

FORSCHEN FÜR ERDE UND UMWELT

INHALT

VORWORT	3
Chancen und Risiken im Erdsystem EIN PLANET IM WANDEL.....	4
Erdsystemdynamik und Risiken NATURGEFAHREN VERSTEHEN UND RISIKEN ENTSCHÄRFEN	6
Regionaler Klimawandel WAS KOMMT AUF UNS ZU?	10
Dynamik und Dienstleistungen von Ökosystemen ÖKOSYSTEME DER ZUKUNFT	14
Effiziente Nutzung und nachhaltiges Management von Ressourcen - am Beispiel Wasser WEGE AUS DER WASSERKRISE.....	18
Nachhaltige Bioökonomie im Forschungsbereich Erde und Umwelt BIOLOGISCHE RESSOURCEN OPTIMAL NUTZEN	22
Querschnittsthema Earth System Knowledge Platform UNSER WISSEN ZUM ERDSYSTEM FÜR ALLE NUTZBAR MACHEN	26
Infrastruktur: Observatorien AM PULS DES PLANETEN	28
Der Helmholtz-Forschungsbereich Erde und Umwelt DATEN UND FAKTEN.....	30
Der Helmholtz-Forschungsbereich Erde und Umwelt BETEILIGTE ZENTREN UND ANSPRECHPARTNER	30
BILDNACHWEIS UND IMPRESSUM	31

Titelseite:

Erde, Luft, Wasser und Leben sind die Elemente des Erdsystems. Oben links: Die „Potsdamer Kartoffel“ zeigt die vom Satelliten GRACE gemessenen Unregelmäßigkeiten im Schwerfeld der Erde. Oben rechts: Tiefdruckgebiet, aus dem Weltall gesehen. Unten links: Ein Sardinschwarm im Meer. Unten rechts: Zellkultur mit Tomatenpflänzchen.

VORWORT



Prof. Dr. Jürgen Mlynek



Prof. Dr. Karin Lochte



Prof. Dr. Reinhard Hüttl

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

die Bevölkerung vor Naturgefahren zu schützen, die Ressourcen der Umwelt nachhaltig zu nutzen, den Klimawandel zu bremsen und die Menschen auf seine Folgen vorzubereiten, das sind zentrale Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Über eins besteht große Einigkeit: Es gibt hierfür keine Patentrezepte.

Der globale Wandel ist Ausdruck des dynamischen Systems Erde. Die Tätigkeiten des Menschen sind Teil dieses dynamischen Geschehens und beeinflussen es mittlerweile spürbar. Zur nachhaltigen Sicherung ihrer Existenz muss sich die Menschheit an die Gegebenheiten des komplexen Systems anpassen. Das setzt ein tiefgreifendes Verständnis des Systems Erde voraus.

Die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren bearbeitet diese existenziellen Herausforderungen im Forschungsbereich Erde und Umwelt in großer Breite und auf weltweit herausragendem Niveau. Dabei geht es nicht nur um Grundlagenforschung zum Verständnis der Wechselwirkung zwischen der unbelebten und belebten Natur, um die Modellierung der Klimaentwicklung und Erstellung von Prognosen, sondern auch um neue technologische Ansätze, um Beobachtungen und Messungen zu verbessern, bis hin zu ganz konkreten technologischen Lösungen wie beim Aufbau von Frühwarnsystemen.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft untersuchen eine Vielzahl von natürlichen Prozessen und beziehen hierbei Randbedingungen und Begleiterscheinungen wie Klima- und Umweltfolgen sowie Fragen der Akzeptanz mit ein. Sie berücksichtigen Wechselwirkungen mit anderen Sektoren wie der mineralischen Rohstoffwirtschaft, der Energieversorgung und der Gesundheit. Die Erd- und Umweltforschung sucht auch nach industriellen Anwendungen und ist daher mit Aktivitäten anwendungsorientierter Unternehmen verzahnt.

Bundes- und Länderministerien sowie Institutionen der Europäischen Union sichern unsere Forschung mit finanziellen Mitteln. Dafür sei ihnen ausdrücklich gedankt.

Die vorliegende Broschüre vermittelt Einblicke in ausgewählte Bereiche unserer Arbeit und Ausblicke auf Entwicklungen in der Zukunft. Wir forschen für Sie – damit Sie auch künftig auf der Erde leben können.

Prof. Dr. Jürgen Mlynek
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

Prof. Dr. Karin Lochte
Vizepräsidentin der Helmholtz-Gemeinschaft für den Forschungsbereich Erde und Umwelt (2009-2010) und Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung

Prof. Dr. Reinhard Hüttl
Vizepräsident der Helmholtz-Gemeinschaft für den Forschungsbereich Erde und Umwelt (seit 2011) und Vorstandsvorsitzender des Deutschen GeoForschungszentrums GFZ

EIN PLANET IM WANDEL

Die Herausforderung

Der globale Wandel stellt die Menschheit vor große Herausforderungen. Damit die menschlichen Lebensgrundlagen langfristig und nachhaltig gesichert werden können, ist ein tiefgreifendes Verständnis des Systems Erde nötig. Es geht darum, die komplexen Veränderungen von Erde und Umwelt bestmöglich zu beschreiben. Nur mit diesem Wissen können Politik und Gesellschaft wissenschaftlich fundierte Entscheidungen treffen.

Die zentralen Fragen

Klimamodelle sagen eine Erwärmung von bis zu vier Grad Celsius und einen durchschnittlichen Meeresspiegelanstieg von rund 60 Zentimetern bis zum Jahr 2100 voraus. Besonders stark wird sich der Klimawandel voraussichtlich auf die Arktis auswirken. Die Weltbevölkerung wird bis zum Jahr 2050 auf etwa neun Milliarden Menschen anwachsen. Das verschärft Ressourcenkonflikte. Der Anbau von Energiepflanzen steht in Konkurrenz zur Produktion von Nahrungsmitteln. Landwirtschaft und urbane Siedlungen konkurrieren um Flächen. Viele natürliche Ressourcen werden daher kurz- oder langfristig knapp werden. Besonders kritisch ist der zunehmende Wassermangel in vielen ariden und semiariden Gebieten, der die Gesundheit der Bevölkerung gefährdet und politische Konflikte auslösen kann. Für einige Regionen werden drastische Folgen erwartet.

Vor dem Szenario des globalen Wandels stellen sich daher mehrere zentrale Fragen: Welche Auswirkungen sind zu erwarten? Welche Vermeidungs- und Anpassungsstrategien können auf regionaler Ebene entwickelt werden? Wie sollte eine nachhaltige Landnutzung aussehen? Welche Veränderungen sind bei der Verfügbarkeit von Wasser zu erwarten?



Die drei Satelliten der SWARM-Mission sollen ab Mitte 2012 das Erdmagnetfeld vermessen.

Die Strategie

Die Forschungszentren des Helmholtz-Fachbereichs Erde und Umwelt wollen in den nächsten fünf Jahren die bereits messbaren Auswirkungen des globalen Wandels analysieren. Integrierte Modellsysteme sollen die zukünftigen Veränderungen auf regionaler Skala simulieren. Die relevanten Prozesse werden beobachtet, erkundet und modelliert. So lässt sich der Zustand des Systems Erde einschätzen; Trends und Veränderungen werden sichtbar.

Bei ihren umfangreichen Arbeiten zum globalen Wandel haben die sieben Zentren des Forschungsbereichs Erde und Umwelt sieben gemeinsame Schwerpunkt-Themen entwickelt, die im Folgenden vorgestellt werden:

- Erdsystemdynamik und Risiken
- Regionaler Klimawandel
- Dynamik und Dienstleistungen von Ökosystemen
- Effiziente Nutzung und nachhaltiges Management von Ressourcen – am Beispiel Wasser
- Nachhaltige Bioökonomie
- Earth System Knowledge Platform (ESKP)
- Infrastruktur - Observatorien



Forschungsschiff Polarstern: Ein zentrales Werkzeug der deutschen Polarforschung (links).

Der ferngesteuerte Tauchroboter (ROV) „KIEL 6000“ nach einem Einsatz in der Tiefsee. (rechts)





Hochwasser in Offenau am Neckar: Wie lässt sich Starkregen besser vorhersagen (links)?

Warnschilder informieren über die Aktivität des Llaima in Chile (rechts).



Erdsystemdynamik und Risiken

NATURGEFAHREN VERSTEHEN UND RISIKEN ENTSCHÄRFEN

Erdbeben, Vulkanausbrüche, Überschwemmungen und Unwetter verursachen weltweit jedes Jahr enorme Schäden. Auch schleichende Gefahren wie der Klimawandel bedrohen die Menschheit in zunehmendem Maße. Arbeiten des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft zielen darauf ab, Naturgefahren besser zu verstehen, ihre Risiken zu analysieren und Verfahren zu entwickeln, die Schutz vor unvermeidlichen Naturereignissen bieten.

