of China, India and Brazil lead into a ‘multipolar world’, in which the USA has limited power. The goal of the Graduate School’s research is to analyze the challenges, to which the values of democracy and freedom are exposed in a globalized world. It is necessary to gain an understanding of the crisis-related change in domestic and foreign policy, economic development and in the areas of media, art, culture and religion in North American society.

Who are the protagonists in globalization processes and how can processes be differentiated in terms of regional and transregional correlations? These questions are examined in terms of cultural history, with consideration for the history of globalization since the 19th century, by the



der USA begrenzt wird. Ziel der Forschung der Graduiertenschule ist daher, die Herausforderungen zu analysieren, denen die Werte Demokratie und Freiheit in der globalisierten Welt ausgesetzt sind. Es gilt, ein Verständnis über den krisenbedingten Wandel in der Innen- und Außenpolitik, der wirtschaftlichen Entwicklung sowie in den Bereichen Medien, Kunst, Kultur und Religion der nordamerikanischen Gesellschaft zu bekommen.

Wer sind die Akteure von Globalisierungsprozessen und wie lassen sich die Prozesse in ihren regionalen und überregionalen Zusammenhängen unterscheiden? Diese Fragen unter kulturgeschichtlicher Berücksichtigung der Historie der Globalisierung seit dem 19. Jahrhundert untersucht die DFG-Forschergruppe „Akteure der kulturellen Globalisierung, 1860–1930“ anhand verschiedener Formen des Transfers in ostasiatischen Ländern wie China und Japan, in Ländern Lateinamerikas und jenen der sogenannten westlichen Welt. Von zentraler Bedeutung sind der Wandel und die Differenzierung der entscheidenden Akteursgruppen, anhand derer sich die Dynamik und Folgen der kulturellen, technischen, politischen und gesellschaftlichen Globalisierungsprozesse des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts in verschiedenen Governancesystemen ablesen und historisch einordnen lassen. Ziel ist es, die Historie der Globalisierung aufzuzeigen und dabei die kulturgeschichtlichen Facetten der Austauschprozesse deutlich werden zu lassen.

Neben kulturgeschichtlich geprägter Globalisierung werden ferner weitere Globalisierungsformen betrachtet. Am Beispiel der Luftfahrtentwicklung zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird der Technologietransfer zwischen Argentinien und Brasilien und der westlichen Welt erforscht. Diese Form der frühen technischen Globalisierung führte zu einer transnationalen Vernetzung zwischen diesen genannten Regionen. Der Fortschritt der transregionalen Technologieentwicklung zu Beginn des letzten Jahrhunderts zeigt sich ebenso durch die Etablierung der transatlantischen Telegrafenerbindung, durch die eine frühe globale mediale Landschaft und neue Kommunikationsräume über weite Entfernung hinweg entstanden sind.

Phänomene politischer Globalisierungsströme und ihrer historischen Zusammenhänge werden beispielsweise anhand der Proteste des 4. Mai 1919 in China analysiert, die wiederum für einen globalen politischen Prozess des anticolonialen Protests standen: Akteure in von Europa weit entfernten Gebieten, an diesem Beispiel dargelegt in China, begannen sich als Teil einer weltumspannenden Bewegung des anticolonialen Aktivismus zu begreifen. Globalisierung im politischen Zusammenhang wird ferner an-

hand der Bedeutung demokratischer Werte und der Herausforderungen untersucht, denen diese Werte in einer globalisierten Welt ausgesetzt sind. Trotz demokratiebasierter Leitideen eines Staates können sich Grenzen von Demokratie im Kontext fortschreitender Globalisierung zeigen, da Gesellschaften zunehmend von Kräften jenseits einzelstaatlicher Kontrolle bestimmt werden.

Politische Transfer- und Diffusionsprozesse innerhalb Europas und der Europäischen Union sowie von dort sowohl in andere Weltregionen als auch rückwirkend auf Europa untersucht die DFG-Kolleg-Forschergruppe „The Transformative Power of Europe: External and Internal Diffusion of Ideas in the European Union“. Es geht unter anderem um die Definition von Europäisierung, um kollektive Identitäten und transnationale Öffentlichkeiten, um die Verbreitung europäischer Politiken in den EU-Beitritts-



DFG research unit “Protagonists of cultural globalization, 1860–1930” based on various forms of transfer into East Asian countries, such as China and Japan, countries in Latin America and the ‘western world’. The transformation and differentiation of key groups of protagonists are of central importance, based on which the dynamics and consequences of cultural, technical, political and social globalization processes in the late 19th and early 20th century can be inferred and historically classified in various governance systems. The goal is to highlight the history of globalization and clarify cultural history aspects to the processes of exchange.

Other forms of globalization are assessed, in addition to cultural history globalization. Based on the example of development in aviation at the start of the 20th century, technology transfer is researched between Argentina and

Brazil and the western world. This form of early technical globalization produced a transnational network between these regions. The progress of transregional technology development at the start of the last century can also be seen through the establishment of a transatlantic telegraph connection, through which an early global media landscape and new areas of communications over long distance have been generated.

Phenomena in political globalization trends and their historical correlations are analyzed for example based on the protests in China on 4 May 1919, which in turn represented a global, political process for anticolonial protest: protagonists in regions far away from Europe, as shown in this example in China, began to see themselves as part of a global movement of anticolonial activism. Globalization in a political context is also analyzed based on the importance of democratic values and challenges, to which it is exposed in a globalized world. Despite democracy-based guiding principles of a state, limits on democracy can be seen in the context of progressive globalization, given that societies are increasingly defined by forces beyond individual state control.

Political transfer and diffusion processes inside Europe and the European Union and from there to other world regions and back to Europe are examined by the DFG research unit “The Transformative Power of Europe: External and Internal Diffusion of Ideas in the European Union”. This includes a definition of Europeanization, collective identities and transnational public spheres, the spread of European policies in the EU accession countries and transfer processes from Europe to other world regions; and is associated with the research of diffusion, acquisition and defense processes of globalizing phenomena in Latin America, Africa and Asia. One of the goals is to work out the impact of non-European policies and institutions on Europe and the European Union. Globalization research in Europe to establish the various aspects and consequences of worldwide globalization is associated with social science diffusion and historical transfer and culture research.

Another research question deals with the consequences of global impacts and links on local lifestyles and demographic removal of boundaries. The DFG collaborative research center “Affective Societies – dynamics of coexistence in moving worlds” starts from the assumption that such impacts and trends for migration of people from their familiar environment are accompanied by distinctive affective and emotional dynamics, which are relevant to social coexistence and the social life of each individual. Systematic research into this subject area has not yet been completed.



© Bernd Wemmermacher

ländern sowie um Transferprozesse von Europa in andere Weltregionen. Damit verbunden ist die Erforschung von Diffusion, Aneignungs- und Abwehrprozessen globalisierender Phänomene in Lateinamerika, Afrika und Asien. Ziel ist ebenso die Herausarbeitung des Einflusses außereuropäischer Politiken und Institutionen auf Europa und die Europäische Union. Die Globalisierungsforschung zu Europa wird zur Ermittlung der verschiedenen Facetten und Folgen von weltweiter Globalisierung mit der sozialwissenschaftlichen Diffusions- sowie der historischen Transfer- und Kulturforschung verbunden.

Eine weitere Forschungsfrage behandelt die Folgen globaler Einflüsse und Verflechtungen auf lokale Lebenswelten und demographische Entgrenzungen. Der DFG-Sonderforschungsbereich „Affective Societies – Dynamiken des Zusammenlebens in bewegten Welten“ nimmt als Ausgangsthese, dass derartige Einflüsse und Migrationsströme von Menschen aus ihrer vertrauten Umgebung mit ausgeprägten affektiven und emotionalen Dynamiken einhergehen, die relevant sind für das gesellschaftliche Zusammenleben wie auch für das soziale Leben jedes Einzelnen. Eine systematische Erforschung dieses Themenkomplexes steht bislang aus.

Diese Themen sowie Forschungsfragen zum Thema Migration und Integration, die ebenso zur Bildung kultureller und internationaler Beziehungen in Verbindung mit den verschiedenen Formen der Globalisierung auf historischer, politischer, wirtschaftlicher oder sozialer Ebene mit beitragen, werden im nachfolgenden Themenbereich näher dargestellt.

**Afrika, Asien, China, Demokratie, Europa, Europäische Union, Gesellschaft, Gesellschaftsordnung, Globalisierung, Globalisierungsgeschichte, Governancesysteme, Interkulturelle Austauschprozesse, Konflikte, Kulturelle Verflechtungen, Lateinamerika, Nordamerika, Ostasien, Politik, Politische Systeme, Staat, Westliche Welt**

### 2.8.2. *Migrationsforschung: Kulturelle und soziale Aspekte von Mobilität und Integration – die Bildung internationaler Beziehungen*

Die Zunahme globaler Verflechtungen und internationaler Beziehungen und die damit einhergehende demographische Mobilität und soziokulturelle Pluralität führen zu vermehrten Transformationen und Veränderungen in kultu-

rellen, ökonomischen und gesellschaftlichen Bereichen, die auf nationaler und internationaler Ebene nicht immer problemlos verlaufen und die dadurch Integrationskonzepte notwendig werden lassen. Es gilt, geeignete Integrationsformen zu etablieren, mit denen kulturellen, religiösen, sprachlichen oder ethnischen Problemen entgegengewirkt werden kann, da beispielsweise angesichts der sich durch die Globalisierung wie auch durch Krisenlagen verdichtenden Handels- und Migrationsströme und der daraus möglicherweise entstehenden Konflikte ebenso rassistische Denkmuster zunehmen. Diese orientieren sich an der sozialen Unterscheidung nach Herkunft, Abstammung und äußerer Erscheinung und versuchen, eine Aushandlung kultureller, politischer und sozialer Differenzierung zu erzeugen.

Integration bezieht sich wiederum auf zwei große Handlungsfelder: Zum einen auf die Integration als Folge der Migration einzelner Personen oder Bevölkerungsgruppen, die auf gesellschaftlicher Ebene erfolgt und bildungswissenschaftliche, soziale wie auch psychologische Konzepte erfordert, zum anderen auf eine von Mobilitätsbewegungen unabhängige Integration, die eine Folge von nationenübergreifender Globalisierung ist und zu einer neuen außerstaatlichen beziehungsweise interkulturellen Gemeinschaft führen kann. Das heißt, Integration kann zugleich Identifikation auf staatlicher und staatsübergreifender Ebene bedeuten.

So wird am Beispiel Europas im Rahmen der Analyse von sogenannten Europäisierungsprozessen in der sozialwissenschaftlichen Forschung untersucht, inwieweit mit der Vertiefung der europäischen Integration auch der Bedarf an einer kollektiven europäischen staatsübergreifenden Identität einhergeht, die nicht von einer Bevölkerungsmobilität abhängt. Diese Forschung analysiert das Verhältnis von Nationalstaatlichkeit und der zunehmenden europäischen und globalen Vernetzung der Nationalstaaten mit kollektiver Identifizierung versus vermehrtem Nationalismusbestreben. Betrachtet wird die Öffnung nationalstaatlicher Räume mit einer anwachsenden grenzüberschreitenden Verflechtung und einer stärkeren transnationalen Integration und Vergesellschaftung sozialer, ökonomischer, politischer und kultureller Interaktionen und Gruppierungen.

