

Umwelt und nachhaltige Entwicklung

Sektion „Umweltwissenschaften“

Environment and Sustainable Development

Section “Environmental Sciences”



Impressum

Legal Information

Herausgeber <i>Publisher:</i>	Leibniz-Gemeinschaft Chausseestraße 111 10115 Berlin info@leibniz-gemeinschaft.de www.leibniz-gemeinschaft.de
Präsident <i>President:</i>	Matthias Kleiner
Redaktion <i>Editorial Office:</i>	Sektion „Umweltwissenschaften“ Barbara Hentzsch (IOW) Matthias Premke-Kraus (Geschäftsstelle)
Fotos <i>Photos:</i>	Cover: Martina Bauchrowitz/IGB 6/7: Fabian Zapatka 16/17: Tilo Arnold/TROPOS 26/27: Jarno Müller/ZALF
Grafiken, Layout <i>Graphics, Layout:</i>	Daniel Franz
Stand <i>Last Update:</i>	08/2021

Inhalt

Content

Einleitung	4
<i>Introduction</i>	5
I. Die Hydrosphäre	
Meere und Ozeane Binnengewässer und Grundwasser	6
<i>I. The hydrosphere</i>	
<i>Seas and oceans Inland waters and groundwater</i>	7
II. Die Atmosphäre	12
<i>II. The Atmosphere</i>	13
III. Die Lithosphäre	14
<i>III. The Lithosphere</i>	15
IV. Querschnittsaufgabe Erforschung von Klimawandel und Klimafolgen	18
<i>IV. Cross-sectional theme: research into climate development and climate impacts</i>	19
Kooperationen und Assoziierungen	22
<i>Collaborations</i>	23
Zukunftsperspektiven	24
<i>Future prospects</i>	25
Die Sektion in Zahlen	28
<i>The Section in Figures</i>	29
Die Leibniz-Einrichtungen der Sektion	30
<i>Leibniz Institutes of the Section</i>	31

Einleitung

Die acht Institute der Sektion E betreiben eine integrierte Forschung zum besseren Verständnis des Systems Erde in jedem der drei Bereiche Hydro-, Litho- und Atmosphäre und den Wechselwirkungen mit der Biosphäre. Dabei liegt der Schwerpunkt jeweils dort, wo die Verzahnung mit den menschlichen Aktivitäten besonders eng ist, in der Troposphäre, den Küsten- und Schelfmeeren, den Binnengewässern und den landwirtschaftlich genutzten Landflächen. Als Querschnittsaufgabe nimmt die Erforschung der Klimaentwicklung und die Effekte der Klimaerwärmung und des Globalen Wandels in der Sektion einen breiten Raum ein.

Dieses Sektionsprofil stellt die wissenschaftlichen Schwerpunkte der Forschung vor:

- In der Hydrosphäre: **Küsten- und Randmeere, Binnengewässer und Grundwasser**
- In der Atmosphäre: **Troposphäre**
- In der Lithosphäre: **Agrarsysteme**
- Als Querschnittsaufgabe: **Erforschung von Klimaentwicklung und Effekte der Klimaerwärmung und des Globalen Wandels**

Die Institute forschen auf der Grundlage von Experimenten im Labor und im Freiland, die teilweise in großem Maßstab angelegt sind. Mit Langzeitbeobachtungen der unbelebten und belebten Materie auf allen Raum-Zeit-Skalen können sie grundlegende Muster erkennen und den Globalen Wandel erfassen. Die Forschung verfolgt einen multidisziplinären Ansatz und bezieht auch sozialwissenschaftliche und ökonomische Expertise ein. So können Lösungen gesucht werden, die den Schutz und eine nachhaltige Nutzung des Erdsystems durch ein integriertes Management konkurrierender Nutzungen ermöglichen. Modelle und Szenarien, die sie auf dieser Grundlage erarbeitet haben, bringen die Institute der Sektion E als Handlungsempfehlungen und innovative Lösungsstrategien in Politik und Gesellschaft ein.

Introduction

The research conducted by the eight institutes within the Section “Environmental Sciences” is geared towards a better understanding of the Earth system integrated observation, in each of the three areas hydrosphere, lithosphere and atmosphere as well as their interaction with the biosphere. Their work focuses on the interfaces at which these spheres most closely intertwine with the human society: in the troposphere, in coastal waters and shelf seas, inland waters, and areas of land used in agricultural systems. In a cross-sectional way, research into climate development and the effects of global change permeate nearly all institutes and thus plays a major common role within the Section.

This section profile includes the following key areas of research:

- In the hydrosphere: [Coastal waters and shelf seas, inland waters and groundwater](#)
- In the atmosphere: [The troposphere](#)
- In the lithosphere: [Agricultural systems](#)
- As a cross-sectional task: [Research into climate development and effects of global change](#)

The institutes conduct their research on the basis of both field observations as well as laboratory and field experiments, some of those also on large scales. Long-term observations of living and non-living matter along all space-time scales identifies fundamental patterns and allows documenting global change and its consequences. The research in Section E takes a multidisciplinary approach and also draws on expertise in the social sciences and economics. In doing so, solutions can be sought that make it possible to sustainably utilise and protect the Earth systems and manage competing usage types. Models and scenarios that the Section’s institutes generate as a result of their work constitute a basis for recommending actions and innovative solution strategies to policy-makers and society.