Seit Jahrzehnten steigen die Schäden durch Naturgefahren kontinuierlich an. Dieser Trend hat unterschiedliche Gründe. Zum einen sind die Wirtschaftssysteme durch die Globalisierung immer enger verknüpft. Jede Katastrophe hat daher weltweite Folgen. Zum anderen leben immer mehr Menschen in extremen Ballungsräumen. Viele dieser Megacities liegen in der Nähe von Küsten oder geologisch aktiven Zonen. Dort können Erdbeben, Tsunamis, Stürme und Hochwasser wesentlich größere Schäden anrichten als in dünn besiedelten Gegenden der Erde. Aus diesen Gründen nimmt die Vulnerabilität zu: Die Menschheit wird gegenüber Naturkatastrophen immer verwundbarer.

Viele Naturkatastrophen wirken sich plötzlich und unmittelbar aus. Sie können ganze Landstriche in kurzer Zeit verwüsten. Langsame Veränderungen wie Wüstenbildung, Erosion oder die Anreicherung von Schadstoffen sind zwar weniger auffällig, doch auf lange Sicht verändern sie die Umwelt ebenso drastisch. Diese Herausforderungen stellen die Menschheit vor drängende Fragen:

- Welche Gefahren müssen wir in Zukunft berücksichtigen?
- Wie groß ist das jeweilige Risikopotential, und wie ändert es sich mit der Zeit?
- Wie können wir uns vor extremen Naturereignissen schützen?
- An welche unausweichlichen Gefahren müssen wir uns anpassen?
- Welche Vorboten kündigen ein Extremereignis an?

Die Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft entwickeln neue Ansätze, um diese Fragen zu beantworten. Sie wollen die Ursachen von Naturgefahren und ihre Auswirkungen verstehen, Risiken genauer einschätzen und gegebenenfalls Vorhersagen treffen. Sie wollen Lösungen anbieten, um die Gesellschaft auf drohende Gefahren vorzubereiten. Ihre Arbeit besteht zum wesentlichen Teil darin, die Prozesse auf der Erde mit modernster Messtechnik zu überwachen, aus den gewonnenen Daten präzise Modelle zu entwickeln und diese Modelle für Prognosen zu nutzen. Um die Folgen von Naturkatastrophen zu mildern, reicht eine naturwissenschaftliche Herangehensweise häufig nicht aus. Daher fließt auch technisches und soziales Fachwissen in die Forschung ein.

Frühwarnsysteme

Naturkatastrophen richten geringere Schäden an, wenn eine Gesellschaft gut vorbereitet ist. Frühwarnsysteme können dazu einen wichtigen Beitrag leisten. Sie müssen kritische Entwicklungen – wie zum Beispiel Wirbelstürme, starke Erdbeben oder explosive Vulkanausbrüche – zunächst erfassen. In einem zweiten Schritt müssen sie anhand von Auswertungsprogrammen und Simulationsrechnungen erkennen, ob sich ein Ereignis zu einer Katastrophe ausweiten kann. In diesem Fall müssen sie einen Alarm auslösen. Eine zusätzliche Herausforderung bei plötzlichen Ereignissen wie Tsunamis besteht darin, die Bevölkerung rechtzeitig zu warnen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft betreibt modernste Satelliten, Flugzeuge und Messobservatorien auf dem Boden und im Meer, die Daten für Frühwarnsysteme liefern können. Auch Analyse- und Simulationswerkzeuge sind vorhanden. Damit die Helmholtz-Gemeinschaft ihre führende Rolle auf dem Gebiet der wissenschaftlich-technischen Methodenentwicklung im Bereich Frühwarnung ausbauen kann, sollen diese Infrastrukturen in Zukunft noch besser integriert und vernetzt werden.

Der Fokus liegt darauf, Frühwarnsysteme anhand von Fallbeispielen zu entwickeln, ähnlich wie das Deutsch-Indonesische Tsunami-Frühwarnsystem (GITEWS). Das Deutsche GeoForschungsZentrum hat dieses System zunächst ausgiebig erprobt und anschließend einsatzbereit an die indonesischen Behörden übergeben.



Ein Creepmeter im Norden Chiles misst tektonische Verschiebungen mit einmaliger Präzision.

GEFÄHRDUNG

Ein Naturereignis, das Schäden hervorruft. Mögliche Gefährdungen sind Erdbeben, Vulkanausbrüche, Wirbelstürme oder Dürren.

VULNERABILITÄT („VERWUNDBARKEIT“)

Die Vulnerabilität beschreibt die Anfälligkeit eines Systems gegenüber schädlichen äußeren Einwirkungen. Die Vulnerabilität hängt von der Schadenswahrscheinlichkeit, den Bewältigungs- und Anpassungskapazitäten des Systems ab.

RISIKO

Die Wahrscheinlichkeit, infolge einer Gefährdung einen Schaden zu erleiden. Das Risiko wird durch Analyse der Gefährdung und der zugehörigen Vulnerabilität ermittelt.

Katastrophenmanagement

Im Katastrophenmanagement werden laufend Entscheidungen verlangt. Im Vorfeld müssen die betroffenen Planer beispielsweise festlegen, wo Hochwasserdeiche errichtet werden sollen. Zivilschützer müssen kurzfristig beurteilen, welche Hinweise es auf einen bevorstehenden Vulkanausbruch gibt. Im Katastrophenfall müssen sie die Rettungsdienste schnell zum Einsatzort lenken. Um richtig zu reagieren, müssen die Beteiligten das jeweilige Risiko genau kennen.

Helmholtz-Forscherinnen und Forscher tragen dazu bei, diese Entscheidungen auf bessere Grundlagen zu stellen. Sie entwickeln neue Verfahren, mit denen sie Gefährdung, Vulnerabilität und Risiko analysieren. Dabei beziehen sie sozioökonomische Aspekte mit ein. Sie simulieren, wie stark Extremereignisse die Infrastruktur einer Region schädigen können. Zudem erforschen sie flexible Vor- und Nachsorgestrategien, die auch in einer sich schnell ändernden Umwelt funktionieren.

Extremereignisse besser verstehen

Extremereignisse wie Erdbeben der Magnitude 9, Tsunamis, schwere Sturmfluten oder Hurrikane der Stärke 5 treten sehr selten auf. Sie sind daher weit weniger gut verstanden als alltägliche Phänomene, zum Beispiel normale Tiefdruckgebiete oder leichte und mittlere Erdbeben. Wenn Wissenschaftler den Ablauf solcher Extremereignisse simulieren, müssen sie bislang oft Modelle benutzen, die für kleine, häufige Ereignisse konzipiert sind. Oft konnten die Modelle zuvor nicht an großen, seltenen Ereignissen überprüft werden. Häufig zeigt sich jedoch, dass eine einfache Hochskalierung der Modelle nicht ausreicht, um Ausnahme-Ereignisse zu verstehen.

Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft versuchen daher, vergangene Extremereignisse zu rekonstruieren, um ihren speziellen Mechanismus zu begreifen und anschließend bessere Modelle zu entwickeln. Dafür nutzen sie langjährige instrumentelle Messreihen und Daten aus geologischen Archiven – beispielsweise Ablagerungen am Boden von Gewässern oder Eisbohrkerne.

So wollen sie abschätzen, wie häufig Extremereignisse auftreten und welches Risiko von ihnen ausgeht. Sie untersuchen, wie die einzelnen Teile des Systems Erde vernetzt sind und ob Extremereignisse weitere Katastrophen nach sich ziehen können. Beispielsweise soll die Frage geklärt werden, unter welchen Umständen starke Erdbeben Vulkanausbrüche auslösen können. Ein weiteres Forschungsthema sind die wirtschaftlichen und ökologischen Folgen von Hochwasser und massiven Schadstoffaustritten. Des Weiteren soll die Gefährdung des Flugverkehrs durch Vulkaneruptionen zuverlässig prognostiziert und simuliert werden.



Tsunami-Frühwarnzentrum in Indonesien.

Informationen für die Öffentlichkeit

Unmittelbar nach einer Katastrophe herrscht in der Öffentlichkeit häufig große Verunsicherung, weil widersprüchliche Informationen in Umlauf gelangen. Es besteht daher ein großer Bedarf an schnell verfügbaren, wissenschaftlich gesicherten Informationen. Schon jetzt verfügen verschiedene Helmholtz-Zentren über langjährige Erfahrungen auf diesem Gebiet. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher erklären und interpretieren die Ereignisse für die Öffentlichkeit, Medien, und Politik. Die Zentren stellen Informationen bereit, zum Beispiel Karten oder Schadensabschätzungen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft will sich zukünftig in Deutschland als zentraler wissenschaftlicher Ansprechpartner bei Naturkatastrophen etablieren. Dazu werden die Kompetenzen der Helmholtz-Zentren in einer Task Force „Großschadenslagen“ gebündelt. Die Koordinationsstelle KATInfo soll wissenschaftliche Informationen der beteiligten Helmholtz-Zentren sammeln, zusammenführen und schnell verfügbar machen.