Folgen der Globalisierung, wie auch Migration und Integration und ihre individuelle Verarbeitung, zählen mit zu den Schwerpunkten dieses Forschungsthemas. Ein weiterer Aspekt der Migrationsforschung bilden persönliche affektive, emotionale und migrationsbedingte Ausprägungen. Vor dem Hintergrund affektiver Anstrengungen



These topics and research questions on the subject of migration and integration, which also contribute to the education of cultural and international relations connected to the various forms of globalization on a historical, political, economic or social level, are presented in detail in the following subject area.

**Africa, Asia, China, democracy, Europe, European Union, society, social order, globalization, globalization history, governance systems, intercultural exchange processes, conflicts, cultural links, Latin America, North America, East Asia, policy, political systems, state, western world**

### 2.8.2. Migration research: cultural and social aspects of mobility and integration – establishing international relations

The increase in global links and international relations and an associated demographic mobility and sociocultural plurality increasingly result in transformations and changes

in cultural, economic and social areas, which do not always run smoothly on a national and international level and may require integration concepts. Appropriate forms of integration must be established, which can be used to counter cultural, religious, linguistic or ethnic problems, given that in light of the intensifying trade and migration trends as a result of globalization and crisis situations for example and any resultant conflicts arising also increase racist thought patterns. Such forms of integration are guided by social differentiation according to origin, ancestry and external appearance and are aimed at generating negotiation of cultural, political and social differentiation.

However, integration refers to two large areas of action: on the one hand integration as a consequence of the migration of individuals or population groups, as carried out on a social level, which requires educational science, social and psychological concepts, and on the other hand to integration which is independent of mobility and movements, results from international globalization and may end up in a new, nongovernmental or intercultural community. In other words integration may also mean identification on a governmental and international level.

Tanzgruppe Wasserlilien | Water lilies dance group

© Michael Fahrig







Wandernde Kasachen | Kazakhs walking

© Elisabetta Ragagnin

von Migration wird hinterfragt, welche emotionalen Krisen definiert und wie sie bewältigt werden. Letzteres ist relevant für die Fragestellung nach notwendiger psychotherapeutischer Unterstützung betroffener Zielgruppen.

Migration, ihre Ursachen, Verläufe und soziokulturellen Konsequenzen werden in verschiedenen Forschungsvorhaben zu unterschiedlichen Zeitphasen und geographischen Räumen analysiert. Dabei ist ebenso die seit der Vorgeschichte erfolgende Migration Thema der Forschung, um Kenntnisse über die Formen des historischen und kulturellen Wandels über große Zeitspannen bis zur Gegenwart zu erlangen. Es geht hierbei um die Rekonstruktion von Kulturphänomenen und geographischen Räumen, die Ausgang oder Zielregion von Migrationen sein können. Hierfür arbeiten altertums- und geowissenschaftliche Fachrichtungen eng zusammen.

Entwicklungen und Risiken von Bevölkerungsmobilitäten stehen ferner im Fokus der Forschung. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützte Forschungsverbundvorhaben „Kompetenznetz Crossroads Asia: Konflikt, Migration, Entwicklung“ erforscht zum Beispiel Entwicklungspotenziale und Risiken veränderter Austauschprozesse im Grenzgebiet von Kasachstan, Kirgisistan und Xinjiang. Hieran werden die Auswirkungen der jüngsten postsozialistischen Transformations- und Globa-

lisierungsprozesse auf Ressourcennutzung sowie auf den lokalen und internationalen Austausch von Menschen, Ideen und Gütern untersucht. Auch Migrationsdynamiken zum Zwecke des Bildungserwerbs sind Gegenstand dieser Forschungskooperation.

Des Weiteren sind Aspekte von Gefahren und Risiken im Rahmen internationaler Beziehungen generell zentrale Themen der Forschung. Dabei werden unter sicherheitspolitischen Aspekten Risiken hinterfragt, die aus Transformationsprozessen im Wandel politischer Systeme sowie im Kontext der Globalisierung durch die zunehmende Abhängigkeit zwischen staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren entstehen. Eines der Forschungsziele ist die Entwicklung von Praktiken für eine neue proaktive Sicherheitspolitik, eine ergebnisorientierte Analyse von Ursachen und Folgen von Risiken, die Kriterien für eine Handlungs- und Entscheidungsfähigkeit politischer Akteure erbringen. Politik- und sozialwissenschaftliche Forschung leistet dadurch einen aktiven Beitrag zur Politikberatung.

**Bevölkerungsmobilität, Gesellschaft, Globalisierung, Identität, Integration, Internationale Beziehungen, Internationalität, Migration, Nationalismus, Politik, Soziologie, Transformationsprozesse**

Taking Europe as an example, an examination is conducted within the course of the analysis of 'Europeanization processes' in social science research of the extent to which the need for a collective European international identity, which is not dependent on population mobility, is associated with deeper European integration. Such research analyzes the relationship between nationhood and the increasing European and global networking of nation states with collective identification versus increased attempts at nationalism. An assessment is conducted of the opening up of nation state regions with a growing cross-border link and stronger transnational integration and collectivization of social, economic, political and cultural interactions and groupings.

Consequences of globalization, such as migration and integration and their individual processing, are among the priorities of this research topic. Personal affective, emotional and migration-related characteristics form another aspect of migration research. Against the background of affective migration efforts the question of which emotional crises are defined and how they are overcome is scrutinized. The latter is relevant to the question of necessary psychotherapeutic support for affected target groups.

Migration, its causes, processes and sociocultural consequences are analyzed in various research projects on different timescales and geographical areas. Migration since prehistory is one topic of research, aimed at gaining knowledge of the forms of historical and cultural change over large timeframes to the present. Such research involves the reconstruction of cultural phenomena and geographical areas, which may be the departure or destination region for migration. Classical and geoscience disciplines are working closely together for this purpose.

Developments and risks of population mobility remain the focus of research. The collaborative research project "Competence Network Crossroads Asia: conflict, migration, development", supported by the Federal Ministry of Education and Research, is for example researching development potential and risks of altered exchange processes in the border region of Kazakhstan, Kyrgyzstan and Xinjiang. The impacts of the latest post-socialist transformation and globalization processes on use of resources and on local and international exchange of people, ideas and goods are studied here. Migration dynamics for the purpose of acquiring education also form the object of research cooperation.

Moreover, aspects of dangers and risks within the scope of international relations are generally key topics of research. Risks are scrutinized in terms of security policy aspects, which arise from transformation processes in changing political systems and in the context of globalization, through the increasing dependence between governmental and nongovernmental protagonists. One research goal is to develop practices for a new proactive security policy, a result-oriented analysis of causes and consequences of risks, which provide criteria for the ability of political protagonists to take decisions and actions. As a result, political and social science research makes an active contribution to political advice.

**Population mobility, society, globalization, identity, integration, international relations, internationality, migration, nationalism, politics, sociology, transformation processes**

## 2.9. Soziokulturelle Dynamiken – Gesellschaft, Kultur, Medien und Wissen im Wandel

*Prinzipien soziokultureller Dynamiken und die Frage, wie diese Dynamiken definiert werden können, widmen sich in interdisziplinärer Zusammenarbeit verschiedene, vor allem geistes- und kulturwissenschaftliche Forschungsvorhaben. Zugleich partizipiert die Forschung von der wissenschaftlichen Expertise der geistes- und sozialwissenschaftlich orientierten Regionalwissenschaft. In den nachfolgenden Forschungsthemen geht es um die Darstellung der Forschung zu dieser Fragestellung wie auch zu den Mechanismen gesellschaftlichen und kulturellen Wandels und der Tradierung von Wissen, Kulturträgern und Kunst über große Zeiträume hinweg. Dabei wird auch betrachtet, welchen Stellenwert Kunst und Wissenskonzepte haben und wie neue Medien in der zunehmend medienorientierten digitalen Gesellschaft agieren.*

### 2.9.1. Kulturkontinuität und -diskontinuität – heterogene Transformationsprozesse von Gesellschaften und Kulturträgern vom Altertum bis zur Neuzeit

Vor allem historische, altertums-, kultur- und sozialwissenschaftliche Forschung zeigt, dass sich die Dynamik von Prozessen soziokultureller Veränderung und Erneuerung sowohl innerhalb von Gesellschaften als auch in und zwischen den materiellen und immateriellen Kulturgütern umfassend gewandelt haben. Erforscht werden diese Aspekte in den Zeitphasen von der Antike, über das Mittelalter bis in die Frühe Neuzeit und Moderne. Hierbei erfolgt eine Rezeption kultureller Phänomene, so zum Beispiel in der Rezeption der Antike, in künstlerischen und sprachlichen, auch literarischen Phänomenen seit der frühen Neuzeit zur Konstruktion neuer kultureller Modelle. Soziokultureller Wandel findet dabei in ökonomisch und politisch, wie auch in gesellschaftlich, religiös und künstlerisch geprägten Kontexten statt. Zugleich kann dieser Wandel Stabilität und Instabilität, Sicherheit und Unsicherheit in Gesellschafts-, Wirtschafts- oder politischen Systemen erzeugen. Nachfolgend werden Indikatoren und Phänomene kulturellen Wandels verschiedener Zeiten und soziokultureller Facetten vorgestellt.

Im DFG-Exzellenzcluster der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder „TOPOI – The Formation and Transformation of Space and Knowledge in Ancient Civilizations“ wird die Abhängigkeit von Raum und Wissensordnungen, die

räumliche Bedingtheit von Wissensgenerierung und -weitergabe, in den verschiedenen Zivilisationen des Vorderen Orients, des nordafrikanischen, des Mittelmeer- und Schwarzmeerraumes sowie Europas vom 6. Jahrtausend vor Christus bis um 500 nach Christus untersucht. Dabei geht es um die historischen, kulturellen, politischen, sozialen und wirtschaftlichen Dimensionen des Wissens in diesen Kulturlandschaften und um die Formen des Kultur- und Wissenstransfers. Es werden Räume und Formen von Wissen, das heißt philosophische Richtungen, Geschichtsschreibung und Textüberlieferungen antiker Dichtung analysiert. Hierzu gehören weitere Kulturträger und materiale Hinterlassenschaften wie zum Beispiel Bildwerke oder kulturspezifische Siedlungs- und Lebensweisen. Hieran wird die

Abgussammlung Antiker Plastik Berlin |  
Cast Collection of Ancient Sculptures Berlin



© Bernd Wannenmacher

## 2.9. Sociocultural dynamics – society, culture, media and science in times of change

*Principles of sociocultural dynamics and the question of how such dynamics can be defined are dedicated in interdisciplinary cooperation to various, primarily humanities and cultural science research projects. At the same time research benefits from the academic expertise of humanities and social science-oriented area studies. The following research topics depict research into this question and the mechanisms of social and cultural change and the trading of knowledge, cultural bodies and art over long timeframes. An assessment is also conducted of the significance of art and knowledge concepts and how new media operate in the increasingly media-oriented digital society.*

### 2.9.1. Cultural continuity and discontinuity – heterogeneous transformation processes for societies and cultural bodies from ancient times to the modern era

Historical, classical, cultural and social science research shows in particular that the dynamics of processes of sociocultural change and renewal within companies and in and between tangible and intangible cultural assets have changed extensively. These aspects are researched in time phases from ancient times, through the Middle Ages, to the early modern era and the modern age. Cultural phenomena are received here, for example in reception from ancient times, in artistic, linguistic and literary phenomena from the early modern era to the construction of new cultural models. Sociocultural change takes place in economic, political, social, religious and artistic contexts. At the same time this transformation may generate stability and instability, security and uncertainty in social, economic or political systems. Indicators and phenomena of cultural transformation in different eras and sociocultural aspects are presented below.