Die Hydrosphäre

Meere und Ozeane

Ein Fokus der Forschung in der Sektion E liegt auf den **Küsten- und Schelfmeeren**, den Meeresgebieten mit der höchsten biologischen Produktivität. Gleichzeitig sind hier der menschliche Einfluss auf die Meere und die Abhängigkeit des Menschen vom Meer am größten. Die Nutzungsansprüche an die Küsten- und Schelfmeere sind zahlreich: Fischerei und Aquakultur, Seefahrt, Energiegewinnung, Tourismus, Entsorgung, Verkehrswege und Siedlungsflächen. Die Erkenntnisse zur Belastbarkeit der Küstenmeere müssen deshalb vertieft und Strategien für ein **integriertes Management** entwickelt werden.

Küstenmeere sind mit Überdüngung, Sauerstoffzehrung, dem Verlust an Biodiversität und einem beständigen Zustrom an gelösten und festen Schadstoffen von Land konfrontiert. Beispiele für solche Schadstoffe sind



The hydrosphere

Seas and oceans

Among the Section's key research areas are **coastal waters and shelf seas**, the marine areas with the greatest biological productivity. At the same time, this is where human impact on the oceans and human dependence on the sea are greatest. Coastal waters and shelf seas are put to many uses: fishing and aquaculture, shipping, energy generation, tourism, waste disposal, transport routes and settlement areas. Insights into the resilience of coastal waters must therefore be increased, and strategies for **integrated management** be developed.

Coastal waters are under strain from excessive fertilisation, oxygen depletion, loss of biodiversity, and a constant influx of dissolved and solid pollutants from land surfaces. Examples of such pollutants include pharmaceuticals, sunscreen, pesticides and microplastics. Insufficient research



Pharmaka, Sonnenschutzmittel, Pflanzenschutzmittel und Mikroplastik. Die Auswirkungen dieser Stoffe auf die Nahrungsketten sind noch unzureichend erforscht, insbesondere Wechselwirkungen verschiedener Stoffe und Stoffklassen schwer zu fassen. Wenn Organismen geschädigt werden, die eine wichtige Rolle in den miteinander verbundenen Nahrungsketten spielen, können sie ihre Funktion im Ökosystem nicht mehr erfüllen. Damit werden **die Leistungen dieser Ökosysteme** für den Menschen geschwächt oder fallen sogar ganz weg.

Sauerstoffmangel-Zonen nehmen weltweit zu. Am häufigsten kommen sie in den Küsten- und Schelfmeeren vor, wo ein Überschuss an Nährstoffen die Sauerstoffzehrung beschleunigt. Steigende Temperaturen im Zuge des Klimawandels werden diese Entwicklung weiter befördern. Es gehört zu den Schwerpunkten der Meeresforschung in der Sektion E, die **mikrobiellen Aktivitäten**, die diese Prozesse kontrollieren, zu verstehen und zu bemessen. So ist das Verständnis des Stickstoff- und Phosphor-Kreislaufes essentiell, um der Nährstoffübersorgung in den Küstenmeeren entgegenwirken zu können.

An der **Schnittstelle zwischen Land und Meer** gefährden Küstenerosion und Meeresspiegelanstieg die Bevölkerung, ihre Siedlungen und die Grundwasserversorgung. Um die Schäden zu mindern und eine Anpassung zu ermöglichen, müssen die Ursachen dieser Prozesse und ihre Dynamik verstanden werden.

In der Sektion E werden Küstenmeere und ihre Nutzung in allen Klimaregionen untersucht. Schwerpunkte liegen jedoch bei den deutschen „Hausmeeren“ **Nord- und Ostsee** und in **tropischen Gewässern**, wo die Datenlage besonders lückenhaft ist. In den tropischen Küstenregionen gewinnt außerdem die Nahrungsmittelproduktion durch Fischerei und Aquakultur drastisch an Bedeutung. Die nachhaltige Nutzung kann nur sichergestellt werden, wenn Governance-Systeme und ihre Effektivität erforscht werden.

has thus far been conducted into the effects of these substances on food chains. When organisms that play an important role in interlinked food chains are harmed, they might be no longer able to fulfil their function within the ecosystem. [The services of these ecosystems](#) and their benefit for humankind are then diminished or disappear entirely.

Oxygen-deprived zones are increasing on a global scale. They are most commonly found in coastal waters and shelf seas, where an excess of nutrients accelerates oxygen depletion. Rising temperatures due to climate change will speed up this development. Understanding and measuring the [microbial activities](#) controlling these processes represent a key part of the marine research conducted within the Section. It is essential to understand the nitrogen and phosphorus cycle in order to counteract the effects of excess nutrients in coastal waters.

At the [interface between land and sea](#), coastal erosion and rising sea levels endanger the local people, their settlements and their groundwater supply. In order to minimise the damage and enable people to adapt, it is important to understand these processes and their dynamics.

The Section “Environmental Sciences” examines coastal waters and their usage in all climate regions. Yet particular emphasis is placed on Germany’s “local seas”, [the North Sea and the Baltic Sea](#), as well as on [tropical waters](#), for which data sets are particularly fragmented. Food production in tropical coastal waters through fishing and aquaculture is also drastically gaining in importance. Sustainable utilisation of these waters can only be ensured if governance systems and their efficacy are examined.