UNTERSCHÄTZTE GEFAHREN?

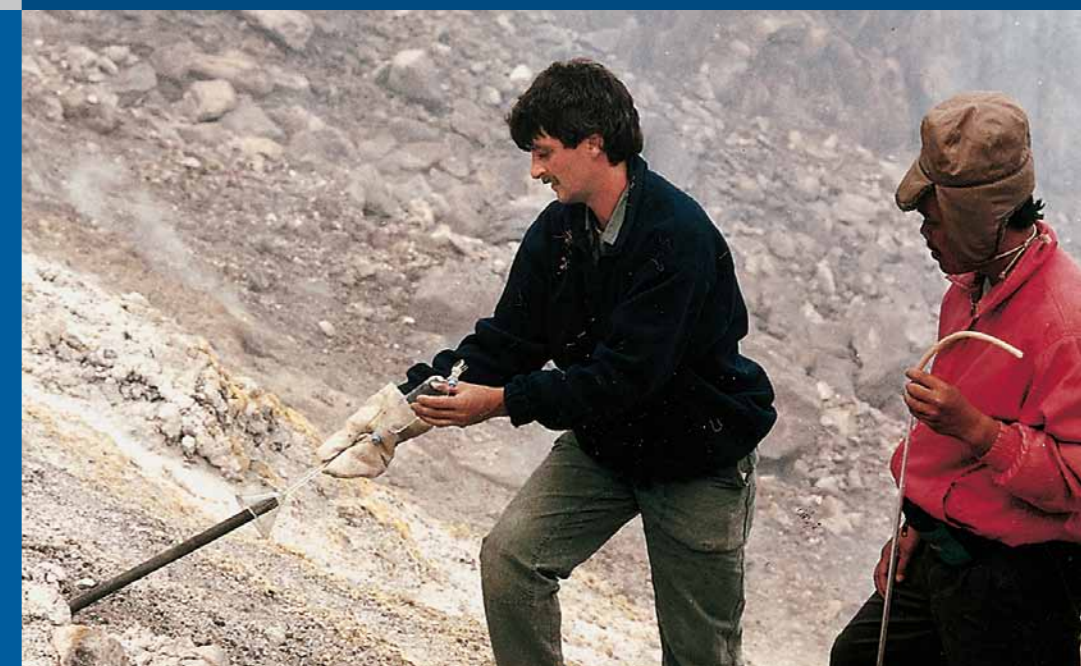
Neben den bekannten Naturgefahren gibt es Phänomene, die bislang wenig beachtet wurden, womöglich aber ein hohes Schadenspotential haben.

Dazu zählen beispielsweise Sonnenstürme oder eine Abschwächung des Erdmagnetfeldes. Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft wollen auch diese Phänomene untersuchen und herausfinden, welche Bedrohung sie tatsächlich darstellen.



Zerstörung nach einem Starkbeben an der Nord-anatolischen Verwerfung in der Türkei (links).

Probennahme am Vulkan Merapi auf Java (rechts).





Umweltforscherin in der Antarktis (links).

Häufigere Dürren sind eine Folge des Klimawandels (rechts).



Regionaler Klimawandel

WAS KOMMT AUF UNS ZU?

Die globale Erwärmung hat für einzelne Regionen der Erde ganz unterschiedliche Folgen. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher untersuchen solche regionalen Klimaänderungen und liefern damit die Grundlage für Anpassungs- und Vermeidungsstrategien.

Die Menschheit ist im Begriff, das Klima der Erde drastisch zu verändern. In den vergangenen hundert Jahren hat sich der Planet zwar erst um knapp ein Grad Celsius erwärmt, wie der Weltklimarat IPCC in seinem vierten Bericht feststellt. Doch die Folgen sind bereits unübersehbar: Weltweit ziehen sich die Gletscher rasch zurück. Die mit Meereis bedeckte Fläche in der Arktis ist während der letzten 30 Jahre um knapp ein Drittel geschrumpft. Der Meeresspiegel ist im 20. Jahrhundert durchschnittlich um knapp 20 Zentimeter gestiegen. Der IPCC geht von einer weiteren Erwärmung um vier bis sechs Grad Celsius bis zum Ende des Jahrhunderts aus, falls der Ausstoß von Treibhausgasen unvermindert anhält. Eine derart drastische und plötzliche Erwärmung wäre einmalig in der Menschheitsgeschichte.

Nicht alle Regionen leiden gleich stark unter dem Klimawandel. Die Polargebiete erwärmen sich beispielsweise stärker als die Tropen. Manche Regionen werden vermehrt von Dürren heimgesucht, in anderen nehmen die Niederschläge zu. Selbst der Anstieg des Meeresspiegels kann von Region zu Region ganz unterschiedlich ausfallen. Diese regionalen Folgen des Klimawandels sind bisher weniger gut verstanden als die globale Entwicklung.

Die Helmholtz-Klimainitiative REKLIM befasst sich seit 2009 mit verschiedensten Aspekten des regionalen Klimawandels (siehe

Kasten S. 11). Ergänzend dazu haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft nun drei weitere wichtige, bislang nicht ausreichend berücksichtigte Forschungsthemen identifiziert.

Schnelle Klimaänderungen aus Proxy-Daten

Viele Faktoren treiben das Klima an und verursachen zuweilen plötzliche und drastische Veränderungen. Über die mögliche Bandbreite plötzlicher Klimaschwankungen ist bislang allerdings nur wenig bekannt, auch ihre Ursachen liegen noch im Dunkeln. Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft wollen nun die Ursachen und den regionalen Verlauf abrupter Klimaänderungen entschlüsseln.

Dazu vergleichen sie die aktuelle Warmzeit mit der vorangegangenen Warmzeit vor etwa 125.000 Jahren. Einen Schwerpunkt bilden dabei die raschen Klimawechsel am Ende der letzten beiden Eiszeiten vor etwa 10.000 beziehungsweise 135.000 Jahren. Um die regionalen Besonderheiten dieser drastischen Veränderungen nachzuvollziehen, greifen Helmholtz-Forscherinnen und Forscher auf neue, besonders genaue Klima-Archive zurück. Dazu zählen zum Beispiel Eisbohrkerne aus Grönland und der Antarktis, Meeres-

sedimente aus dem Nordpazifik und dem tropischen Atlantik sowie Ablagerungen aus dem Mittelmeerraum und aus Ost-China. In Umwelt-Archiven sind Stellvertreterdaten, sogenannte Proxys, gespeichert (siehe Kasten S. 13). Diese Daten liefern indirekt Informationen darüber, wie sich Niederschläge, Temperaturen, Windgeschwindigkeiten und andere Klimafaktoren in den einzelnen Regionen im Laufe der Zeit veränderten.

Zusätzlich sollen die Arbeiten der Helmholtz-Gemeinschaft weitere Umwelt-Archive erschließen, die Informationen über regionale Extremereignisse enthalten. Die Architektur von Dünen kann beispielsweise anzeigen, wie häufig Stürme in einer Region auftreten. Vergleiche der regionalen Klimadaten mit Modellrechnungen ermöglichen es den Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, bislang unbekannte Fernwirkungen, Rückkopplungen und Schwellenwerte im Klimasystem aufzuspüren. So lässt sich die Frage klären, ob die globale Erwärmung in Zukunft ebenfalls zu abrupten Klimasprüngen führen kann. Der Rückblick in die Erdgeschichte bildet die Basis, um die zukünftige Dynamik des Klimas zu verstehen.

Klimawandel und Luftqualität

Klima und Luftqualität werden meist noch isoliert betrachtet. Tatsächlich beeinflussen sich beide Parameter aber gegenseitig stark. Um die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu verstehen, müssen sie daher gemeinsam untersucht werden. Vor allem auf regionaler Ebene kann der Klimawandel Auswirkungen auf die Luftqualität haben. Denn wie sich Luftverunreinigungen, darunter auch Schadstoffe, verbreiten, hängt vom lokalen Wetter ab, zum Beispiel von der Windrichtung, der Windstärke und vom Niederschlag. Klimaveränderungen können auch Waldbrände begünstigen, etwa, wenn es in einer Region in den Sommermonaten häufiger zu langanhaltenden Hitzewellen kommt. Solche Brände, wie zum Beispiel in Russland im Sommer 2010, setzen großflächig Gase und Ruß frei. Diese Schadstoffe können durch den Wind über große Entfernungen transportiert werden. Umgekehrt beeinflusst die Luftqualität auch das Klima. Die Emissionen von Großstädten verändern zum Beispiel den Strahlungshaushalt und wirken sich dadurch auf das regionale und selbst auf das globale Klima aus.