Dependence on space and knowledge systems, the geographical relativity of knowledge generation and transfer in various civilizations of the Middle East, North Africa, the Mediterranean and Black Sea region and Europe from the 6th millennium BC to 500 AD are examined in the DFG excellence cluster of the Excellence Initiative of the German Federal and State governments “TOPOI – The Formation and Transformation of Space and Knowledge in Ancient Civilizations”. This relates to the historical, cultural, political, social and economic dimensions of knowl-

edge in these cultural landscapes and to forms of cultural and knowledge transfer. Areas and forms of knowledge, i.e. philosophical trends, historiography and written records of ancient literature are analyzed. These include other cultural bodies and material legacies, such as works of art or culture-specific settlement methods and lifestyles. The theory of space as a constituent element in the origin, specification and transformation of cultures, knowledge and societies is compiled using the example of the cultural history phases of prehistory, classical ancient and late classical times. At the same time the analysis of causes and effects of social and cultural development and change processes in prehistoric and ancient cultures in other cultural and social areas forms an object of research. The goal is to draw conclusions on possible consistency or destabilization and discontinuity of cultural, economic and social forms and political classification systems, but also to analyze the causes of their possible consistency. This can be seen for example in the fact that external cultural phenomena are integrated into existing phenomena, but do not change them. As a result the question of whether destabilization or consistency of cultures and societies can be identified due to external cultural influences and whether the influences may produce new uncertainties and discontinuities in existing sociocultural systems is scrutinized. Evidence of such consistency or changes may be written sources and material legacies of ancient cultures. These research goals, which are compiled based on prehistoric, ancient classical and late classical cultural and social systems, do not lose their up-to-date nature in the research of culture-changing or culture-destabilizing phenomena and causes in present-day cultures and social systems, regardless of their geographical settlement areas and structures.

The DFG research unit “Transcultural negotiations in the ambits of art. Comparative perspectives on historical contexts and current constellations” examines the importance of artistic practices and processes as factors and indicators of cross-cultural transformation and linking processes between the 13th and late 20th century. Cross-cultural linking processes are analyzed, which transform regional forms of communication and artistic traditions. Dynamics of artistic transformation in Africa, Europe, North and South America and East Asia are assessed here. Integrated art research is conducted using comparative methods and with the involvement of regional and linguistic disciplines. One key issue is learning how the discursive practices of meaning change when origin and reception contexts of works lose their clear indications of origin. This may arise due to the circulation of works and mobility patterns and migration movements of producers and recipients.



Theorie des Raumes als konstituierendes Element in der Entstehung, Spezifizierung und Transformation von Kulturen, Wissen und Gesellschaften am Beispiel der kulturhistorischen Phasen Prähistorie, Klassische Antike und Spätantike erarbeitet. Zugleich ist die Analyse der Ursachen und Wirkungen gesellschaftlicher und kultureller Entwicklungs- und Veränderungsprozesse in den frühgeschichtlichen und antiken Kulturen auf andere Kultur- und Gesellschaftsräume Gegenstand der Forschung. Ziel ist es, Rückschlüsse auf eine mögliche Konstanz oder Destabilisierung beziehungsweise Diskontinuität von Kultur-, Wirtschafts- und Gesellschaftsformen und politischen Ordnungssystemen zu ziehen, aber auch Ursachen von deren möglicher Konstanz zu analysieren. Diese kann sich zum Beispiel darin zeigen, dass eine Integration von fremden Kulturercheinungen in bestehende zwar erfolgt, diese aber nicht verändert. Es wird somit hinterfragt, ob durch fremde Kultureinflüsse eine Destabilisierung oder Konstanz von Kulturen und Gesellschaften feststellbar sind und ob die Einflüsse zu neuen Unsicherheiten und Diskontinuitäten in bestehenden soziokulturellen Systemen führen können. Zeugnisse derartiger Konstanz oder Veränderungen können Schriftquellen und materiale Hinterlassenschaften antiker Kulturen sein. Diese Forschungsziele, die anhand vorgeschichtlicher, antiker und spätantiker Kultur- und Gesellschaftssysteme erarbeitet werden, verlieren nicht an Aktualität bei der Erforschung kulturverändernder bis hin zu kulturdestabilisierender Phänomene und Ursachen in Kulturen und Gesellschaftssystemen der Gegenwart unabhängig von deren geographischen Siedlungsräumen und Ordnungsstrukturen.

Die DFG-Forschergruppe „Transkulturelle Verhandlungsräume von Kunst. Komparatistische Perspektiven auf historische Kontexte und aktuelle Konstellationen“ untersucht die Bedeutung von künstlerischen Praktiken und Prozessen als Faktoren und Indikatoren kulturübergreifender Wandlungs- und Verflechtungsprozesse zwischen dem 13. und späten 20. Jahrhundert. Hierfür werden kulturübergreifend Verflechtungsprozesse analysiert, die regionale Verständigungsformen und Traditionen des Künstlerischen transformieren. Betrachtet werden dabei Dynamiken künstlerischen Wandels in Afrika, Europa, Nord- und Südamerika sowie Ostasien. Integrative Kunstforschung geschieht durch komparatistische Methode und durch Einbindung regional- und sprachwissenschaftlicher Disziplinen. Eine der zentralen Fragestellungen ist es zu erfahren, wie sich die diskursiven Praktiken der Bedeutungszuweisung verändern, wenn Entstehungs- und Rezeptionskontexte von Werken ihre eindeutigen Herkunftsindizes verlieren. Dies kann sowohl durch die Zirkulation der Werke selbst als auch durch Mobilitätsmuster und

Migrationsbewegungen von Produzierenden und Rezipierenden entstehen.

Ein weiterer Aspekt kultureller Dynamik, kultureller Interaktion und Reflexion besteht im Bereich der kunsthistorischen Forschung in der Analyse bildlicher Evidenz, der sich die Kolleg-Forschergruppe „BildEvidenz. Geschichte und Ästhetik“ in Hinblick auf ihre historischen, kulturellen und gesellschaftlichen Zusammenhänge widmet. Einen Forschungsgegenstand bildet hierbei die Frage, wie Bilder in bestimmten, zum Beispiel sozialen, religiösen, politischen, kulturellen, ökonomischen oder epistemologischen, Kontexten mit spezifischen Anspruchs- und Repräsentationszielen nicht nur auf inhaltlich-ikonographischer Ebene wirken, sondern sich ebenso durch ästhetische Bedeutungsproduktion mitteilen. Es geht dabei um Bildreflexion und um die Vermittlung von Bildprogrammen in unterschiedlichen Zusammenhängen und Zeitphasen, von der mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Kunst bis hin zur Bildproduktion und Kunst der Gegenwart. Künstlerische Objekte und Praktiken wirken als Faktoren und ikonologische Indikatoren transkultureller Wandlungen.

Transformationsprozesse zwischen Kulturen und Gesellschaften setzen die Bereitschaft zu Öffnungsprozessen sowie zu gesellschaftlichen und kulturellen Interaktionen voraus. Transformationsprozesse auf gesellschaftlicher Ebene betreffen soziopolitische Beziehungen, Integrationsprozesse und die Lebenssituation der Menschen diesseits und jenseits von Nationalstaatlichkeit. Die Öffnung von Nationalstaaten führt dabei zu grenz- und kulturüberschreitenden Verflechtungen und Vergesellschaftungsprozessen sowie zu Transformationen und Interaktionen gesellschaftlicher, kultureller und politischer Phänomene. Diese Aspekte werden zum Beispiel anhand europäischer Integrations- und nationaler Öffnungsprozesse in der DFG-Forschergruppe „Europäische Vergesellschaftungsprozesse. Horizontale Europäisierung zwischen nationalstaatlicher und globaler Vergesellschaftung“ untersucht. Hinterfragt wird anhand der Europäisierung ebenso, wer die Akteure solcher Öffnungsprozesse sind und welche Konsequenzen diese Transformationen für die Staaten, für überregionale Gebiete und für die jeweiligen Bevölkerungen haben, etwa im Hinblick auf einen soziostrukturellen Wandel, auf Ungleichheit und möglicherweise entstehende soziale und staatenübergreifende politische Konflikte; denn Transformationen sind nicht allein auf menschliche Mobilitätsprozesse beschränkt, sie betreffen ebenso kulturelle oder religiöse Objekte, Praktiken und Riten, gesellschaftliche und politische Ordnungssysteme und ihre Bedeutungen, die kulturelle und nationalstaatliche Grenzen überschreiten, okkupieren oder assimilieren können.



Bearbeitung von Funden | Processing of findings

© Institut für Prähistorische Archäologie | © Institute of Prehistoric Archaeology

Another aspect of cultural dynamics, cultural interaction and reflection is the area of art history research in the analysis of visual evidence, which is dedicated to the historical, cultural and social correlations of the collaborative research center “Visual evidence. History and aesthetics”. One subject of research here is the question of how images not only have an impact on a content-related, iconographic level in certain social, religious, political, cultural, economic or epistemological contexts with specific eligibility and representation goals, but also communicate with one another through aesthetic production of meaning. This involves iconic reflection and the mediation of image programs in different contexts and time phases, from medieval art and art in the early modern era to present-day image production and art. Artistic objects and practices are regarded as factors and iconology indicators of transcultural changes.

Transformation processes between cultures and societies require a readiness to opening processes and social and cultural interactions. Transformation processes on a social level affect sociopolitical relations, integration processes and people’s life situation of people beyond nationhood. The opening up of nation states produces cross-border

and cross-cultural links and collectivization processes and transformations and interactions of social, cultural and political phenomena. These aspects are studied for example based on European integration and national opening processes in the DFG research unit “European collectivization processes. Horizontal Europeanization between nation state and global collectivization”. The question of who the protagonists are in such opening processes and the consequences of such transformations for states, transregional areas and the local population is scrutinized based on Europeanization, with regard to socio-structural change, inequality and any possible social and intergovernmental political conflicts; transformations are not limited to human mobility processes, they also relate to cultural or religious objects, practices and rituals, social and political classification systems and their meanings, which may cross, occupy or assimilate cultural and nation state borders.