Binnengewässer und Grundwasser

Binnengewässer, die Flüsse, Seen, Teiche, Feuchtgebiete und Grundwasser umfassen, erbringen wichtige Ökosystem-Dienstleistungen. Zu letzteren gehören beispielsweise die Trinkwasserversorgung, die Fischerei und Aquakultur, der Tourismus und verschiedene Regulierungsfunktionen wie Hochwasserschutz und Wasserreinigung. Die vielfältigen Nutzungsansprüche an Binnengewässer beeinträchtigen deren Struktur und Funktionsweise sowie die von ihnen erbrachten Ökosystem-Dienstleistungen. Zu den stärksten anthropogenen Treibern gehören übermäßige Düngung, Entwässerung und Wasserentnahme, Klimawandel, Umweltverschmutzung, die Einführung exotischer Arten und Wasserbau, die sich auf die Durchgängigkeit und Vernetzung von Wassersystemen auswirken. Die Binnengewässer sind einerseits eng mit den landwirtschaftlichen Nutzflächen und Städten verbunden, andererseits auch mit den Küstengewässern: über das Grundwasser, künstliche Bewässerungssysteme und ihre Fließgewässernetzwerke, die in die Meere münden. Sie spielen deshalb eine bedeutende Rolle als Schnittstelle für Stofftransporte zwischen Land und Meer und bei der Versorgung der Gesellschaft mit Lebensmitteln.

Wie reagieren unsere Binnengewässer auf die vielfältigen menschlichen Nutzungen durch intensive Landwirtschaft, Urbanisierung und den Klimawandel? Diese und ähnliche Fragestellungen lassen sich nur beantworten, in dem die **Struktur und Funktionsweise und die Wechselbeziehungen der Binnengewässer über räumliche und zeitliche Skalen** hinweg sowie die Effekte des Globalen Wandels auf verschiedenen Organisationsebenen – von den Lebensgemeinschaften- bis zur Ökosystemebene - untersucht werden. Dabei steht die Frage im Fokus, wie die wesentlichen System-Steuergrößen durch unterschiedliche Nutzungen und Belastungen beeinflusst werden und wie Binnengewässer auf Nutzungsänderungen und Management-Maßnahmen reagieren. Zu den großen Fragen gehört zudem, welche Auswirkungen der Verlust von Arten- und Lebensraum-Vielfalt auf die Widerstandsfähigkeit und Erholungskapazität der Binnengewässer und auf ihre Ökosystemdienstleistungen hat.

Die nachhaltige Nutzung und der Schutz der Binnengewässer erfordern einen umfassenden Ansatz, der Erkenntnisse auf verschiedenen Ebenen der ökologischen Organisation und räumlichen und zeitlichen Skalen integriert. Ebenso wichtig ist der **Austausch mit den gesellschaftlichen Akteuren**, der einen hohen Stellenwert in der Sektion E hat.

Inland waters and groundwater

Inland waters, i.e. rivers, lakes, ponds, wetlands and groundwater, provide crucial ecosystem services, including the provision of drinking water, fisheries and aquaculture, tourism and several regulatory functions such as preventing floods. Manifold human use-induced pressures affect inland waters and jeopardize their structure and functioning, and the ecosystem services they provide. Droughts, floods, fish kills and toxic algal blooms are consequences that directly affect our society.

How will our inland waters react to human-induced global change, including urbanization, intensive agriculture and climate warming? These and similar questions can only be answered by studying the **structure, functioning and interrelationships of inland waters across spatial and temporal scales**, and different levels of organization – from the population to the ecosystem level. Here, one of the central questions is how the fundamental controlling factors are influenced by various forms of use and stressors, and how freshwater systems respond to societal changes and management. Another key question concerns the effects of the loss of species and habitat diversity on the resistance and resilience of inland waters and their ecosystem services. Inland waters are closely linked with agricultural areas, cities and coastal waters via groundwater, artificial watering systems, and river networks. They therefore play an important role as an interface between terrestrial systems and the sea.

The grand challenges inland waters face demand an encompassing approach, integrating insights at different levels of ecological organization, spatial and temporal scales. Integration with societal drivers similarly is important, reflected in a strongly developed **science-society interface** in the Section E.

Die Atmosphäre

In Bezug auf die Atmosphäre liegt der Schwerpunkt der Sektion E auf der Betrachtung der **Troposphäre**. Hier findet der Austausch der Atmosphäre mit den Ozeanen und Kontinenten statt. Die Troposphäre stellt die „Luft zum Leben“ bereit und wird andererseits gefährdet durch Emissionen aus industrieller Produktion, Verkehr und der Verbrennung fossiler Brennstoffe.

Während die Luftverschmutzung in der Europäischen Union in den vergangenen Dekaden deutlich verringert werden konnte, leiden vor allem die wachsenden Megastädte der Schwellenländer unter Smog, mit gesundheitlichen Folgen für Millionen Menschen. Ob die nationalen und internationalen Maßnahmen zur Luftreinhaltung und zum Klimaschutz Wirkung zeigen, kann nur beurteilt werden, wenn wir die chemischen und physikalischen Zusammenhänge im troposphärischen Multiphasensystem verstehen. Weitere wichtige Informationen liefert die **Erfassung von Luftschadstoffen** in hochbelasteten Regionen für den Gesundheitsschutz.

Neben der Belastung der Troposphäre durch Schadstoffe ist es vor allem ihre **Rolle im Klimageschehen**, die in der Sektion E untersucht wird. **Aerosole, Wolken und Niederschlag** sind immer noch die größten Unsicherheitsfaktoren in Klimamodellen. Wie beeinflussen diese kurzlebigen, hochvariablen Gebilde regional und global den Zustand des Erdsystems? Und welche Rolle spielen menschliche Einflüsse in diesem komplexen Wirkungsgeflecht? Mit den führenden deutschen Kompetenzzentren für Aerosole und Wolken der Troposphäre sowie für Erdsystemanalyse und Klimawirkung ist die Leibniz-Gemeinschaft bestens gerüstet, um diese Fragen zu beantworten.