Beifußpollen unter dem Elektronenmikroskop. Die winzigen Körner können Allergien auslösen.

REKLIM

Im Helmholtz-Verbund REKLIM (Regionale Klimaänderungen) arbeiten acht Helmholtz-Zentren daran, die regionalen Auswirkungen des weltweiten Klimawandels zu erfassen. Dieses Wissen soll Kommunen, Landkreisen oder Bundesländern dabei helfen, Vermeidungs- und Anpassungsstrategien zu entwickeln.

REKLIM konzentriert sich auf sieben hochaktuelle Forschungsthemen. Dabei geht es um gekoppelte regionale Klimamodelle, Meeresspiegeländerungen und Küstenschutz, Veränderungen in der Arktis, die Rolle der Landoberflächen im Klimasystem, Wechselwirkungen zwischen Luftchemie und Klima, Extremereignisse, sowie Strategien zur regionalen Anpassung an den Klimawandel.



Sensoren in der Nähe der Samojlov-Station in Sibirien liefern wichtige Langzeit-Daten.

Zu den Verunreinigungen der Luft zählen Spurengase und Aerosole mit Feinstaubpartikeln. Viele dieser Verunreinigungen sind gesundheitsschädlich. So kann bodennahes Ozon die Schleimhäute reizen. Stickoxide, Schwefeldioxid und Feinstaubteilchen werden für Asthma-Anfälle und Herz-Kreislaufkrankheiten verantwortlich gemacht. Unter pollenbedingtem Heuschnupfen oder noch schwereren Allergien leiden mittlerweile etwa 20 Millionen Deutsche.

Wie stark die Schadstoffe unsere Gesundheit belasten, hängt vor allem von ihrer Konzentration ab. Auch hier besteht ein möglicher Zusammenhang mit dem regionalen Klimawandel: Kritische Wetterlagen mit Smogbildung oder hohen Ozonkonzentrationen können in bestimmten Regionen häufiger auftreten.

Im Forschungsthema Klimawandel und Luftqualität werden Helmholtz-Forscherinnen und Forscher den Zusammenhang zwischen Regionalklima und Luftqualität untersuchen. Der Fachbereich Erde und Umwelt arbeitet dabei eng mit dem Fachbereich Gesundheit zusammen. Die Untersuchungen sollen helfen, ungünstige Lebensbedingungen zu identifizieren, insbesondere im städtischen Umfeld und in Ballungsräumen. Daraus sollen Maßnahmen abgeleitet werden, die den Klimawandel für Personen mit chronischen Krankheiten erträglich machen. Strategien zur Anpassung an den Klimawandel können erstmals aus gesundheitlicher Sicht bewertet werden.

Innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft gibt es sich gegenseitig ergänzende, teilweise weltweit einzigartige Kompetenzen und Infrastrukturen, die hervorragend dazu geeignet sind, solche komplexen Probleme zu untersuchen.

Risikoabschätzung und Risikomanagement für Klimaanpassungsstrategien

Der Klimawandel ist auch in Deutschland Realität: Die Durchschnittstemperaturen steigen, Vegetationsperioden ändern sich, extreme Wetterereignisse nehmen zu. Selbst wenn es gelingt, die Treibhausgasemissionen in Zukunft zu senken, lassen sich viele Veränderungen wegen der Trägheit des Klimasystems nicht mehr vermeiden. Die Gesellschaft muss daher lernen, mit den Risiken umzugehen. Sie muss sich an den Klimawandel anpassen.

Bislang hinkt die Forschung zur Klimaanpassung (Adaptation) allerdings weit hinter anderen Bereichen der Klimaforschung her. Das ist ein Grund dafür, warum die einschlägige Politik in Deutschland überwiegend auf ad hoc-Entscheidungen beruht. Dabei werden zumeist einzelne Aspekte des Klimawandels isoliert betrachtet, ein integrativer, systemumfassender Ansatz fehlt. In Zukunft braucht die nationale Klimapolitik eine bessere wissenschaftliche Grundlage, damit sie Risiken abschätzen und verschiedene Handlungsmöglichkeiten bewerten kann. Gelingt die vorausschauende Anpassung nicht, kann die Gesellschaft erheblichen Schaden nehmen.

Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft werden die wissenschaftliche Grundlage für geeignete Anpassungsstrategien entwickeln. Dabei berücksichtigen sie verschiedene Klimaszenarien und unterschiedliche Modelle zur Entwicklung der Gesellschaft. Klimawandel und sozioökonomische Veränderungen werden gemeinsam betrachtet, weil beide Prozesse miteinander gekoppelt sind, zum Beispiel in Bereichen wie Landnutzung, Verkehr oder Besiedlung.

Ein Schwerpunkt bei der Risikobewertung liegt auf meteorologischen Extremereignissen, zum Beispiel Stürmen, extremen Niederschlägen und Hochwasser, aber auch längeren Dürreperioden und Sturmfluten.

Am Climate Service Center (CSC) arbeitet ein Team von Naturwissenschaftlern, Ökonomen, Politikwissenschaftlern und Kommunikationsexperten daran, das Wissen aus der Klimaforschung praxisorientiert aufzubereiten und Entscheidungsträgern in Politik, Verwaltung und Wirtschaft sowie einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln.

PROXYS – ZEUGEN DES KLIMAWANDELS

Erst seit etwa hundert Jahren werden Klimadaten mit Instrumenten aufgezeichnet. Doch natürliche Umwelt-Archive wie Baumringe, Stalagmiten, Eisbohrkerne, Korallen oder Sedimente am Boden von Seen und Meeren reichen viel weiter in die Vergangenheit zurück.

In diesen Archiven sind oft unterschiedlichste Informationen gespeichert: Fossile Pollen zeigen, welche Pflanzen in einer Region lebten. In Eisbohrkernen eingeschlossene Luftbläschen enthüllen, wie viel Kohlendioxid die Luft vor Jahrtausenden enthielt.

Es gibt sogar ein Thermometer für die Vergangenheit: Aus dem Verhältnis verschieden schwerer Sauerstoff-Isotope können Forscher Temperaturen rekonstruieren. Nach dem englischen Wort für „Stellvertreter“ werden diese Klimazeugen „Proxys“ genannt.



Industrie-Emissionen beeinflussen Klimawandel und Luftqualität (links).

Wertvolles Klimaarchiv: Dieser Eisbohrkern ist mehr als 150.000 Jahre alt (rechts).



Naturnahe Landschaften sichern
Artenreichtum (links).

Bienen und andere Bestäuber vollbringen
biologische Höchstleistungen (rechts).



Dynamik und Dienstleistungen von Ökosystemen

ÖKOSYSTEME DER ZUKUNFT

Die Ökosysteme auf der Erde verändern sich derzeit massiv. Die Ursache dafür ist der globale Wandel: Klimawandel, intensiviert Landnutzung und der globale Austausch von Organismen beeinträchtigen die biologische Vielfalt und wirken sich auch auf die Verteilung von Ökosystemen aus. Helmholtz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen die Folgen dieser Veränderungen, die von Versorgungsengpässen bis zu gesundheitlichen Problemen reichen. Ihr Ziel besteht darin, eine wissenschaftliche Grundlage für die nachhaltige Nutzung und den Schutz der Ökosysteme zu schaffen – zum Wohlergehen der Menschheit.

Die Ökosysteme der Erde haben zahlreiche Funktionen: Sie versorgen die Menschheit mit Nahrung, mit sauberem Wasser und Rohstoffen. Sie prägen das lokale Klima und stellen sicher, dass sich fruchtbare Böden entwickeln und erhalten bleiben. Ökosysteme haben einen gesundheitlichen, kulturellen und ideellen Wert und bilden die essentielle Lebensgrundlage aller Lebewesen einschließlich des Menschen. Auch aus ethischer Sicht ist die Menschheit dazu verpflichtet, Ökosysteme für zukünftige Generationen zu schützen und zu erhalten.

Doch weltweit sind die Ökosysteme von großen Veränderungen betroffen. Böden und Meere werden intensiver genutzt als früher, das Klima verändert sich. Ein weiteres Problem stellen fremde Tier- und Pflanzenarten dar, die einwandern oder vom Menschen eingeschleppt werden. Dadurch wandelt sich die biologische Vielfalt auf regionaler und globaler Ebene. Die Struktur und die

Funktion von Ökosystemen werden nachhaltig verändert oder gestört.

Wenn Ökosysteme ihre Funktionen und Dienstleistungen nur noch eingeschränkt erfüllen können, steht einiges auf dem Spiel: Stoffkreisläufe und Klima können aus dem Gleichgewicht kommen, Naturkatastrophen können sich verschlimmern, die ökonomischen Grundlagen der Gesellschaft geraten in Gefahr. Es ist daher eine zentrale Aufgabe, ökologische Prozesse möglichst gut zu verstehen.