Based on the example of the East Asian region, the excellence-funded “Graduate School for East Asian Studies” conducts research on economic, social and cultural dynamics. Expertise from area studies subjects is merged with an East Asian research focus. One key topic of the research program is the analysis of institutional areas,

Am Beispiel des ostasiatischen Raumes erforscht die exzellenzgeförderte „Graduiertenschule für Ostasienstudien“ wirtschaftliche, soziale und kulturelle Dynamiken. Hier fließt die Expertise aus den regionalwissenschaftlichen Fächern mit ostasiatischem Forschungsschwerpunkt zusammen. Zentrales Thema des Forschungsprogramms bildet die Analyse von institutionellen Bereichen wie Politik, Rechtssystem, Wirtschaft, Verwaltung, Bildung, Kunst, Religion und soziale Institutionen in vergleichender Perspektive. Daran wird ein theoretisch und empirisch fundiertes Verständnis der Genese, der Wirkungen und der Abhängigkeiten von Institutionen in Ostasien herausgebildet. So wird untersucht, wie diese institutionellen Bereiche aktuelle Herausforderungen mit regionalen und globalen Auswirkungen beeinflussen. Die Forschung der Graduiertenschule trägt unter anderem dazu bei, die Institutionen des ostasiatischen Raums im Rahmen verschiedener institutioneller Theorievarianten innovativ zu betrachten.

Ideentransfer und deren Akteure seit dem 18. Jahrhundert werden in dem sich neu etablierenden DFG-Graduiertenkolleg zum Thema „Global Intellectual History“ erstmals und innovativ untersucht. Bei diesem neuen Forschungsfeld geht es um die Akteure, Rezipienten und Mechanismen globaler intellektueller Produktion und deren inhaltliche Schwerpunkte, um Reaktionen auf globale Verflechtungsprozesse, um die Entstehung grenzüberschreitender und universeller Ideen und soziokultureller Transformationen jenseits regionalen nationalhistorischen Denkens. Betrachtet wird hierbei auch die Rolle nicht-westlicher Akteure. Zugleich beinhaltet der Diskurs zur inhaltlichen Ausrichtung der Globalgeschichte die Anforderung, den Eurozentrismus durch Aufhebung der Dichotomie zwischen der sogenannten westlichen und der übrigen Welt sowie ihrer nationalgeschichtlich basierten Deutungsmuster zu überwinden und damit historische Transfer- und Austauschprozesse auf globaler und überregionaler Ebene zu betrachten. Vergleichbares lässt sich im dual ausgerichteten Diskurs um den nationalen und damit identitätsbildenden Entstehungs- und um den überregionalen Transferkontext von Literatur erkennen hinsichtlich der Fragestellung, wie sich das Verhältnis der nationalen Literatur im globalen Zusammenhang positioniert, aus dem der Begriff „Weltliteratur“ entstanden ist, und was dieser umfasst. Auch hier gilt es, eurozentristische Sichtweisen abzulegen und die Funktionen von Kultur, in diesem Forschungsbeispiel von Literatur, zu abstrahieren.

Die Forschung zu dem hier anhand ausgewählter Forschungsvorhaben dargestellten Schwerpunkt umfasst somit ein fachüberspannendes Arbeitsfeld, in dem historische, sozial-, kultur-, kunst- und altertumswissenschaftliche

Forschungsvorhaben gemeinsam innovative Methoden und Ergebnisse zu soziokulturellen Dynamiken, ihren Mechanismen, Auswirkungen und Akteuren unabhängig von Regionen und Zeiträumen erarbeiten.

**Altertum, Geschichte, Gesellschaft, Gesellschaftswandel, Kultur, Kulturelle Dynamiken, Kulturelle Transformationsprozesse, Kulturdiskontinuität, Kulturkontinuität, Kulturträger, Kulturwandel, Kunst, Ostasien, Politik, Stabilität und Unsicherheit, Wissen**

### 2.9.2. Gesellschafts- und Religionsforschung in Kulturen des Vorderen Orients

Verschiedene geistes- und sozialwissenschaftliche Fächer der Freien Universität Berlin erforschen interdisziplinär die Beziehungen und die Beeinflussung von Gesellschaften des Vorderen Orients in den Bereichen Kultur, Recht, Religion, Politik und Ideengeschichte. Die islamwissenschaftliche, kulturwissenschaftlich und historisch basierte Forschung legt dabei einen Schwerpunkt auf religiöse und historische Entwicklungen bis zur Moderne. Behandelt werden sowohl der Status und die Rolle religiöser und ethnischer Minderheiten, aus wissenschaftsgeschichtlicher Sicht die islamische Wissenskultur und das islamische Recht als auch Genderfragen der Gegenwart.

Eine Schreiberin aus Jerusalem | A writer from Jerusalem



© Annett Martini



such as politics, legal system, economy, administration, education, art, religion and social institutions in comparative perspectives. A theoretical and empirically founded understanding is developed of the emergence, effects and dependencies of institutions in East Asia. An analysis is conducted of how these institutional areas affect the latest challenges with regional and global impacts. The Graduate School research also contributes to an innovative assessment of institutions in the Asian zone within the scope of various institutional theoretical variants.

Transfer of ideas and the protagonists thereof since the 18th century are first examined innovatively in the newly established DFG research training group on the subject of “Global Intellectual History”. This new research field relates to the protagonists, recipients and mechanisms of global intellectual production and their content-related priorities, reactions to global linking processes, the origin of cross-border and universal ideas and sociocultural transformations beyond regional, national history thinking. The role of non-western protagonists is also assessed here. At the same time discourse on the content alignment of global history includes the requirement to overcome eurocentrism by removing the dichotomy between the ‘western world’ and the rest of the world and its national history based interpretative patterns and thereby assess historical transfer and exchange processes on a global and transregional level. A comparable situation can be identified in the dual-aligned discourse on the national and identity-forming origin and the cross-regional transfer context of literature with regard to the question of how national literature is positioned in a global context, which has produced the concept of “world literature”, and what this encompasses. Eurocentric perspectives must be discarded here and functions derived from culture, and in this example from literature.

Research into the priority described here based on selected research projects covers an interdisciplinary field of work in which historical, social, cultural, artistic and classical studies research projects jointly compile innovative methods and findings on sociocultural dynamics, their mechanisms, impacts and protagonists independently of regions and timescales.

**Ancient times, history, society, social change, culture, cultural dynamics, cultural transformation processes, cultural discontinuity, cultural continuity, cultural bodies, cultural change, art, East Asia, politics, stability and uncertainty, knowledge**

## 2.9.2. Social and religious research in cultures of the Middle East

Various humanities and social science subjects at Freie Universität Berlin conduct interdisciplinary research on relations and influence of societies of the Middle East in the areas of culture, law, religion, politics and history of ideas. Islamic studies, cultural science and historically-based research place the emphasis on religious and historical developments to the modern era. The status and role of religious and ethnic minorities, Islamic culture and Islamic law from a scientific history perspective and present gender issues are handled here.



© Elisabetha Ragagnin  
Alttürkische Runeninschrift | Old Turkic runic inscription

The religious and cultural history of Christianity and Judaism, their history, literature and religion from biblical times to the present are also a comprehensive subject of research. The history and literature of Judaism in late classical geographical and cultural areas and its social and humanities-related history since the late Middle Ages are examined in the Middle East and Europe. Moreover, works of the Koran and the genesis of Islam are researched, along with its economic history context; the fact that a series of Jewish scholars have dealt with the Koran and Islam is hardly known.

Other subjects of analysis are the interaction and transformation of oriental legal systems, such as Zoroastrian and Islamic law from the 7th to the 11th, the mutual influences of which are analyzed.



Zugleich bilden die Religions- und Kulturgeschichte des Christen- und Judentums, ihre Geschichte, Literatur und Religion von der Biblischen Epoche bis zur Gegenwart einen umfassenden Gegenstand der Forschung. So werden die Geschichte und Literatur des Judentums im geographischen und kulturellen Raum der Spätantike und ihre Sozial- und Geistesgeschichte seit dem Spätmittelalter im Vorderen Orient und in Europa untersucht. Erforscht werden ferner Arbeiten zum Koran und zur Islamgenese sowie ihr wissenschaftshistorischer Kontext; denn es ist kaum bekannt, dass sich eine Reihe an jüdischen Gelehrten mit dem Koran und dem Islam befassten.

Weitere Untersuchungsgegenstände bilden die Interaktion und der Wandel orientalischer Rechtssysteme, als Beispiel sind das zoroastrische und islamische Recht vom 7. bis zum 11. Jahrhundert zu nennen, deren wechselseitige Beeinflussung analysiert wird.

Forschung zu gegenwärtiger islamischer Kultur und Gesellschaft betrachtet auch Formen der Radikalisierung. So werden religiös motivierte und geschlechtsspezifisch geformte Reaktionen junger Menschen auf radikale islamische Prediger bezüglich der Fragestellung studiert, welche Faszination von den Predigern ausgeht und wie es zur Radikalisierung Jugendlicher kommt. Es zeigt sich hierbei, dass jugendtypische Lebenssituationen sowie Geschlechterkonzeptionen und -verhältnisse bei den Radikalisierungsprozessen einflussnehmend sein können.

Die Forschung zu Gesellschaft und Religion in Kulturen des Vorderen Orients berücksichtigt ferner Aspekte der Selbstidentifikation und Fremdwahrnehmung, die am Beispiel der jüdischen Kultur untersucht werden. Zu den Fremdwahrnehmungen und von außen gesteuerten Konstruktionen zählt beispielsweise der Antisemitismus. Diese Untersuchungen sind eingebunden in Fragestellungen nach deren Transkulturalität und Partizipation im Kontext europäischer Kultur. Damit verbunden ist die kulturgeschichtliche und politikwissenschaftliche Forschung zur jüdischen Erinnerungskultur und Migrationsgeschichte des 20. Jahrhunderts und insbesondere zur Rolle Berlins als neues Zentrum jüdischer Kultur und Migration. Dabei werden die transnationalen Verbindungen der Migrantinnen und Migranten sowie ihre Mittlerrolle zwischen Ost und West berücksichtigt und die komplexen Beziehungen zwischen ost- und westeuropäischen Juden differenziert dargestellt.

Verflechtungen zwischen arabischen, vorderasiatischen und europäischen Kulturräumen haben komplexe interkulturelle Beziehungen zur Folge, aus denen Fremd- und

Eigenwahrnehmungen auf die heterogenen Facetten von Gesellschaft, Kultur und Religion bereits seit der Spätantike entstanden sind.