The atmosphere

With respect to the atmosphere, the Section “Environmental Sciences” specialises in the study of the **troposphere**. This is where the exchange between the atmosphere and the oceans and continents takes place. The troposphere provides the “air for life”, and is endangered by emissions from industrial production, transport and the burning of fossil fuels.

Whereas air pollution within the European Union has been reduced considerably in recent years, it is the growing megacities in emerging countries, in particular, that suffer from smog, which causes health problems for millions of people. The efficacy of national and international measures for combating air pollution and protecting the climate can only be assessed when we understand the chemical and physical relationships within tropospheric multiphase systems. The **recording of air pollutants** in highly impacted regions also provides relevant information for the public health system.

Alongside the stresses imposed on the troposphere by pollutants, the Section above all studies its **role in climate processes**. **Aerosols, clouds and precipitation** remain the largest uncertainties in climate models. How do these short-lived, highly variable formations influence the state of the Earth system in regional and global terms? And what role do human influences play in this highly complex network of effects? With the leading German centres of competence for tropospheric aerosols and clouds, and for Earth system analysis and climate effects, the Leibniz Association is perfectly equipped to answer these questions.

Die Lithosphäre

In Bezug auf die Lithosphäre fokussiert die Sektion „Umweltwissenschaften“ auf die **landwirtschaftlichen Systeme**. Gegensätzliche Nutzungsansprüche in Agrarsystemen führen oft zu komplexen gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Umwelt- und Agrarforschung untersucht ihre Ursachen und entwickelt Lösungsansätze.

Weltweit steigt die Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln und biogenen Rohstoffen für die Industrie und für die energetische Nutzung. Auf der anderen Seite ist es notwendig, natürliche Ressourcen und Ökosystemleistungen durch nachhaltige Produktionsweisen zu schützen. Von zentraler Bedeutung ist es, die Folgen des Klimawandels und des Globalen Wandels für Agrarsysteme zu erkennen: Die zukünftigen Produktionsmöglichkeiten werden davon abhängen, ob es gelingt adäquate Anpassungsstrategien zu entwickeln. Gleichzeitig ist die landwirtschaftliche Produktion Quelle von Treibhausgasen. Diese Emissionen müssen in Zukunft gesenkt werden.

Die Sektion E untersucht, wie die landwirtschaftliche Produktion durch verschiedene Systeme und Konzepte (z.B. nachhaltige Intensivierung, Agroökologie, ökologischer Anbau) nachhaltiger gestaltet werden kann. Besondere Aufmerksamkeit legen die Institute dabei auf Forschungsansätze an der **Schnittstelle von biologischen, technischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Systemen**. Die **Analyse, Modellierung und Bewertung bioökonomischer Produktionssysteme** ermöglicht die Entwicklung neuer Technologien und Managementstrategien. Zunehmend nutzen die Forscherinnen und Forscher neue Methoden der Verarbeitung und Analyse umfangreicher Datenmengen (Big Data), um beispielsweise die räumliche Heterogenität von Standortfaktoren besser zu erfassen und ihre Auswirkungen auf Strategien nachhaltigen Managements besser abschätzen zu können.

Die Forschung der Sektion E analysiert darüber hinaus grundlegende **Prozesse in Agrarlandschaften**, die Wirkung unterschiedlicher Landnutzungen und die daraus entstehenden **Nutzungskonflikte**. Ihr Ziel ist es unter anderem, Wege der effizientesten Nährstoffverwertung der natürlichen Ressourcen zu finden und die Nutzung organischer Nährstoffe optimal an

The lithosphere

With respect to the lithosphere, the Section “Environmental Sciences” specialises in the study of the **agricultural systems**. Competing demands on agricultural systems often lead to complex social challenges. Environmental researchers study the causes and interactions to develop potential solutions.

The demand for food and animal feed as well as biogenic raw materials for industrial and energy applications is growing globally. Yet it is necessary to protect natural resources and ecosystem services by means of sustainable production methods. As future production opportunities will depend on whether we manage to develop adequate adaptation strategies, it is vital to assess the effects of global change on agricultural systems. At the same time, agricultural production is also a source of greenhouse gases, and these emissions have to be reduced.

The Section “Environmental Sciences” examines how agricultural production can be realised in a sustainable way through approaches such as sustainable intensification, agroecology and organic farming with particular emphasis on the diversification of production systems. The institutes pay particular attention to research approaches at the **intersection between biological, technical and social and economic systems**. Based on the **analyses, modelling and evaluation of bioeconomic production systems**, new technologies and management strategies are developed. Researchers are increasingly using new methods of processing and analysing extensive data sets (Big Data), for example to better assess the spatial heterogeneity of site conditions and the implications for sustainable management strategies.

The Section’s researchers also analyse fundamental **processes in agricultural landscapes**, the effects of various kinds of land use, and the resulting **land-use conflicts**. Among others, their research aims to find the most efficient ways to manage natural resources and to utilise nutrients, and to optimally adapt the use of organic nutrients to specific site conditions. They further improve research methods to assess processes and relationships in agricultural landscapes across different scales.

Based on this the Section’s researchers give advice and **recommendations to policy makers and society** for regulating the various demands on agricultural systems and landscapes and on their sustainable development.

den jeweiligen Standort anzupassen. Außerdem verbessern die Institute skalenübergreifende Untersuchungsmethoden für Prozesse und Wechselwirkungen in Agrarlandschaften.