Um herauszufinden, wie die biologische Vielfalt nachhaltig genutzt werden kann, ist es unter anderem wichtig, die Dynamik und Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen besser einschätzen zu können. Wie stark wirken sich beispielsweise Windparks im Meer auf die biologische Vielfalt aus? Erst wenn solche Fragen

geklärt sind, können die Dienstleistungen von Ökosystemen verantwortungsvoll genutzt werden.

Die Helmholtz-Zentren des Forschungsbereichs Erde und Umwelt werden sich zukünftig verstärkt dieser zentralen Problematik widmen. Die Forscherinnen und Forscher werden neue Konzepte zur Ökosystemforschung und zum Ökosystemmanagement entwickeln. Die interdisziplinär orientierte Helmholtz-Gemeinschaft mit ihrer einmaligen wissenschaftlichen Infrastruktur ist für diese Aufgabe bestens qualifiziert. Mit den Forschungsstationen, Beobachtungsnetzwerken, Experimentierfeldern und hochseetauglichen Schiffen der Forschungszentren können Ökosysteme an Land und im Meer umfassend beobachtet werden. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher organisieren zudem Großexperimente, in denen sie den Einfluss einzelner Faktoren auf ein Ökosystem gezielt untersuchen. Anhand der gewonnenen Daten entwickeln sie Ökosystem-Modelle von der molekularen bis zur globalen Skala. Aus diesen Modellen leiten sie neue Managementstrategien ab, mit denen die Anpassungsfähigkeit und die wesentlichen Funktionen von Ökosystemen für die absehbare Zukunft gesichert werden können. Wirtschaftszweige, die von diesen Erkenntnissen profitieren, sind neben der Land- und der Forstwirtschaft zum Beispiel auch die Fischerei, der Bergbau und alternative Energien.

Um die Forschungsergebnisse öffentlichen Interessenten zugänglich zu machen, hat die Helmholtz-Gemeinschaft in den letzten Jahren vier regionale Klimabüros aufgebaut. Dort werden unterschiedliche Nutzer aus Gesellschaft und Wirtschaft auch über ökologische Forschung informiert und beraten.

Um die geplanten Forschungsthemen umsetzen zu können, ist die Begleitung der naturwissenschaftlichen Forschung durch sozioökonomische Forschung notwendig. Die Gesellschaftswissenschaften liefern zum Beispiel wichtige Informationen darüber,

FEIN AUSTARIERTES WECHSELSPIEL

Zu einem Ökosystem gehören nicht nur Lebewesen, sondern auch die unbelebte Umwelt. Ein Ökosystem umfasst also einen räumlich abgrenzbaren Lebensraum, zum Beispiel einen Fluss, einen Wald oder ein Feuchtgebiet, und die Lebensgemeinschaft aus Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen, die ihn bewohnt.

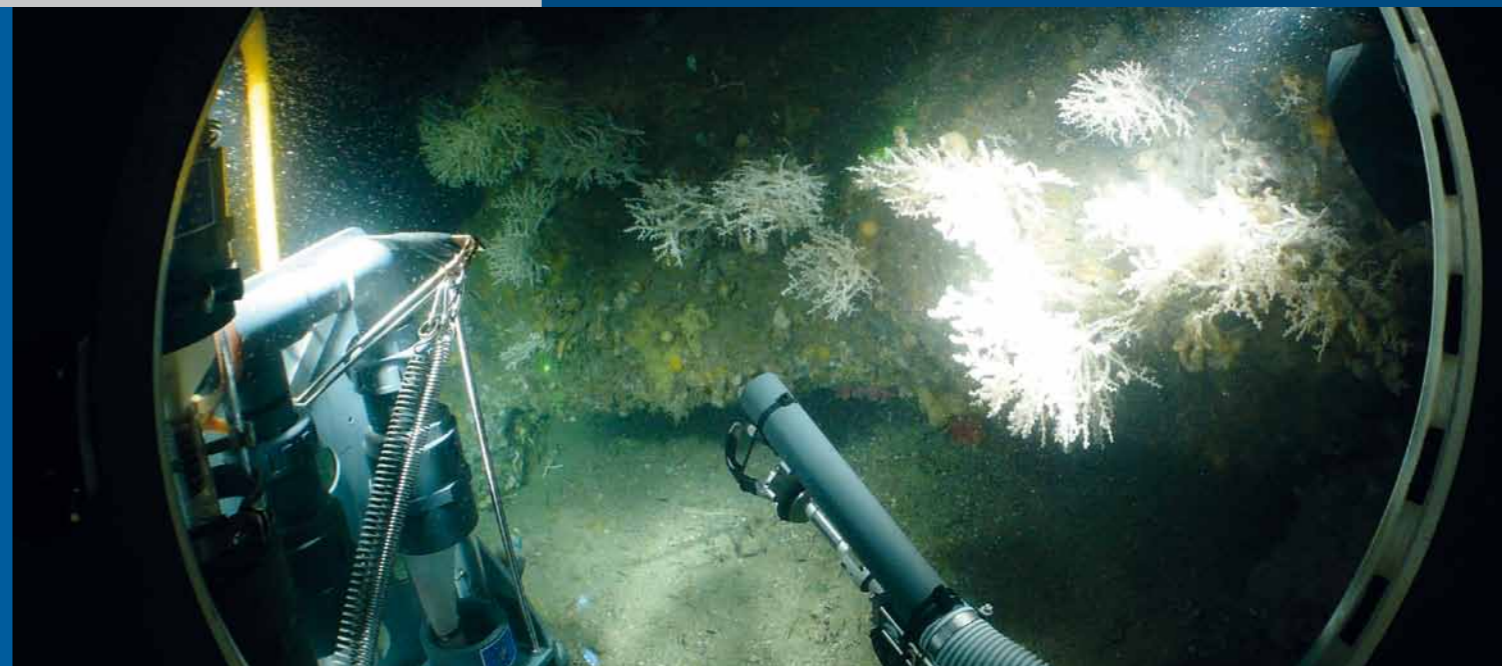
Die belebten und unbelebten Teile eines Ökosystems sind durch Wechselbeziehungen miteinander verknüpft, zum Beispiel Nahrungsketten, verschiedene Stoffkreisläufe oder den Austausch von Energie. Ökosysteme können störende Einflüsse bis zu einem gewissen Maße ausgleichen, verändern sich dabei aber ständig. Ökosysteme sind also offene, dynamische und komplexe Systeme.

aus welchen Gründen der Mensch Ökosysteme verändert. Solche Gründe – darunter Küstenschutz, Tourismus, Fischerei oder Energieerzeugung – können beispielsweise in kulturellen Traditionen, im Wirtschafts- oder im Rechtssystem einer Nation liegen. Die Helmholtz-Gemeinschaft will umgekehrt auch untersuchen, welche Wirkung veränderte Ökosystemleistungen auf die menschliche Gesellschaft haben. Ein Beispiel für einen solchen Zusammenhang ist die Beziehung zwischen Bienen und anderen Bestäuberinsekten und der Landwirtschaft. Der Rückgang der Bestäuber könnte zu Ernteausfällen bei wichtigen Kulturpflanzen und somit auch zu Einkommensausfällen bei den Landwirten führen.



Hornkorallen dominieren diese Lebensgemeinschaft am Boden des Weddellmeeres (links).

Das Tauchboot JAGO sammelt Plankton und Partikel bei einigen Kaltwasserkorallen im Mittelmeer (rechts).



Analyse ökologischer Prozesse

Helmholtz-Forscherinnen und Forscher wollen grundlegend verstehen, wie sich Ökosysteme verändern und welche Faktoren den Wandel steuern. Wie schnell laufen Veränderungen ab, wie groß ist die betroffene Fläche? Welche Arten und Prozesse sind gute Anzeiger für schwankende Umweltbedingungen? Um das herauszufinden, sollen ausgewählte Ökosysteme dauerhaft beobachtet werden. Außerdem führen die Helmholtz-Zentren Großexperimente in Modellökosystemen durch. Daraus entwickeln sie neue Indikatoren und Modelle.

Um konkrete Management- und Schutzvorschläge entwickeln zu können, müssen die Forscherinnen und Forscher die Besonderheiten der verschiedenen Ökosysteme detailliert analysieren. Polargebiete, gemäßigte Breiten und Tropen beherbergen unterschiedlichste Lebensgemeinschaften. Auch das Meer umfasst zahlreiche unterschiedliche Lebensräume, etwa Küstengebiete oder Hoch- und Tiefsee und oberflächennahe Bereiche. Ganz eigene Ökosysteme bilden sich in stark vom Menschen beeinflussten Arealen aus, zum Beispiel in Städten und großen Agrargebieten. Trotz dieser Vielfalt ist es möglich, generelle Prinzipien und Mechanismen zu erkennen, die für alle Ökosysteme gelten. Daraus können weitere Optionen zum Management und Schutz von Ökosystemen abgeleitet werden, die anschließend in internationale Normen einfließen. Dies hat wiederum Konsequenzen für die Politik im Bereich Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, aber auch im Biodiversitätsschutz.