**Arabische Kulturen, Christentum, Europa, Fremdwahrnehmung, Gesellschaftssysteme, Identifikation, Islam, Judentum, Kultur, Minderheiten, Religionssysteme, Vorderer Orient**

### 2.9.3. Wissenskonzepte im Wandel

Der Transfer von Wissen und seine Mechanismen in komplexen Austauschprozessen von der sogenannten Alten Welt bis in die Frühe Neuzeit in europäischen und außereuropäischen Kulturen und Gesellschaften sowie Dynamiken des Wissenswandels sind Themen verschiedener geistes- und kulturwissenschaftlicher Forschungsvorhaben. Welche Mechanismen hinter dem Aufbrechen von Traditionen und der Neuordnung der Wissensbestände seit dem Mittelalter stehen, die zur Generierung neuen oder Tradierung bestehenden Wissens führen, bilden einen Teil wissenschaftlicher Fragestellungen zu diesem Thema. Diese Fragen behandelt zum Beispiel der DFG-Sonderforschungsbereich „Episteme in Bewegung“. Eines seiner Ziele ist es, die wissenschaftsgeschichtliche Forschung zur Vormoderne neu zu orientieren. Hierzu gehört auch die Erkenntnis, dass – anders als wissenschaftsgeschichtlich oft vermutet – das Phänomen Wissen zu beweglichen immateriellen Gütern zählt, es nicht konstant, regionen- oder traditionsbehaftet sein muss und sogenannte vormoderne Kulturen und Gesellschaften bereits interkulturell einen Wissenswandel und -transfer mit eigenen Dynamiken erzeugen konnten. Erkenntnisse zu den Faktoren errungenen Wissens und der Tradierungsprozesse von Wissen und Wissenswandel, zu Akteuren, Diskursen und Praktiken sind in der Forschung dieses Sonderforschungsbereichs ebenso von Bedeutung wie für die Wissensgeschichte der Moderne.

Ferner werden Wissenstradierung und -wandel in den verschiedenen Sparten entstehenden und vermittelnden Wissens untersucht, wie zum Beispiel in der Kunst. So wird das Wissen in der Kunst der Renaissance hinsichtlich der Bedeutung von visuellen Medien bei geschichtlichen Wissenskonfigurationen und -vermittlung hinterfragt. Des Weiteren werden Prozesse des Wissenstransfers, der transkulturellen Vermittlung aber zugleich auch der Überlagerung von Wissen zwischen geographischen Räumen wie Europa und dem Vorderen Orient erforscht. Neben

Research into present-day Islamic culture and society also considers forms of radicalization. Religiously-motivated and gender-specific reactions of young people to radical Islamic preachers are studied with regard to the question of the fascination of preachers and how young people are radicalized. This shows that typical life situations of young people and gender concepts and relationships may be influential in radicalization processes.

Research into society and religion in cultures of the Middle East also considers aspects of self-identification and external perception, which are analyzed using the example of Jewish culture. Antisemitism for example involves external perceptions and constructions controlled from outside. Such analyses are incorporated into questions about their transcultural nature and participation in the context of European culture. This is associated with cultural history and political science research into Jewish culture of remembrance and migration history of the 20th century and in particular the role of Berlin as a new center of Jewish culture and migration. Migrants' international connections and their mediator role between East and West are considered here and complex relations between East and West European Jews are presented in differentiated form.

Links between Arabic, Middle Eastern and European cultural areas result in complex intercultural relations, from which external and internal perceptions of the heterogeneous aspects of society, culture and religion have arisen since late classical times.

**Arabic cultures, Christianity, Europe, external perception, social systems, identification, Islam, Judaism, culture, minorities, religious systems, Middle East**

### 2.9.3. Knowledge concepts in times of change

The transfer of knowledge and its mechanisms in complex exchange processes from the 'Old World' to the early modern era in European and non-European cultures and societies and dynamics of changing knowledge are topics of various humanities and cultural science research projects. The mechanisms behind the breakup of traditions and reclassification of knowledge since the Middle Ages, which result in the generation of new or trading of existing knowledge, are among the scientific questions on this subject. Such questions are dealt with for example by the DFG collaborative research center "Episteme in motion".



Tuwinischer Märchenerzähler | Tuvan storytellers

One of the goals is to realign historical research to the premodern era. One finding – contrary to what is often assumed as the history of science – is that the phenomenon of knowledge is a mobile, intangible asset, it is not constant, must be region or tradition-related and 'premodern' cultures and societies could produce intercultural knowledge transformation and transfer with their own dynamics. Findings on the factors of knowledge gained and trading processes for knowledge and changing knowledge, on protagonists, discourses and practices are just as important in research conducted by this collaborative research center as for the history of knowledge in the modern era.

Moreover, knowledge trading and transformation in the various divisions of generated and mediated knowledge are analyzed, such as in art. Knowledge in Renaissance art is scrutinized in terms of the importance of visual media for historical knowledge configurations and mediation.



© Shabo Talley

Syrisch-aramäisches Evangeliar aus Hah (13. Jahrhundert) |  
 Syrian-Aramaic Gospel Book from Hah (13th century)

visueller Wissensvermittlung bekommt die auditive Wissensweitergabe gleichermaßen eine bedeutende Rolle in der Forschung zugeschrieben. Untersucht werden der epistemische Status des Hörens in der Moderne, die Frage, welche Funktionen das Hören bei der Wissensproduktion und -kommunikation hat, welche Formen des auditiven Wissens sich innerhalb der Wissenschaften und der verschiedenen kulturellen und künstlerischen Gattungen, wie Musik, darstellende Künste, Literatur, aber auch Philosophie und der Politik erfassen lassen.

Historisch orientierte Forschung widmet sich der Bedeutung weltweiter Interaktionen zwischen Gesellschaften und Wissenskategorien sowie der Globalisierung von Wissen, da Wissensproduktionen nicht lokal begrenzt, sondern polyzentrisch verlaufen können. Als ein Beispiel ist die Untersuchung des Transfers und der Konstituierung von Wissen zwischen Europa und Lateinamerika im 19. und 20. Jahrhundert zu nennen, die anhand der Länder Argentinien und Deutschland durchgeführt wird. Vergleichbare Forschung erfolgt bezüglich der Wissenszirkulation zwischen Brasilien und Europa. Hier werden zum einen die Akteure als Träger und Vermittler von Wissen und zum anderen die Zirkulation von Wissensbeständen selbst betrachtet.

Wissenskonzepte im Wandel – Forschung zu diesem Themenkomplex will aufzeigen, wie global zirkulierende Inhalte des Wissenstransfers sowie Wissensträger, -kategorien und die Darstellung von Wissen in den jeweiligen lokalen Zusammenhängen, zum Beispiel in den gesellschaftlichen Bereichen Staat und Wissenspolitik, wissenschaftliches Wissen, Ideentransfer, Rezeptionsgeschichte von Wissen sowie Wissen und Lebenswelten, wirken können.

**Wissen, Wissenskommunikation, Wissenskonzepte,  
 Wissensvermittlung, Wissenswandel**

#### 2.9.4. „Mediale Gesellschaften“: Kulturtechniken, Kommunikationsformen, soziale Medien

Transformation und Wandel kultureller Phänomene zwischen Gesellschaften sowohl materieller als auch immaterieller Art unabhängig räumlicher Begrenzungen sind ein immer wiederkehrender und kontinuierlicher Prozess seit der Antike, wie dies in den vorangegangenen Kapiteln in kurzer Auswahl dargestellt wurde.

Textuelle, visuelle oder auditive Medien als Überbringer und Austausch von Informationen, als Träger von Kulturtechniken und künstlerischen Entwicklungen, als Initiatoren neuer Denkprozesse und Wahrnehmungen sowie als Medium für Rezeptionen sind Teile der soziokulturellen Transformation mit Bedeutung für Gesellschaft, Kultur, Kunst, Politik und Öffentlichkeit. Die schnelle und globale Entwicklung der sogenannten Social Media der letzten Jahre, wie zum Beispiel Facebook, Twitter, YouTube, Instagram, Wikis, Kommentarbereiche, Foren oder Blogs, hat einen neuen Aspekt soziokultureller, aber auch politischer und öffentlicher Kommunikations- und Einflussformen geschaffen: Die Rolle soziokultureller Transformation und Austausches haben daher besonders die neuen IT-basierten Medien als Wissens-, Informations- und Kommunikationsträger, aber auch als Entscheidungsträger übernommen. Medien generell wie auch die öffentliche und politische Kommunikation sind dabei von verschiedenen gesellschaftlichen Wandlungsprozessen – wie durch Globalisierung, Digitalisierung oder Ökonomisierung – beeinflusst. Zugleich wirken Medien auf die gesellschaftliche, öffentliche oder private sowie politische Kommunikation impulsgebend ein. Darüber hinaus bringen sie durch ihre IT-bedingte Übertragungsgeschwindigkeit und Kurzlebigkeit eine neue Facette von Zeit, Raum und Inhalt in die Informationsübermittlung und -verarbeitung zwischen Akteuren und Rezipienten.

Die Kommunikationswissenschaften beispielsweise erforschen die Bedingungen, Prozesse, Einflussphasen, Inhalte und Wirkungen von medialer Kommunikation zwischen unterschiedlichen politischen und kulturellen Gesellschaften. Welchen Einfluss- und Gestaltungsspielraum können neue soziale Medien auf politische Entscheidungen der Bevölkerung einnehmen? Diese Fragestellung beschäftigt zum Beispiel die DFG-Forschergruppe „Politische Kommunikation in der Online-Welt“. So werden die Kommunikations- und Einflussformen von Medien und ihrer Akteure in arabischen Ländern in vergleichender Perspektive vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Umbruchsituation untersucht und hinterfragt, wie es ihnen gelingt, gesellschaftliche und politische Transformationsprozesse zu er-

Furthermore, processes of knowledge transfer, transcultural mediation and the overlap of knowledge between geographical areas such as Europe and the Middle East are researched. In addition to visual conveyance of knowledge, auditory knowledge transfer is assigned a similarly important role in research. The epistemic status of listening in the modern era, the question of the functions of listening in knowledge production and communication, the forms of auditory knowledge can be recorded within sciences and the various cultural and artistic genres, such as music, performing arts, literature, and philosophy and politics are also examined.

Historically-oriented research is dedicated to the importance of global interactions between societies and knowledge categories and the globalization of knowledge, given that productions of knowledge may proceed in a polycentric rather than locally restricted manner. The study of the transfer and constitution of knowledge between Europe and Latin America in the 19th and 20th centuries, carried out based on Argentina and Germany, can be mentioned as an example. Comparable research is conducted with regard to knowledge circulation between Brazil and Europe. Protagonists are also assessed as carriers and conveyors of knowledge, along with the circulation of knowledge inventories.

Knowledge concepts in transformation – research into this subject area is intended to show how globally circulating knowledge transfers and knowledge carriers and categories, and the presentation of knowledge in local contexts can take effect, for example in social areas of government and knowledge policy, scientific knowledge, transfer of ideas, reception history and knowledge and living environments.

**Knowledge, knowledge communication, knowledge concepts, knowledge mediation, changing knowledge**

#### 2.9.4. *“Media societies”*: cultural techniques, forms of communication, social media

Transformation and change in cultural phenomena between societies of a tangible and intangible nature, regardless of spatial limitations, have been a recurring and continual process since ancient times, as presented in brief in the preceding sections.