Auf dieser Basis geben die Mitglieder der Sektion E **Empfehlungen für Politik und Gesellschaft** und erarbeiten Lösungsvorschläge, wie die verschiedenen Nutzungsansprüche an die Agrarlandschaften reguliert und nachhaltig gestaltet werden können.





IV. Querschnittsaufgabe Erforschung von Klimawandel und Klimafolgen

Eine zentrale Rolle spielt in der Sektion E die **Klimafolgenforschung**. Sie beschränkt sich nicht auf die Subsysteme Hydro-, Litho- und Atmosphäre, sondern betrachtet die Erde systemübergreifend und weltweit.

Das System Erde unterliegt beständigen periodischen Schwankungen der planetarischen Rahmenbedingungen. Spätestens seit der industriellen Revolution und vor allem seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts werden diese Schwankungen durch die Folgen massiver menschlicher Eingriffe in das Erdsystem überlagert. Diese umfassen beispielsweise Urbanisierung, Umweltverschmutzung, globale Auswirkungen auf die Stoffkreisläufe, Landnutzungsänderungen und den Verlust der biologischen Vielfalt. Der Klimawandel stellt einen übergreifenden Aspekt des Globalen Wandels dar, der sowohl gesellschaftliche als auch ökologische Systeme auf allen Ebenen der Organisation beeinflusst.

Die zentrale Herausforderung der Klimafolgenforschung liegt darin zu erfassen und vorherzusagen, wann, wo und in welchem Ausmaß die Folgen dieses menschlichen Klimawandels auftreten werden.

Diese Analyse wird sowohl auf regionaler als auch auf globaler Ebene verfolgt. Die Forschung auf globaler Ebene soll die sogenannten „**Planetaren Grenzen**“ bzw. „Leitplanken“ erfassen und daraus Handlungsempfehlungen für notwendige politische und gesellschaftliche Maßnahmen formulieren. Ein prominentes Beispiel ist das **Zwei-Grad-Ziel**. Eine Betrachtung auf regionaler Ebene ist notwendig, um Anpassungsstrategien an unvermeidbare Klimafolgen zu entwickeln. Für diese Aufgaben bedarf es zunehmend komplexerer Modelle. Sie sollen Wissenslücken im Verständnis des Klimasystems schließen und Informationen in räumlich immer höherer Auflösung liefern.

Neben den etablierten Bereichen der Umweltforschung wie Landwirtschaft und Hydrologie rückt gegenwärtig etwa der Gesundheitssektor in den Fokus, aber auch sekundäre Effekte wie Konflikte und Migration. Neue Herausforderungen ergeben sich aus der Frage, welche Politikinstrumente zur Verfügung stehen, um international vereinbarte und national angestrebte Klimaschutz-Ziele zu erreichen, und wie sie sich in ihrer Wirksamkeit unterscheiden.

IV. Cross-sectional theme: research into climate development and climate impacts

The Section “Environmental Sciences” plays a key role in **researching climate impacts**. The research is not limited to the subsystems comprising the hydrosphere, lithosphere and atmosphere, but instead takes a cross-system, global approach in observing the Earth.

Earth as a system is subject to constant periodic changes in planetary framework conditions. Since the Industrial Revolution at the latest, and especially since the second half of the twentieth century, these changes have been overshadowed by the consequences of massive human interference with the Earth’s system. This takes many forms, including urbanization, pollution, global impacts on biogeochemistry, land-use change and biodiversity loss. Climate change represents an overarching aspect of global change that impacts both societal as ecological systems at all levels of organization.

The central challenge faced by climate researchers is to study and predict when, where, for which endpoints and with which amplitude the consequences of climate change will occur.

This analysis is conducted at both the regional and global level. The research at the global level aims to record the so-called **planetary boundaries** and use these to develop recommendations in support of necessary political and social measures. A prominent example of this is the **2°C warming goal**. Observation at the regional level is necessary in order to develop strategies for adapting to inevitable climate impacts. These tasks demand increasingly complex models. They are intended to close knowledge gaps in our understanding of the climate system, and supply information in ever greater spatial resolution.

Alongside the well-established areas of climate research such as agriculture and hydrology, there is currently an increased focus on the healthcare sector, but also on secondary effects such as conflicts and migration. The question as to what political tools are available in order to achieve each internationally agreed and nationally applied climate protection target, and how these tools differ in their efficacy, gives rise to fresh challenges.

Mit den Klimaschutz-Zielen untrennbar verbunden ist die Forschung zur Energiewende in Deutschland. Die Sektion E konzentriert sich hier auf Fragen der Nutzung von Erdwärme und Biomasse. Die Institute unterstützen außerdem die globalen Gemeinschaftsaufgaben, Quellen und Senken im globalen Treibhausgaszyklus zu erfassen, negative ökologische, soziale und ökonomische Folgen des Klimawandels abzuschätzen und mögliche Chancen der Veränderungen zu erkennen.

Um die Entwicklung der Klima- und Umweltbedingungen in der Vergangenheit zu rekonstruieren, werden in der Sektion E natürliche Archive, vor allem aus Seen und Meeren, ausgewertet. Dabei greifen die Forscher auf Sediment-, Kalksinter- und Eiskernarchive für Zeiträume von Jahrtausenden bis Jahrmillionen zurück sowie auf Messdaten aus den letzten beiden Jahrhunderten. Mit diesen Informationen können sie die natürliche Variabilität messen, um natürliche und anthropogene Veränderungen zu unterscheiden. Darüber hinaus liefern die Archive Erkenntnisse zu langfristigen Trends und abrupten Regimewechseln. Beide Informationen sind unerlässlich für die Bewertung von Veränderungen.