Typisch für Mitteleuropa: Buchenwälder.

Einfluss des globalen Wandels

Helmholtz-Forscherinnen und Forscher untersuchen, welche direkten und indirekten Folgen der globale Wandel für bestimmte Ökosysteme und ihre Bewohner hat. Dabei konzentrieren sie sich auf Regionen, die besonders empfindlich auf Klimaveränderungen reagieren und auf solche, die für die menschliche Gesellschaft wichtig sind. Dazu gehören Meere, Küsten, Flüsse, Wälder, polare und aride Zonen und stark genutzte Kulturlandschaften.

In den Helmholtz-Forschungszentren werden auch Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen untersucht. Darunter versteht man Strategien, die dazu dienen, mit den veränderten Gegebenheiten zu leben, die Folgen des globalen Wandels zu reduzieren oder die Ursachen für den Wandel zu bekämpfen. Die Folgen dieser Maßnahmen müssen aber gleichfalls analysiert und bewertet werden. Die Forscherinnen und Forscher wollen sinnvolle Indikatoren identifizieren, um Ist- und Ziel-Zustände zu vergleichen.

Nachhaltige Nutzung von Ökosystemen

In enger Abstimmung mit den Forschungsbereichen Energie, Gesundheit und Schlüsseltechnologien der Helmholtz-Gemeinschaft untersucht der Forschungsbereich Erde und Umwelt, wie die menschliche Nutzung die biologische Vielfalt und die Funktion von Ökosystemen verändert. Es werden sowohl die Folgen der derzeitigen Nutzung als auch die der zukünftig zu erwartenden Nutzungen erforscht. Im Mittelpunkt des Interesses steht die Frage nach zentralen Dienstleistungen von Ökosystemen. Dazu zählen zum Beispiel die Produktion von Biomasse, Bodenbildung, Kohlenstoffspeicherung, Klimaregulation, Wassereinigung, Wasserspeicherung, und die Vielfalt genetischer Ressourcen.

WEGE AUS DER WASSERKRISE

Wasser ist eine essentielle, aber oft knappe Ressource. In vielen Gebieten der Erde herrscht Wassermangel, Schadstoffe bedrohen die Wasserqualität. Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft arbeiten im Forschungsbereich Erde und Umwelt daran, Lösungen für diese Probleme zu entwickeln. Ihre umfangreichen Aktivitäten bündeln sie in einer neuen Kompetenzplattform, dem Helmholtz Wasser-Netzwerk.

Wasser ist auf der Erde nur scheinbar im Überfluss vorhanden. Denn lediglich ein sehr kleiner Teil des irdischen Wassers - etwa 0,3 Prozent - ist als Trinkwasser direkt nutzbar. Wasser wird aber auch als Brauchwasser für die Industrie, zur Energieproduktion oder für die Landwirtschaft benötigt. Und der Bedarf steigt, weil die Weltbevölkerung wächst, und weil immer mehr Nahrung, Energie und Konsumgüter hergestellt werden. Schon jetzt leben mehr als 1,2 Milliarden Menschen in Gebieten mit Wassermangel. Durch den globalen Klimawandel werden sich die Versorgungsprobleme in Zukunft noch verschärfen. Besonders betroffen sind Regionen, in denen mehrere kritische Entwicklungen zusammenkommen, zum Beispiel in den Ländern rund um das Mittelmeer, in Zentralasien oder in Teilen Indiens. Dort ist das Wasser heute schon knapp. Zudem wachsen Bevölkerung und Industrie stark an, und der Klimawandel lässt die Niederschlagsmengen dort weiter zurückgehen.

Die Helmholtz-Gemeinschaft kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die globale Herausforderung einer sicheren und nachhaltigen Wasserversorgung zu bewältigen. Denn sie verfügt über eine breite fachliche Kompetenz, Infrastrukturen und eine Netzwerkorganisation, die für eine moderne Wasserforschung

unverzichtbar sind. Sie ist in Deutschland im Bereich Wasserforschung der mit Abstand größte Akteur und gehört auch innerhalb Europas zu den führenden Wasser-Forschungsorganisationen.

Im Helmholtz Wasser-Netzwerk schließt die Helmholtz-Gemeinschaft mit ausgewiesenen universitären Partnern gegenwärtig langfristige Allianzen. Dabei ergänzen sich die fachlichen Schwerpunkte der Universitäten und der Helmholtz-Zentren ideal, so dass effiziente Strukturen entstehen. Das Helmholtz Wasser-Netzwerk will methodische Schlüsselkompetenzen stärken, um globale Wasserprobleme zu bearbeiten und in einer Modellregion konkrete Lösungsansätze zu entwickeln. Hierbei werden die folgenden Themenschwerpunkte aufgegriffen:

Wie wirkt sich der globale Wandel auf die Wasserressourcen aus?

In Zukunft wird ein Drittel der Weltbevölkerung unter erheblichem Wassermangel leiden. Dafür gibt es mehrere Ursachen: Die Weltbevölkerung wächst weiterhin und betreibt Raubbau an den Ressourcen Wasser und Boden. Zudem entstehen immer mehr

urbane Ballungsräume, so genannte Megacities, und Extremereignisse wie Dürren und Hochwasser häufen sich. Das alles schafft zusätzliche Probleme im Umgang mit der Ressource Wasser. Als Folge verknappen sich auch Nahrungsmittel massiv. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher wollen rechtzeitig realistische Zukunftsszenarien entwickeln und daraus mögliche Handlungsoptionen ableiten.

Nachhaltiges Wasserressourcen-Management

Kann eine prosperierende Industriegesellschaft Ressourcen schützen, ohne dass die Wirtschaft darunter leidet? Europa kann am Beispiel des Wassers zeigen, dass dies möglich ist. Das moderne Wassermanagement beruht auf dem Gedanken des integrierten Wasserressourcen-Managements. Dabei geht es darum, Wasservorkommen ganzheitlich zu betrachten und zu bewirtschaften. Das Ziel der Helmholtz-Wasserforschung besteht darin, den ganzheitlichen Gedanken auch für Regionen außerhalb Mitteleuropas umzusetzen. Dabei müssen verschiedene Faktoren untersucht werden. Es geht zum einen um die Naturräume und um ökologische Fragestellungen, zum anderen aber auch um unterschiedliche politische Systeme und institutionelle Strukturen. Auch diese gesellschaftlichen Randbedingungen müssen in die neuen Konzepte des Wassermanagements einbezogen werden.

Wie funktionieren Wasser- und Stoffkreisläufe auf der regionalen Skala?

Das Helmholtz Wasser-Netzwerk will Methoden entwickeln, um die Wege von Nähr- und Schadstoffen - zum Beispiel Pestiziden oder Arzneimittelrückständen - im Einzugsgebiet von Gewässern zu bestimmen. Auch die Wechselwirkung dieser Stoffe mit den Wasser-Ökosystemen soll untersucht werden. Bislang war es üblich, jeden Stoff einzeln und nur auf sehr kleinen räumlichen Skalen zu betrachten. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher wollen darüber hinausgehend die Umsätze verschiedener Stoffe gemeinsam und auf einer größeren räumlichen Skala untersuchen. Dabei soll der Weg der Stoffe von der Quelle bis zum Eintrag in die Umwelt betrachtet werden. Auch die Wechselwirkung dieser Stoffe mit den Wasser-Ökosystemen soll untersucht werden. Zudem sollen auch solche Stoffe in die Untersuchungen miteinbezogen werden, die im Sinne der Europäischen Chemikalien-Agentur ECHA zu den so genannten neuen Chemikalien gehören.



In vielen Megacities gibt es nicht genug Trinkwasser (hier: Brunnen in Santiago de Chile).

DAS KAPPE LEBENSELIXIER

Auf der Erde gibt es Unmengen von Wasser, insgesamt etwa 1,4 Milliarden Kubikmeter. Doch 97,5 Prozent davon befinden sich in den Ozeanen - als Salzwasser. Süßwasser ist vor allem im Eis gebunden, rund zwei Prozent der globalen Wasserreserven (28 Millionen Kubikkilometer) bedecken in Form kilometerdicker Eispanser Grönland und die Antarktis. Das Grundwasser unter der Erdoberfläche macht etwa ein halbes Prozent der Wasserreserven aus. In Seen, Flüssen und in der Atmosphäre zirkulieren etwa 0,01 Prozent des irdischen Wassers, zusammen ungefähr 240.000 Kubikkilometer.



Der Wasserspiegel des Toten Meeres sinkt pro Jahr um einen Meter (links).

Knappe und kostbare Ressource: sauberes Wasser (rechts).