Text, visual or audio media in the form of messengers and exchange of information in the form of carriers of cultural techniques and artistic developments, as initiators of new thought processes and perceptions and a medium for receptions, are parts of sociocultural transformation with significance for society, culture, art, politics and public. The rapid and global development in social media in recent years, such as Facebook, Twitter, YouTube, Instagram, Wikis, comment zones, forums or blogs, has created a new factor in sociocultural, political and public forms of communication and influence: in particular new IT-based media have assumed the role of sociocultural transformation and exchange as knowledge, information and communications carriers, but also as decision makers. Media in general and public and political communications are influenced by various social transformation processes – such as through globalization, digitalization or economization. At the same time media have a stimulating effect on social, public or private and political communications. Furthermore, their IT-related transmission speed and short-lived nature mean they bring a new aspect of time, space and content to information transmission and processing between protagonists and recipients.

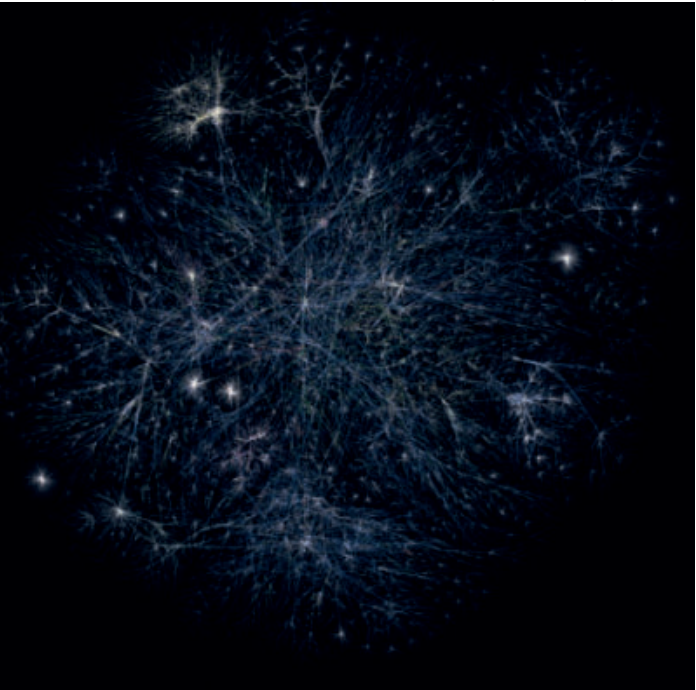
Communications sciences for example research the conditions, processes, spheres of influence, contents and effects of media communications between different political and cultural societies. What influence and creative freedom can new social media have on people’s political decisions? This question is dealt with for example by the DFG research unit “Political communications in the online world”. The forms of communication and influence of media and their protagonists in Arabic countries are studied in a comparative perspective against the background of the current political situation of radical change and the question of how they manage to produce social and political transformation processes is scrutinized. One goal is to conduct a time and country comparative analysis of the existence and spread of organizational practices and structural elements in the area of media-government relations, relations between government organizations and news media in the online world. The theoretical basis is formed by organizational communications, the interaction of journalism and strategic policy mediation with simultaneous attempts at professional autonomy, analysis of selected media-based discourses, approaches to government communications and the digitalization of political communications.

Another research field is presented which assumes affective dynamics of images in the age of social media. Based on photographic documentation of political events for ex-



zeugen. Eines der Ziele ist die zeit- und ländervergleichende Untersuchung der Existenz und Verbreitung von organisationalen Praktiken und strukturellen Elementen im Bereich der sogenannten Media-Government-Relations, der Beziehungen zwischen Regierungsorganisationen und Nachrichtenmedien in der Online-Welt. Theoretische Basis bilden die Organisationskommunikation, das Zusammenwirken von Journalismus und strategischer Politikvermittlung bei gleichzeitigem Bestreben um professionelle Autonomie, die Analyse der Auswahl medialbasierter Diskurse, Ansätze der Regierungskommunikation sowie der Digitalisierung politischer Kommunikation.

„Cyberspace“ | “Cyberspace”



© Institut für Informatik | © Institute of Computer Science

Ein weiteres Forschungsfeld ist es darzustellen, welche affektiven Dynamiken von Bildern im Zeitalter von Social Media ausgehen. Es werden anhand fotografischer Dokumentationen beispielsweise von politischen Ereignissen die Praktiken der Social Media, aber auch die Remediation von Bildern durch Künstlerinnen und Künstler betrachtet. Im Zentrum der Forschung stehen hierbei die Entwicklungen der Social Media seit den Terroranschlägen von New York 2001 bis zu den Umbrüchen in Nordafrika und der arabischen Welt seit 2011, die maßgeblich zur Entstehung neuer zivilgesellschaftlicher Proteste führten. Audiovisuelle Medien als Dokumentationsträger von politischen und gesellschaftlichen Krisen werden hinsichtlich des Einflusses auf gesellschaftliche Debatten und auf ästhetische

Strategien der Zuschaueraffizierung über die Bilder untersucht. Ziel ist es, Erkenntnisse in Affektrhetoriken des Audiovisuellen zu gewinnen.

Unter dem Thema „Andersdenken digital“ wird am Beispiel des russischen Internets die Funktion des Mediums Internet als individueller Freiraum und zugleich öffentlicher, politisch orientierter Gegenraum beobachtet. Hierbei lässt sich feststellen, dass sich im digitalen Andersdenken kognitive, soziale und politische Aspekte verschränken. Die Ereignisse 2011 und 2012 in Russland, als Bürgerinnen und Bürger online gegen eine beschränkte politische Öffentlichkeit protestierten, festigen die aktuelle Bedeutung des Internets als einen Raum des Andersdenkens, das zunehmend auch Andershandeln fördern kann.

Im Zusammenhang mit der Gattung Populärkultur als eine weitere Form medialer Wirkung werden in der von der DFG unterstützten Forschergruppe „Ästhetik und Praxis kultureller Serialität“ die für die populäre Kultur spezifischen Formen, Dynamiken und Funktionen seriellen Erzählens in verschiedenen medialen Bereichen – digitalen und analogen Erzählformaten – untersucht. Populärkultur wird hierbei als ein kommerzielles, an sogenannte Massen gerichtetes und auf technologische Medien angewiesenes Praxisfeld der Herstellung, Wahrnehmung und Nutzung ästhetischer Formen definiert, welches seit dem 19. Jahrhundert im europäischen und amerikanischen Kulturraum verbreitet ist. Betrachtet wird die populäre Serialität auch im Zusammenhang kultureller Variabilität und ihres Einflusses auf die wahrnehmende Verarbeitung durch die Rezipienten.

Die ausgewählten Forschungsaktivitäten zeigen, dass eines der wesentlichen Ziele der Kommunikationsforschung darin besteht, Funktion von Medien sowohl auf analoger als auch auf digitaler Ebene, Strategien des Medieneinsatzes, Dynamiken des Medienwandels und Wandels von Kommunikationspraktiken, -geschwindigkeiten und -räumen unterschiedlicher medialer Trägerformen zu verstehen. Medienwandel, -nutzung und -rezeption sind zugleich globale Phänomene, jedoch abhängig vom jeweiligen gesellschaftlichen, soziopsychologischen, kulturellen, politischen oder wirtschaftlichen Entstehungskontext, von kultureller und soziologischer Diversität und daher kontextgebunden herauszuarbeiten.

**Digitale Kommunikationsformen, Gesellschaft, Informationsträger, Kulturtechniken, Medieneinfluss, Medienwandel, Moderne Medien, Politische Ereignisse, Social Media**



© Bernd Wommersley

Philologische Bibliothek der Freien Universität Berlin |  
Philological Library of Freie Universität Berlin

ample, the practices of social media are assessed as well as the remediation of images by artists. Research is focused on developments in social media since the terrorist attacks on New York in 2001, through to upheavals in North Africa and the Arab world since 2011, which largely resulted in the origin of new civil protests. Audiovisual media, as documentation carriers of political and social crises, are analyzed in terms of the impact on social debates and aesthetic strategies of viewer affixation through images. The goal is obtain findings in affective rhetoric of the audiovisual.

Under the topic “Digital different thinking” the function of the Internet as an individual free space and public, politically-oriented counter-space is monitored using the example of the Russian Internet. It can be stated that cognitive, social and political aspects are intertwined in digital different thinking. The events of 2011 und 2012 in Russia, when citizens protested online against limited political openness, enhance the current significance of the Internet as a space for thinking differently, which may increasingly support acting differently.

In relation to the genre of popular culture as another form of media outlet, specific forms, dynamics and functions of serial storytelling in various media areas – digital and analogue storytelling formats – are examined for popular culture in the “Aesthetics and practice of cultural seriality” research unit supported by the DFG. Popular culture is defined here as a commercial field of practice for production, perception and use of aesthetic forms that are aligned to the ‘masses’ and reliant on technological media, which has been distributed in the European and American cultural space since the 19th century. Popular seriality is also assessed in relation to cultural variability and its impact on perceptive processing by recipients.

Selected research activities show that one of the significant goals of communications research is to understand the function of media on an analog and digital level, strategies for media use, dynamics of changing media and transformation of communications practices, speeds and areas of different forms of media carriers. Media transformation, use and reception are global phenomena, but depend on the relevant social, sociopsychology, cultural, political or economic origin context, on cultural and sociological diversity and are therefore compiled in relation to context.

**Digital forms of communication, society, information carriers, cultural techniques, media influence, media transformation, modern media, political events, social media**

### 3. Ausblick auf innovative Forschungsfelder

Die in Auswahl vorgestellte Forschung zeigt die Kernkompetenzen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Freien Universität Berlin in spezifischen, inter- und transdisziplinären Forschungsfeldern mit deren jeweiligen weiteren Wissenschaftsthemen. Diese übergeordneten Forschungsfelder selbst können untereinander wiederum thematische Überschneidungen beinhalten, die aus unterschiedlicher fachlicher Perspektive untersucht werden und sich somit komplementär zueinander verhalten.

Einige Beispiele hierfür werden nachfolgend benannt. Die natur- und sozialwissenschaftliche Forschung zu den Themen Sicherheit, Unsicherheit, Gesellschaft und soziale Ungleichheit zeigt sich in den Forschungsfeldern „Sicherheit- und Unsicherheitsforschung“, „Der Mensch in der Gesellschaft“ sowie „Komplexe Systeme“. Die Migrationsforschung findet sich wieder in den Themenblöcken „Transregionale Beziehungen“ sowie „Bildungsprozesse und Bildungserträge“. Gesundheit, Krankheit und Sicherheit von Mensch und Tier werden in den Forschungskomplexen „Biomedizinische Grundlagenforschung“, „Der Mensch in der Gesellschaft“, „Mensch-Umwelt-Interaktion“, „Komplexe Systeme“ sowie „Sicherheit- und Unsicherheitsforschung“ behandelt. Klima-, Umwelt- und Energieforschung sowie Nachhaltigkeit bilden zentrale Themen in den Forschungsfeldern „Mensch-Umwelt-Interaktion“, „Bildungsprozesse und Bildungserträge“, „Komplexe Systeme“ und „Zukunftsweisende Materialforschung“. Phänomene von soziokulturellen Transferprozessen, Governanceformen und Globalisierung werden in den Forschungsfeldern „Transregionale Beziehungen“ und „Soziokulturelle Dynamiken“ untersucht. Die fachlich unterschiedliche Sicht auf diese vielfältigen Forschungsthemen und ihre zukunftsweisenden Forschungsergebnisse reagiert auf Herausforderungen, die von weitreichender gesellschaftlicher Relevanz sind.