Methodisches Rüstzeug für die Entschlüsselung der Archive und ihre zeitliche Einordnung sind Altersdatierungen und die Identifikation von Klima- und Umweltzeugen, sogenannten Umweltproxies. In der Sektion E werden beide Ansätze weiterentwickelt. Im Vordergrund stehen Daten zur Entwicklung im Quartär, dem erdgeschichtlich jüngsten Abschnitt, mit besonderer Betonung der letzten 10.000 Jahre, dem sogenannten Holozän. Mehrere Jahrzehnte zurück reichen die Langzeitdaten der Beobachtungsprogramme, die alle Institute der Sektion betreiben. Diese Daten zu bündeln und gemeinsam zu analysieren, um Wechselwirkungen zu erkennen, wird zu den Aufgaben der Zukunft gehören.

Inextricably linked with these climate protection targets is the research conducted into the energy transition in Germany. Section E here focuses on issues surrounding the use of geothermal energy and biomass. The institutes also support the common global tasks of recording sources of, and reductions in, the global greenhouse gas cycle, estimating negative ecological, social and economic effects of climate change, and identifying opportunities for altering the course of climate change.

In order to reconstruct the development of climatic and environmental conditions in the past, the Section evaluates natural archives, especially ones collected from lakes and oceans. Here, researchers draw on sediment, calcareous sinter and ice-core archives for periods dating back thousands and millions of years, as well as observational data from the last two centuries. Using this information, they are able to measure natural variations in order to distinguish between natural and anthropogenic changes. The archives also provide insights into long-term trends and abrupt regime changes. Both strands of this information are vital to assess changes.

Dating techniques and the identification of climate and environmental indicators or proxies – are important methodologies in decoding the archives and correctly cataloguing their age. Both approaches are further developed within the Section. The primary focus is on data relating to developments during the Quaternary, the most recent period in Earth's history, with particular emphasis on the last 10,000 years, the so-called Holocene. The long-term data from the observation programmes conducted by all the Section's institutes reach back several decades. Pooling and jointly analysing this data in order to identify interactions is set to become a key future task.

Kooperationen und Assoziierungen

Die Institute der Sektion E pflegen über Sektionsgrenzen hinweg intensive Kooperationen innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft. Sie sind aktive Mitglieder in den Leibniz-Forschungsnetzwerken „Integrierte Erdsystemforschung“, „Biodiversität“, „Wissen für nachhaltige Entwicklung“, „Grüne Ernährung – gesunde Gesellschaft“, „Mathematische Modellierung und Simulation“, „Räumliches Wissen für Gesellschaft und Umwelt“, im Leibniz-Forschungsverband „INFECTIONS‘ 21“, im Leibniz-Strategieforum „Zielkonflikte nachhaltiger Biomasseproduktion“ und im Leibniz-WissenschaftsCampus „Phosphorforschung Rostock“.

Einzelne Institute anderer Sektionen sind mit der Sektion E formal assoziiert: Weitere umweltrelevante Herausforderungen können mit ausgewählten Policy-Werkzeugen bewältigt werden, die am Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung erarbeitet werden. Planerische, Governance-orientierte, ökonomische und rechtliche Instrumente zur Steuerung eines nachhaltigen Landmanagements spielen hier eine hervorgehobene Rolle. Damit wird eine direkte Brücke der Umweltwissenschaften zu den **Wirtschafts-, Sozial- und Raumwissenschaften** der Sektion B geschlagen.

Als Kandidat für eine zukünftige Mitgliedschaft in der Leibniz-Gemeinschaft ist das Institut für Nutztierbiologie ständiger Gast in der Sektion E. Es erforscht die Nutztierhaltung als ein zentrales Element in der Wertschöpfungskette Wasser-Boden-Pflanze-Tier-Lebensmittel-Abfälle/Reststoffe. Die Assoziation des Instituts mit der Sektion E stellt sicher, dass das Potential der Nutztierforschung in der Umweltforschung speziell zu landwirtschaftlichen Nutzflächen und Agrarsystemen im Hinblick auf die Optimierung der ökologisch nachhaltigen Produktion (Ressourcenschonung und Emissionsbegrenzung) genutzt werden kann.

Collaborations

The institutes in the Section “Environmental Sciences” maintain intensive cross-sectional collaborations within the Leibniz Association. They are active members of the Leibniz Research Network Integrated Earth System Research, Biodiversity, Knowledge for Sustainable Development, Green Nutrition – Healthy Society, Mathematical Modeling and Simulation, Spatial Knowledge for Society and Environment, the Leibniz Research Alliance INFECTIONS 21, the Leibniz Strategy Forum Sustainable Biomass Production and the Leibniz Science Campus Phosphorus Research Rostock.

Additional environment-related challenges can be tackled with selected policy tools developed within the Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development. Planning-related, governance-orientated, economic and legal instruments for controlling sustainable land management play an important role in the research of this institute. This forges a direct connection between the environmental sciences and the research of the Section “[Economics, Social Sciences, Spatial Research](#)”.

As a candidate for a future membership in the Leibniz Association, the Institute for Farm Animal Biology is a permanent guest in the Section E. It investigates animal husbandry as a key element in the water-soil-plant-animal-food/residues value chain. The institute’s association with the Section “Environmental Sciences” ensures that the potential of livestock research can be used within environmental research specifically on agricultural areas and agricultural systems with regard to optimising ecologically sustainable production (reducing resource usage and limiting emissions).