Saure Bergbauseen sollen in Zukunft mikrobiologisch saniert werden (inks: „Restloch 107“ in der Lausitz).

Landwirtschaft im Jordantal: Künstliche Bewässerung verschärft den Wassermangel (rechts).



Das sind Stoffe, die die Industrie neu in Umlauf bringt und die damit der europäischen Meldepflicht unterliegen. Die Forschungsarbeiten sollen die toxikologische Wirkung der Chemikalien untersuchen und mögliche Langzeiteffekte ermitteln.

Ein Ziel des Projektes besteht darin, sogenannte reaktive Transportmodelle zu entwickeln. Diese Modelle berechnen nicht nur die Ausbreitung von Stoffen, sondern beziehen auch mögliche chemische Reaktionen des Stoffes mit ein, die den Stoff verändern und somit auch dessen Auswirkung auf die Umwelt beeinflussen können. Modernste Messmethoden und Analysewerkzeuge sind nötig, um solche Modelle zu entwickeln.

Helmholtz-Forscherinnen und Forscher wollen Testgebiete für nationale und internationale Vergleichsstudien aussuchen und mit Instrumenten für Langzeitbeobachtungen versehen.

Integrierte Observatorien

In der Forschungsinfrastruktur TERENO (Terrestrial Environmental Observatories) haben sechs Helmholtz-Zentren ein deutschlandweites Netz aus integrierten Langzeitobservatorien verwirklicht. Dieses Konzept soll für die Wasserforschung nun auf andere Länder, insbesondere den Mittelmeerraum, übertragen werden. Der Fokus liegt auf hydrologischen Fragen. Zum Beispiel sollen Niederschlag, Abfluss und Bodenfeuchte im Einzugsgebiet von Gewässern gemessen werden. Die gesammelten Daten liefern eine wichtige Grundlage für hydrologische Modelle. In Regionen mit bislang geringer Datendichte soll es so möglich werden, die Entwicklung der Wasserressourcen verlässlicher vorherzusagen. Die Helmholtz-Gemeinschaft will damit eine weltweit führende Position im Bereich komplexer terrestrischer Observatorien einnehmen.



Neue Analysemethoden identifizieren Abbauewege von Schadstoffen im Grundwasser.

Hydrologische Modelle

Die Wasserforschung nutzt seit langem analytische und numerische Modelle, die einzelne Prozesse oder bestimmte Teilbereiche der Umwelt darstellen. Dabei ist es üblich, für jedes Problem ein spezifisch zugeschnittenes Modell zu entwickeln. Da aber die gesellschaftlichen Fragen immer komplexer werden, genügt dieser Ansatz nicht mehr. Heute steht die Hydrologie vor der Herausforderung, ihr umfangreiches Wissen über den Wasserkreislauf und seine Wechselwirkungen mit der Umwelt in geeignete Modellierungsinstrumente zu überführen. Solche Modelle zu entwickeln ist ein weiteres Ziel des Helmholtz Wasser-Netzwerks. Grundlage hierfür sollen neue Software-Strukturen und moderne Werkzeuge zur Daten-Integration sein. So will die Helmholtz-Gemeinschaft bei der Entwicklung hydrologischer Modelle und bei der Aus- und Weiterbildung in diesem Bereich eine führende Position erlangen.

Knappe Wasserressourcen am Mittelmeer

Wasserknappheit ist im Mittelmeerraum schon heute besonders ausgeprägt. Das hat verschiedene Gründe: Innerhalb der nächsten hundert Jahre wird sich aber dort Prognosen zufolge nur noch halb so viel Grundwasser neu bilden wie bisher. Gleichzeitig wird die Bevölkerung in den Küstengebieten von heute 180 Millionen bis zum Jahr 2025 auf über 250 Millionen Menschen anwachsen, vor allem durch Migration. Dabei hat diese Region große Entwicklungspotentiale, zum Beispiel im Bereich Tourismus. Angesichts der zukünftigen Herausforderungen braucht die Mittelmeerregion ein adäquates Wassermanagement.

Als Beitrag für eine zukunftsfähige Entwicklung dieser auch für Deutschland geopolitisch wichtigen Region engagiert sich die Helmholtz-Gemeinschaft mit Forschungsprojekten im zirkum-mediterranen Raum.

Zusammen mit lokalen Partnern will die Helmholtz-Gemeinschaft anhand ausgewählter Gebiete im Mittelmeerraum demonstrieren, wie sich knappe Wasserressourcen nachhaltig nutzen lassen. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher übernehmen dabei Aufgaben von der Datenbeschaffung über das Wassermanagement bis zur Technologieentwicklung. Sie arbeiten zum Beispiel an innovativen Meerwasserentsalzungs-Anlagen, die gleichzeitig Energie gewinnen. Sie entwickeln neue Technologien zur Aufbereitung von Brauchwasser und beteiligen sich an Infrastrukturprojekten. Zudem untersuchen sie, wie sich die Effizienz von Bewässerungssystemen steigern lässt.

WASSERFORSCHUNG MIT GEBÜNDELTEN KRÄFTEN

Um die Wasserforschung weiter zu stärken, hat die Helmholtz-Gemeinschaft 2009 damit begonnen, ein Konzept zur besseren Positionierung der Wasserforschung auch im internationalen Raum zu entwickeln, die sogenannte „Water Science Alliance“.

Ziel dieser Allianz ist es, einen langfristig angelegten, verlässlichen Rahmen zu schaffen, in dem einige wichtige und komplexe Themen der Wasserforschung integriert bearbeitet werden können. Das soll die Wasserforschungsgemeinschaft in die Lage versetzen, als international wettbewerbsfähiger Wissenschaftsakteur zu agieren und den Herausforderungen der Zukunft mit entsprechenden Lösungskonzepten zu begegnen.

www.watersciencealliance.ufz.de

BIOLOGISCHE RESSOURCEN OPTIMAL NUTZEN

Die nachhaltige Bioökonomie zielt darauf ab, biologische Ressourcen effizient und nachhaltig zu nutzen. Sie will die derzeitige Übernutzung von Ökosystemen mindern und sucht dafür nach dauerhaften und innovativen Lösungen. Fundiertes Wissen über Pflanzen, Mikroorganismen, Tiere und ihre Lebensgemeinschaften bildet die Grundlage der nachhaltigen Bioökonomie. Mehrere Forschungsbereiche der Helmholtz-Gemeinschaft arbeiten gemeinsam daran, das Konzept der nachhaltigen Bioökonomie in die Praxis umzusetzen.

Viele Wirtschaftszweige nutzen bereits heute biologische Ressourcen. Pflanzen, Tiere und auch Mikroorganismen bilden die Basis von Land- und Forstwirtschaft, der Fischerei und der Nahrungsmittelindustrie. Auch Teile der Chemie-, Pharmazie-, Kosmetik- und Textilindustrie sind auf sie angewiesen. Biomasse in Form von Holz, Biogas und Biotreibstoffen gewinnt zudem an Bedeutung als Energierohstoff.

Doch die Grenzen der nachhaltigen Nutzung sind bald überschritten. Immer mehr Land wird vom Menschen bewirtschaftet. Die Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln, nach Energie und Rohstoffen steigt, weil die Weltbevölkerung im letzten Jahrhundert drastisch gewachsen ist und weiterhin zunimmt. Als Folgen der Übernutzung können Versorgungsengpässe auftreten, Ökosysteme können geschädigt werden.

Bei der Lösung dieser Probleme bieten die enormen Fortschritte in der Genetik und Molekularbiologie große Chancen. In den letzten

Jahrzehnten ist es mit Hilfe dieser Forschungsdisziplinen bereits gelungen, Nutzpflanzen effizient vor Krankheiten schützen. Dadurch haben sich die Ernteaufträge verringert, so dass mehr Nahrungsmittel und Biomasse zur Verfügung stehen. Derzeit suchen Experten nach Nutzpflanzen, die weniger Wasser benötigen und nach Pflanzen, die Nährstoffe besser nutzen und gleichzeitig mehr Ertrag bringen.

Um die nachhaltige Nutzung biologischer Ressourcen weiter voranzutreiben, müssen Biologen enger mit anderen Forschungsdisziplinen zusammenarbeiten. Derzeit ist die Forschung zur Bioökonomie in Deutschland noch stark zersplittert. Auch die Wirtschaftssektoren, die Biomasse verwerten, waren bislang auf andere Produkte, Rohstoffe oder Märkte konzentriert. So nutzt die Biotechnologie bislang vor allem einfache Kohlenstoffverbindungen als Rohstoffe für die chemische Industrie. Die chemische Verfahrenstechnik war hauptsächlich für die Verarbeitung fossiler Rohstoffe wichtig. Die Landwirtschaft diente fast ausschließlich der Produktion von Nahrungsmitteln.