In den dargestellten fächerübergreifenden Forschungsfeldern, die in der Individual- und Verbundforschung bearbeitet werden, zeichnen sich wiederum neue interdisziplinäre Forschungskomplexe ab, zu denen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Freien Universität Berlin impulsgebend arbeiten, sie verstetigen und sich über die Universität hinausgehend mit weiteren Wissenschaftseinrichtungen auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene vernetzen.

In den beschriebenen natur- und lebenswissenschaftlichen Forschungsfeldern, besonders unter Beteiligung der Fachbereiche Physik, Biologie, Chemie, Pharmazie, Mathematik und Informatik sowie Veterinär- und Humanmedizin, sind enge Netzwerke und wiederum zukunftsrelevante Forschungsschwerpunkte entstanden. Hierzu gehören die funktionelle Nanoforschung, die Molekular-, Protein- und Materialforschung, die Fortentwicklung neuer Schlüssel-

technologien sowie die Infektionsmedizin, die Erforschung regenerativer Therapiemöglichkeiten und die Resistenzforschung. Die interdisziplinäre Forschung verzahnt hierbei ganzheitlich Grundlagenforschung und praktische Anwendung miteinander, beispielsweise im klinischen Bereich.

© Anke/Kundik



Mikroorganismen bei der Arbeit | Microorganisms at work

Die Fachgebiete Biologie, Chemie, Pharmazie sowie Human- und Veterinärmedizin erarbeiten neue Ansätze zur Vermeidung von Infektionen und ihren erregerspezifischen Strategien oder neue Formen ihrer medizinischen Therapie sowohl im humanen als auch im tierischen Bereich – Infektionen, die beispielsweise Epidemien auslösen, über die Interaktion zwischen Mensch und Tier oder durch Übertragung in der Lebensmittelkette entstehen können. Hierfür wird in der Molekularforschung die Interaktion oder Blockade von pathogenen Erregern in molekularen funk-



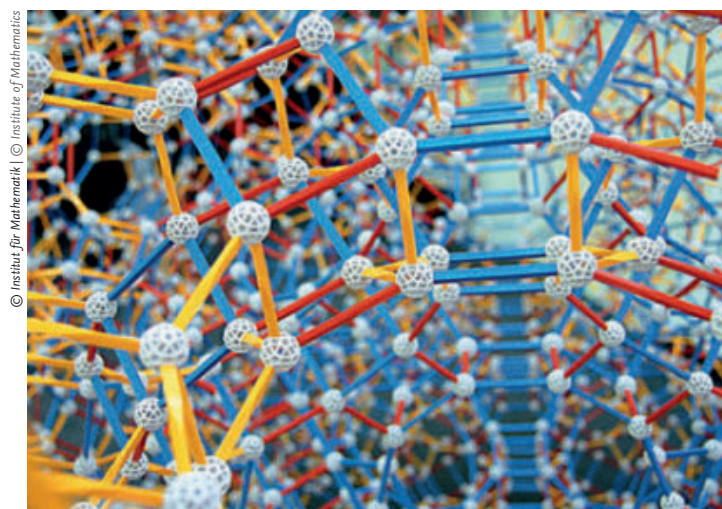
### 3. Outlook for Innovative Research Fields

**Research presented as a selection shows the core skills of scientists at Freie Universität Berlin in specific, interdisciplinary and transdisciplinary research fields with other academic subjects. However, these primary research fields themselves may contain thematic overlaps, which are studied from different specialist perspectives and behave in complementary fashion with one another.**

Some examples are specified below. Natural and social science research on the topics of security, insecurity, society and social inequality are shown in the research fields “Security and uncertainty research”, “Man in society” and “Complex systems”. Migration research is reflected in the subject blocks “Transregional relations” and “Education processes and educational returns”. Human and animal health, illness and safety are handled in the research subjects “Biomedical fundamental research”, “Man in society”, “Human-environmental interaction”, “Complex systems” and “Security and uncertainty research”. Climate, environmental and energy research and sustainability are key topics in the research fields “Human-environmental interaction”, “Education processes and educational returns”, “Complex systems” and “Forward-looking materials research”. Phenomena of sociocultural transfer processes, forms of governance and globalization are analyzed in the research fields “Transregional relations” and “Sociocultural dynamics”. The different specialist perspective on these varied research topics and their forward-looking research findings are a reaction to challenges of extensive social relevance.

The depicted interdisciplinary research fields, which are handled in individual and collaborative research, allow new interdisciplinary research complexes to emerge, which are given an impetus - through the work of scientists at Freie Universität Berlin – consolidated and networked, beyond the University, with other scientific institutions on a regional, national and international level.

Close networks and future-relevant research priorities arose in the described natural and life science research fields, in particular with the involvement of the specialist areas of physics, biology, chemistry, pharmacy, mathematics and computer science, as well as veterinary and human medicine. These include functional nanoresearch, molecular, protein and materials research, continued development of new key technologies and infection medicine, research of regenerative therapy options and resistance research. Interdisciplinary research connects integrated fundamental research and practical application to one another, for example in the clinical sector.



Zometool | Zometool

The specialist areas of biology, chemistry, pharmacy and human and veterinary medicine devise new approaches to avoiding infections and their pathogen-specific strategies or new forms of medical therapy in humans and animals – infections which trigger epidemics for example, which may be produced through interaction between humans and animals or through transmission in the food chain. The interaction or blocking of pathogens in molecular functional processes is examined at biointerfaces in molecular research, and this is intended to provide findings on infections and resistance. The increase in resistant pathogens, primarily to antibiotics, requires intensive research to overcome viral or bacterial originators and for treatment options for the infectious diseases triggered by them, which may represent a high risk potential to human and animal health and may also have socioeconomic consequences.

Research in mathematics and computer science acts as an innovator in various areas of human life, in complex systems and ‘digital world of the future’. This research provides an impetus for a new digital world through the continued development of information technologies and communications media, artificial intelligence or the processing of large data quantities. The findings from fundamental research and simulations and modeling of com-



tionellen Vorgängen an Biogrenzflächen untersucht, die Erkenntnisse über Infektionen und Resistenzen erbringen sollen. Die Zunahme von resistenten Erregern, vor allem gegen Antibiotika, erfordert die intensive Forschung zur Bekämpfung der viralen oder bakteriellen Verursacher und zu den Behandlungsmöglichkeiten der von ihnen ausgelösten Infektionskrankheiten, die ein hohes Risikopotenzial für die Gesundheit von Mensch und Tier gleichermaßen bilden und zudem sozioökonomische Folgen haben können.

Forschung der Mathematik und Informatik fungiert als Innovator in verschiedenen Bereichen menschlichen Lebens, in komplexen Systemen und in der sogenannten digitalen Welt der Zukunft. Diese Forschung ist impulsgebend für eine neue digitale Welt durch die Fortentwicklung der Informationstechnologien und Kommunikationsmedien, der Künstlichen Intelligenz oder der Verarbeitung großer Datenmengen. Ihre Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung sowie die Simulationen und Modellierungen komplexer Prozesse fließen in alle Lebensbereiche des Menschen ein. Beispiele hierfür sind mathematische Klimamodelle und die Simulation von Klima- und Umweltereignissen, mathematische Modellierungen und Computersimulationen komplexer Systeme mit Skalenkaskaden zur Bestimmung naturwissenschaftlicher Systeme, ferner die Fortentwicklung von Schlüsseltechnologien, die in den Bereichen Medizin und Gesundheit praktisch angewendet werden können. Dieses Anwendungsspektrum betrifft nicht nur beispielsweise die mathematische Simulation von Implantaten und physiologischen Faktoren oder neue Bildgebungsverfahren in der Medizintechnik, sondern auch den Bereich der sogenannten E-Health zur Verbesserung der medizinischen und sozialen Gesundheitsversorgung und ihrer Wirtschaftlichkeit durch die Anwendung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien. Hierzu gehören unter anderem IT-gestützte Hilfsmittel für Menschen mit Beeinträchtigungen, wie zum Beispiel robotergesteuerte autonome Fahrstühle oder autonome Fahrzeuge im Straßenverkehr, die eine neue Form von Unabhängigkeit, Mobilität und sozialer Teilnahme des Menschen ermöglichen. Computersimulationen und neue mathematische Modellierungstechniken helfen ferner, Interaktionen biologischer Systeme zu beschreiben. Mit ihnen können im Bereich der Systembiologie der Phänotyp kompletter Organismen studiert und dadurch pharmazeutisch relevante Zielmoleküle identifiziert werden. Im Bereich der Pharmakologie sind somit weitere Studien zum Wirkstoff-einsatz und zur Therapie möglich.

Die Erforschung moderner Technologien und Materialien sowie die Molekular- und Proteinforschung bringen grundlegende Erkenntnisse und neue Anwendungsmöglichkeiten für die Nutzung alternativer Ressourcen, die die Schonung von Umwelt, Klima und Rohstoffen zur Folge haben, bis hin zur Entwicklung von neuartigen Wirkstoffen in Medikamenten. So sind Ergebnisse aus der Nanoforschung für die Fortentwicklung neuer Energiequellen anwendbar. Forschung über den Einsatz nanoskaliger Strukturen und die Beeinflussung ihres Aufbaus eröffnen bislang unbekannte Möglichkeiten für die Verwendung nanoskaliger Systeme in der Medizin, in den Materialwissenschaften sowie in der Elektronik und Optoelektronik beziehungsweise Photonik. Molekularforschung auf dem Gebiet der chemischen und biologischen Katalyse fördert die Nutzung von verschiedenen Energiequellen, lässt alternative Energiespeichersysteme und Brennstoffträger entstehen und leistet damit einen wesentlichen Beitrag zum Wandel für eine effiziente umweltschonende Rohstoffverwendung, zum nachhaltigen Klima- und Umweltschutz und letztlich auch zur Energiewende.