Zukunftsperspektiven

Die Erdsystemforschung wird sich in den kommenden Jahren besonders auf die Schnittstellen zwischen den großen Untersystemen fokussieren, um die Prozesse an den Systemgrenzen und die grenzüberschreitenden Stoff- und Energieflüsse besser zu erfassen und vorherzusagen. Mit verfeinerten integrierten Modellen auf verschiedenen räumlichen Bezugsebenen sollen Zukunftsszenarien entwickelt werden. Sie können der Gesellschaft helfen, die Folgen des Klimawandels und der zunehmenden Nutzung der Umwelt zu erkennen und ihnen zu begegnen.

Gemeinsam mit den Sozial- und Politikwissenschaften sollten effektive politische und juristische Werkzeuge entwickelt werden, mit denen Maßnahmen zur Abwehr drohender Gefahren und Schäden umgesetzt werden können. Zu diesem Zweck engagieren sich die Institute der Sektion E an Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Gesellschaft.

Eine erfolgreiche evidenzbasierte Umweltpolitik erfordert neben validierten Informationen und Konzepten auch effektive Kommunikationsstrukturen. Sie sollten die Wege zwischen Daten- und Wissenserzeugern und politischen Akteuren kurz halten, ohne Abhängigkeiten zu erzeugen. Auch hier sind neue Konzepte gefragt, die gemeinsam mit den Sozial- und Politikwissenschaften sowie den Kommunikationswissenschaften entwickelt werden.

Auf globaler Ebene sind konkrete Strukturen und Prozessabläufe zu entwickeln, mit denen die Umsetzung der von den Vereinten Nationen definierten nachhaltigen Entwicklungsziele (Sustainable Development Goals, SDG) effektiv beobachtet und ausgewertet werden können.

Die Sektion E – Umweltwissenschaften der Leibniz-Gemeinschaft fokussiert sich dabei vor allem auf folgende Entwicklungsziele und ihre Wechselwirkungen:

- Erreichen von Ernährungssicherheit und verbesserter Ernährung für alle, Förderung nachhaltiger Landwirtschaft (Ziel 2: Kein Hunger).
- Sicherstellen der Verfügbarkeit und des nachhaltigen Managements von sauberem Wasser und sanitären Einrichtungen für alle (Ziel 6: Sauberes Wasser und Sanitärversorgung).

Future prospects

Over the coming years, Earth-system research will focus on both system-specific processes and predictions as well as on the interfaces between the major subsystems, in order to better record the processes at the system boundaries and the cross-boundary flow of materials and energy. Future scenarios are to be developed using refined concepts and integrated models at all scales. These can help society to recognise and counter the impacts of climate change and the increasing human pressures on the environment.

In collaboration with the social and political sciences, the intention is to develop effective political and legal tools through which measures can be implemented to defend against pending dangers and damages. To this end, the Section's institutes engage in excellent science-society interfaces.

A successful, evidence-based environmental policy requires not only validated information and concepts, but also effective communication structures. These structures should create direct channels between data generators, knowledge generators and political stakeholders without generating dependencies. This also requires new participative concepts, which are being developed in collaboration with the social, political and communication sciences.

On the global level, specific structures and procedures must be developed with which the implementation of the United Nation's Sustainable Development Goals (SDG) can be effectively observed and evaluated.

The Leibniz Association's Section "Environmental Sciences" is above all focused on the following environmental objectives and their interactions:

- Achieving food security and improved nutrition for all, promoting sustainable agriculture (Goal 2: Zero hunger).
- Ensuring the availability and sustainable management of clean water and sanitary facilities for all (Goal 6: Clean water and sanitation).

- Sicherstellen des Zugangs zu erschwinglicher, zuverlässiger, nachhaltiger und moderner Energie für alle (Ziel 7: Bezahlbare und Saubere Energie).
- Ergreifen dringender Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Folgen (Ziel 13: Maßnahmen zum Klimaschutz).
- Erhaltung der biologischen Vielfalt unter Wasser und nachhaltige Nutzung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen sowie der Binnengewässer für eine nachhaltige Entwicklung (Ziel 14: Leben unter Wasser).
- Schutz, Wiederherstellung und Förderung der nachhaltigen Nutzung der terrestrischen Ökosysteme, zum Beispiel der Wälder, Bekämpfung der Wüstenbildung, Stopp und Umkehrung der Landdegradierung und Stopp des Verlustes an biologischer Vielfalt an Land (Ziel 15: Leben an Land).



- Ensuring access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all (Goal 7: Affordable and clean energy).
- Taking urgent measures to combat climate change and its effects (Goal 13: Climate action).
- Preserve marine and inland water biological diversity and the sustainable use of marine and inland water resources for sustainable development (Goal 14: Life below water).
- Protect, restore and foster the sustainable use of terrestrial ecosystems, for example forests; combat desertification; halt and reverse land degradation; and halt the loss of biological diversity on land (Goal 15: Life on land).