Geistes-, politik- und sozialwissenschaftliche Forschung in den vorgestellten übergreifenden Forschungsfeldern der Freien Universität Berlin beschäftigt sich ganzheitlich und in fächerüberspannender Zusammenarbeit mit der weltweiten globalen Vernetzung, ihren heterogenen Ausprägungen kultureller, politischer, gesellschaftlicher oder ökonomischer Art und ihren Folgen, mit den überregionalen gesellschaftlichen Ordnungsprinzipien sowie der politischen und ökonomischen Vormachtstellung der sogenannten westlichen Welt in vergangenen Zeitphasen bis zur Gegenwart. Es geht dabei um die Analyse und weltweite Verflechtung verschiedener Gesellschafts-, Kultur-, Rechts- und Wirtschaftssysteme, um deren Formen sowie um die Wahrnehmung und Interpretation eigener und fremder Gesellschaftsordnungen und Kulturen sowie die Folgen der Verbindungen und Einflussnahmen von und zwischen Gesellschafts- und Kultursystemen. Soziokulturelle Veränderungen, die beispielsweise durch Transfer und Wandel von Kulturphänomenen und -trägern, durch die schnelllebige Fortentwicklung der Kommunikationsformen insbesondere durch neue, digitale Medien, durch die Weitergabe von Wissenskonzepten wie auch durch weltweite Mobilitäts- und Migrationsströme hervorgerufen werden, sind Gegenstand der Erforschung kultureller und gesellschaftlicher Systeme seit der Vorgeschichte in unterschiedlichen Räumen der Erde. Hinterfragt wird dabei, welche Veränderungen soziokulturelle Dynamiken in gesellschaftlichen, politischen, ökonomischen oder auch in religiösen und ökologischen Systemen erzeugen, welche sozialen, ökonomischen, ökologischen oder politischen

plex processes are influence all areas of human life. Examples include mathematical climate models and the simulation of climate and environmental events, mathematical modeling and computer simulations of complex systems with scale cascades to ascertain natural science systems, as well as the continued development of key technologies that can be applied in practice in the medical and health sectors. This spectrum of application not only affects the mathematical simulation of implants and physiological factors for example, or new imaging methods in medical technology, but also the area of 'e-health' to improve medical and social healthcare and their cost effectiveness through the application of innovative information and communications technologies. These include IT-supported tools for people with impairments, for example robot-controlled, autonomous wheelchairs or autonomous vehicles in road traffic, which allow people to have a new form of independence, mobility and social participation. Computer simulations and new mathematical modeling techniques help to describe interactions of biological systems. They can be used in system biology to study the phenotype of complete organisms and to identify pharmaceutically-relevant target molecules. Additional studies on the use of active ingredients and therapy are therefore possible in the pharmacology sector.

Research on modern technologies and materials and molecular and protein research generate fundamental findings and new possible applications for alternative resources, resulting in conservation of the environment, climate and raw materials, through to the development of new active ingredients in medicines. Nanoresearch findings are applicable to the continued development of new sources of energy. Research on the use of nanoscale structures and the influence of their structure create so far unknown opportunities to use nanoscale systems in medicine, material sciences and electronics and optoelectronics or photonics. Molecular research in the area of chemical and biological catalysis promotes the use of different energy sources, allows for alternative energy storage systems and fossil fuels and thereby makes a significant contribution to the transformation to an efficient, environmentally-friendly use of raw materials, to sustainable climate and environmental protection and ultimately to energy transition.

Humanities, political and social science research in the comprehensive research fields at Freie Universität Berlin, through integrated and interdisciplinary cooperation, deal with global networking, heterogeneous characteristics of a cultural, political, social or economic nature and their consequences, with cross-regional social classification principles and political and economic supremacy of the 'western

© Christoph Heuback



Laborversuch | Laboratory experiment

world' in the past through to the present. This involves the analysis and global linking of various social, cultural, legal and economic systems, their forms and the perception and interpretation of internal and external social structures and cultures and the consequences of connections and influences of and between social and cultural systems. Sociocultural changes, which are brought about by transfer and transformation of cultural phenomena and carriers, by the fast-moving development of forms of communication, in particular through new, digital media, through transfer of knowledge concepts and global mobility and migration trends, form the object of research of cultural and social systems since prehistoric times in different regions of the Earth. Questions about the changes which are produced through sociocultural dynamics in social, political, economic or even religious and ecological systems, on which social, economic, ecological or political conflicts, uncertainties and advantages may be generated for society, integration and adjustment options to sociocultural aspects are scrutinized. One priority of assessment is the colonial era supremacy of the 'western world' and its social structure. The consequences of such western dominance, the changes evoked through averting and overcoming such consequences and the economic, ecological and political conflicts produced as a result are examined.

Konflikte, Unsicherheiten, aber auch Vorteile für die Gesellschaft, für Integrations- und Anpassungsmöglichkeiten soziokultureller Aspekte daraus entstehen können. Ein Schwerpunkt der Betrachtung hierzu ist die unter anderem kolonialzeitlich bedingte Vormachtstellung der sogenannten westlichen Welt und ihrer Gesellschaftsordnung. Erforscht wird, welche Folgen diese westliche Dominanz hatte und hat, welcher Wandel durch eine Abkehr und Überwindung von dieser evoziert wurde und welche ökonomischen, ökologischen und politischen Konflikte dadurch entstanden sind beziehungsweise entstehen.

Untersucht werden ferner die Transfer- und Rezeptionsprozesse von kulturellen und gesellschaftlichen Phänomenen seit der Vorgeschichte bis heute vor dem Hintergrund von globalen Verflechtungen und Veränderungen. Gegenstand der Forschung sind beispielsweise Aspekte nationaler Identitäten und deren Interaktion mit überregionalen Einflüssen, die in Form von Kunst, Kultur, Litera-

so destruktiv und destabilisierend sein. Es geht dabei somit um die Positionierung kultureller und gesellschaftlicher Erscheinungsformen sowohl auf lokaler als auch um ihre Einordnung, ihre Funktion und ihren Stellenwert auf globaler überregionaler Ebene.

Die Forschung der Freien Universität Berlin, wie sie im vorliegenden Bericht dargestellt wurde, verlässt rein disziplinäre Strukturen und Konventionen. Sie führt unterschiedliche Fachgebiete so zusammen, dass hierdurch eine Fokussierung der Forschung auf vielschichtige, neue Forschungsfelder entsteht, in denen gesellschaftlich, politisch, kulturell, ökonomisch, naturwissenschaftlich und medizinisch wichtige Themen unter einem wissenschaftlich ganzheitlichen und damit umfassenden Blickwinkel erforscht und sich zugleich neue wissenschaftliche Fragestellungen für weitere innovative Forschungsszenarien und -potenziale ergeben werden.



© David Ausserhöfer

Physiklabor | Physics Lab

tur, Religion oder durch Bevölkerungsmobilität entstehen und damit neue Perspektiven soziokultureller Öffnung, aber auch neue gesellschaftliche oder politische Problemlagen durch die Dualität von lokalen und globalen gesellschaftlichen, kulturellen und politischen Strömungen hervorbringen. So können Transferprozesse in und zwischen verschiedenen Kultur- und Gesellschaftsordnungen integrativ, soziokulturell innovativ und damit stabilisierend wirken, sie können in anderen Gesellschaftssystemen bei ausbleibender Integration oder Störung der Homogenität eben-

Moreover, transfer and reception processes of cultural and social phenomena from prehistoric times until today are studied against the background of global links and changes. The object of research for example includes aspects of national identities and their interaction with cross-regional influences, which arise in the form of art, culture, literature, religion or as a result of population mobility and bring about new perspectives of sociocultural opening, as well as new social or political problems due to the duality of local and global social, cultural and political trends. Transfer processes in and between various cultural and social orders may have an integrative, socio-culturally innovative and consolidating effect, and may also be destructive and destabilizing in other social systems in case of lack of integration or disturbed homogeneity. This relates to the positioning of cultural and social manifestations on a local level and to their classification, function and significance on a global, transregional level.

Research at Freie Universität Berlin, as shown in this report, dispenses with purely disciplinary structures and conventions. Such research combines different specialist areas, meaning that a focus of research is produced in multi-layered, new research fields, where social, political, cultural, economic, natural science and medically important issues are researched under a scientifically integrated and comprehensive point of view and new scientific questions are produced for additional innovative research scenarios and potential.



## Anhang

### *Forschung der Freien Universität Berlin: Zusammenstellung von Internetquellen*

Die nachfolgende Zusammenstellung an Internetadressen gibt eine Übersicht an Online-Quellen, über die Forschungsaktivitäten der Freien Universität Berlin recherchierbar sind.

- Forschung der Freien Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de/forschung/>
- Drittmittelprojekte der Freien Universität Berlin: <https://serrata.elsa.fu-berlin.de/dmv#>
- Publikationen der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Freien Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de/sites/ub/ueber-uns/unibibliographie/>
- CampusLeben – Forschung der Freien Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de/campusleben/forschen/>
- Die Freie Universität Berlin im Profil: <http://www.fu-berlin.de/universitaet/profil/>
- Expertinnen und Experten der Freien Universität Berlin über aktuelle Themen aus Wissenschaft, Politik, Gesellschaft, Wirtschaft: <http://www.fu-berlin.de/presse/expertendienst/>
- Homepage der Freien Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de>

## Attachment

### *Research at Freie Universität Berlin: compilation of Internet sources*

The following summary of Internet addresses provides an overview of online sources, via which research activities at Freie Universität Berlin can be researched.

- Research at Freie Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de/forschung/>
- Externally funded projects at Freie Universität Berlin: <https://serrata.elsa.fu-berlin.de/dmv#>
- Publications of academics and scientists at Freie Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de/sites/ub/ueber-uns/unibibliographie/>
- Campus life – research at Freie Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de/campusleben/forschen/>
- Freie Universität Berlin in profile: <http://www.fu-berlin.de/universitaet/profil/>
- Experts at Freie Universität Berlin on current topics from science, politics, society, economy: <http://www.fu-berlin.de/presse/expertendienst/>
- Homepage of Freie Universität Berlin: <http://www.fu-berlin.de>

## Impressum

### **Herausgeber**

Das Präsidium der Freien Universität Berlin  
Abteilung Forschung  
Kaiserswerther Straße 16–18  
14195 Berlin  
[www.fu-berlin.de/forschung/](http://www.fu-berlin.de/forschung/)

### **Konzeption und Redaktion**

Abteilung Forschung  
Dr. Annette Lewerentz

### **Übersetzung**

KERN AG – Global Language Services Berlin  
[www.e-kern.com/](http://www.e-kern.com/)

### **Grafikdesign und Reinzeichnung**

metagate Berlin GmbH  
[www.metagate-berlin.com](http://www.metagate-berlin.com)

### **Druck**

Buch- und Offsetdruckerei  
H. Heenemann GmbH & Co. KG  
[www.heenemann-druck.de](http://www.heenemann-druck.de)

### **Auflage**

1.000 Exemplare

### **Stand**

18.05. 2017

## Legal notice

### **Publisher**

Executive Board of Freie Universität Berlin  
Research Department  
Kaiserswerther Strasse 16–18  
14195 Berlin, Germany  
[www.fu-berlin.de/en/forschung/](http://www.fu-berlin.de/en/forschung/)

### **Concept and editing**

Research Department  
Dr. Annette Lewerentz

### **Translation**

KERN AG – Global Language Services Berlin  
[www.e-kern.com/](http://www.e-kern.com/)

### **Graphic design and pre-press**

metagate Berlin GmbH  
[www.metagate-berlin.com](http://www.metagate-berlin.com)

### **Printing**

Buch- und Offsetdruckerei  
H. Heenemann GmbH & Co. KG  
[www.heenemann-druck.de](http://www.heenemann-druck.de)

### **Print run**

1,000 copies

### **Last updated**

18.05. 2017



Freie Universität Berlin · Kaiserswerther Straße 16–18 · D-14195 Berlin · [www.fu-berlin.de](http://www.fu-berlin.de)