Die Sektion „Umweltwissenschaften“ in Zahlen (Stand: 2020)

8

Institute in der Sektion
Institutes in the section

1984

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter insgesamt
Staff in total

1984
Mitarbeiterinnen und
Mitarbeiter insgesamt
Staff in total

49%

982
Frauen gesamt
*Female staff
researchers*

169
Mio EUR

Budget insgesamt
Budget in total

29%

49 Mio EUR
Drittmittel insgesamt
External funding in total

The Section “Environmental Sciences” in Figures (Last Update: 2020)

1194

Wissenschaftlerinnen und
Wissenschaftler insgesamt
Researchers in total

42%

503

Wissenschaftlerinnen
Female researchers

314

Doktorandinnen und
Doktoranden insgesamt
*Doctoral researchers
in total*

51%

159

Doktorandinnen
*Female doctoral
researchers*

160

Wissenschaftliche
Leistungspositionen
insgesamt
*Researchers in executive
positions in total*

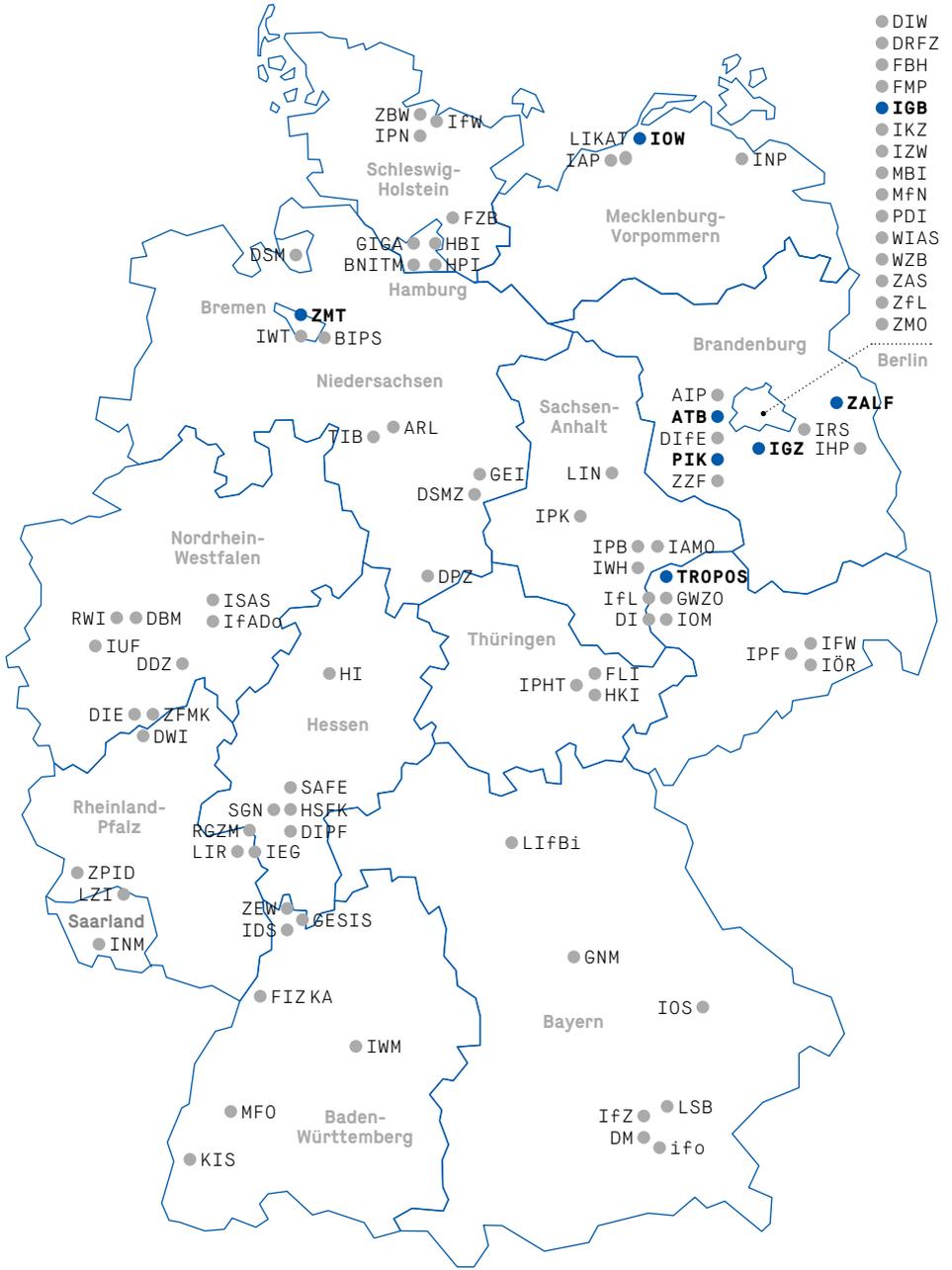
29%

47

Wissenschaftlerinnen
in Leistungspositionen
*Female researchers
in executive positions*

321 = 27%

Internationale Wissenschaftlerinnen
und Wissenschaftler
International researchers



Die Leibniz-Einrichtungen der Sektion „Umweltwissenschaften“

Leibniz Institutes of the Section “Environmental Sciences”

ATB	Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie, Potsdam <i>Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy, Potsdam</i>
IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin <i>Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, Berlin</i>
IGZ	Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren <i>Leibniz Institute of Vegetable and Ornamental Crops, Großbeeren</i>
IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung, Warnemünde <i>Leibniz Institute for Baltic Sea Research, Warnemuende</i>
PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung <i>Potsdam Institute for Climate Impact Research</i>
TROPOS	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung, Leipzig <i>Leibniz Institute for Tropospheric Research, Leipzig</i>
ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg <i>Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research, Muencheberg</i>
ZMT	Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung, Bremen <i>Leibniz Centre for Tropical Marine Research, Bremen</i>

Assoziierte Institute / Associated Institutes

IÖR	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden
IOER	<i>Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development, Dresden</i>

Gastinstitut in der Sektion E / Guest institute of the section E

FBN	Institut für Nutztierbiologie, Dummerstorf <i>Institute for Farm Animal Biology, Dummerstorf</i>
------------	---



Leibniz