Diese fragmentierte Forschungslandschaft ist ein wesentliches Hindernis auf dem Weg zu einer nachhaltigen Bioökonomie. Die Helmholtz-Gemeinschaft will einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, die Bioökonomie-Forschung in Deutschland zu vernetzen. Die Forschungsbereiche Erde und Umwelt, Schlüsseltechnologien und Energie arbeiten gemeinsam an diesem Ziel. Der Forschungsbereich Erde und Umwelt bringt verschiedene Aspekte in die Gemeinschaftsprojekte ein. Hierzu gehören unter anderem folgende Themenfelder:

Pflanzen als Grundlage für Nahrung, nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie

Pflanzen werden vielfältig genutzt. Sie dienen als Nahrungs- und Futtermittel, als nachwachsende Rohstoffe, aus ihnen werden Bioenergie und Wertstoffe gewonnen. Um den wachsenden Bedarf zu decken, muss die Biomasseproduktion gesteigert werden – bei gleichbleibender oder sogar besserer Qualität. Dem Wachstum sind allerdings Grenzen gesetzt, weil die Ressourcen Boden und Wasser endlich sind, und weil es an Pflanzensorten mit hoher Ressourcennutzungseffizienz mangelt. Darüber hinaus verändert der Klimawandel die Anbaubedingungen.

Helmholtz-Forscherinnen und Forscher arbeiten insbesondere daran, die Stressresistenz von Pflanzen zu verbessern. Sie nutzen dazu zum einen modernste genetische und biochemische Werkzeuge. Zum anderen untersuchen sie, wie Pflanzen mit der Umwelt interagieren, zum Beispiel mit Krankheitserregern oder Mikroorganismen in der unmittelbaren Umgebung der Wurzel. An den Helmholtz-Zentren werden außerdem neue Verfahren entwickelt, um Funktionen wie Photosynthese und Wachstum mit Hilfe von Computermodellen darzustellen. Diese Verfahren helfen dabei, neue Nutzpflanzen-Sorten und ressourcenschonende Produktionsmethoden zu entwickeln. Die Forscherinnen und Forscher beschäftigen sich aber auch mit völlig neuartigen Produkten, zum Beispiel aus pflanzlichen Zellwänden. Diese Pflanzenbestandteile sind sehr energiereich und liefern Rohstoffe für hochwertige Produkte.

Um ihre Ergebnisse schnell in die Praxis umzusetzen, arbeiten die Helmholtz-Zentren des Forschungsbereichs Erde und Umwelt eng mit Züchtern und Agrarindustrie zusammen.



Kernspin für Pflanzen: Ein tragbares Magnetresonananzgerät (NMR) misst den Stofftransport.

EIN NETZWERK FÜR DIE BIOÖKONOMIE

In Zukunft wollen Helmholtz-Forscherinnen und Forscher den bioökonomischen Gedanken in speziellen Vernetzungsprojekten weiter fördern. Sie konzentrieren sich dabei auf fünf Themenbereiche:

- nachwachsende Rohstoffe,
- Biogas,
- nachhaltige Produktion,
- Konversion von Biomasse
- Strategien zur Implementierung der Bioökonomie.

Die Vernetzungsprojekte sollen die Bioökonomie-Forschung Helmholtz-intern strategisch bündeln und Synergien herausarbeiten. Daneben etablieren die Helmholtz-Zentren Partnerschaften mit Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und der Industrie.



Getreidepflanze in einer Phänotypisierungsanlage: Neue Nutzpflanzen sollen stressresistent sein (links).

Mikro-Algen produzieren Kraftstoffe und entfernen dabei Kohlendioxid aus der Luft (rechts).





Lysimeter erfassen Stofftransporte zwischen Atmosphäre, Pflanzen, Boden und Grundwasser (links).

Wachstum in der Sonnensimulorkammer: Wann gedeiht die Gerste am besten? (rechts).



Integrierte Produktionssysteme

Um den Biomassebedarf zu decken, muss nicht nur das System Pflanze optimiert werden. Auch die landwirtschaftliche Produktion muss intensiviert werden. Das lässt sich durch bessere Produktionssysteme erreichen, die vorhandene Flächen möglichst effektiv und gleichzeitig nachhaltig nutzen. Die Produktionssteigerung wird durch den Klimawandel allerdings zusätzlich erschwert: Extreme Witterungsereignisse, die in Zukunft häufiger auftreten werden, können Ernteausfälle verursachen.

Nachhaltige Produktionssysteme sollten Boden und Grundwasser schonen. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher entwickeln daher spezielle Produktionssysteme für Standorte, die für die Nahrungsmittelproduktion nicht geeignet sind, zum Beispiel so genannte Mehrarten-Graslandsysteme. Diese Systeme sollen Biomasse für die Energiegewinnung produzieren und gleichzeitig die Biodiversität schützen. Ein weiteres Forschungsthema sind schnell wachsende Bäume, die, in Plantagen angebaut, selbst in trockenen Regionen gute Erträge liefern.

Sie können zur Bodenverbesserung und zum Gewässerschutz beitragen. Die Forscherinnen und Forscher vergleichen zudem verschiedene Produktionssysteme, sowohl in Mitteleuropa als auch in Südamerika. Zum Beispiel untersuchen sie Energiepflanzen und so genannte Agroforst-Systeme, in denen Bäume und einjährige Nutzpflanzen auf derselben Fläche wachsen.



In der Pilotanlage bioliq® in Karlsruhe wird Stroh in Grundstoffe für die chemische Industrie umgewandelt.

Polygeneration: Chemiefabrik und Energiezentrale

Biomasse dient als Basis für unterschiedlichste Produkte. Pflanzenreste und tierische Abfälle können in Wärme, Strom, Treibstoff oder in Rohstoffe für die chemische Industrie umgewandelt werden. Das Ziel der Bioökonomie besteht darin, die Biomasse möglichst vollständig zu verwerten. Das gelingt durch das Konzept der „Polygeneration“: In einer einzigen Anlage werden unterschiedliche Herstellungsverfahren gekoppelt, so dass mehrere Produkte hergestellt werden. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher erarbeiten Methoden, wie sich aus Biomasse gleichzeitig Energie und Rohstoffe gewinnen lassen. Sie entwickeln zum Beispiel Strategien zur Prozesssteuerung oder entwerfen Konzepte für den Umgang mit gasförmigen Ausgangsstoffen.

Darüber hinaus arbeiten sie daran, Reststoffe zu nutzen, die bei der Herstellung von Biokraftstoffen entstehen. Dazu entwickeln sie Methoden, um Methan, Methanol, Wasserstoff und Kohlenmonoxid mikrobiologisch herzustellen und zu verwerten. Zudem beschäftigen sie sich mit der biologischen Synthese von Grundchemikalien, zum Beispiel einfacher Carbonsäuren.

INFORMATIONSBÜROS

Um die Bioökonomie-Forschung effizient zu koordinieren, richtet die Helmholtz-Gemeinschaft vier Informationsbüros ein, die BioEconomy-INFO Centers. Sie stimmen die Aktivitäten zwischen regionalen Forschungsclustern ab und bereiten die Ergebnisse für Politik und Gesellschaft auf.

Die Büros organisieren Regionalkonferenzen und treiben gemeinsame Projekte voran. Durch den koordinierten Auftritt nach außen soll gewährleistet werden, dass die Forschungsergebnisse der Helmholtz-Gemeinschaft mit der Öffentlichkeit diskutiert und in die Praxis umgesetzt werden.

UNSER WISSEN ZUM ERDSYSTEM FÜR ALLE NUTZBAR MACHEN

Wie schnell steigt der Meeresspiegel? Wann gefährden invasive Arten die heimische Biodiversität? Wo drohen Dürren? Wie hoch ist das Erdbebenrisiko? Antworten auf solche Fragen sind zum Beispiel für Städteplaner, Landwirte, Politiker oder Unternehmen wichtig. Die Helmholtz-Gemeinschaft stellt nun konzentriertes Wissen zum Erdsystem in nutzbarer und verständlicher Form bereit. Dafür entwickelt sie eine neue Informations- und Dialogplattform, die „Earth System Knowledge Platform“.

Die Erde verändert sich derzeit rasch: Die Menschheit wächst, verbraucht immer mehr Energie und Rohstoffe, greift in natürliche Kreisläufe ein und verändert durch Treibhausgas-Emissionen und Landnutzung das Klima. Das zentrale Ziel der Earth System Knowledge Platform (ESKP) besteht darin, über die Auswirkungen, Chancen und Risiken des globalen Wandels zu informieren. Die Plattform soll zudem mögliche Strategien vorstellen, mit denen sich Städte und Regionen an die zu erwartenden Veränderungen anpassen können. Damit übernimmt die ESKP für die Öffentlichkeit – für Politik, Wirtschaft und die Gesellschaft im Ganzen – eine wichtige Informations- und Beratungsfunktion.

Die Earth System Knowledge Platform bündelt und vernetzt das Wissen, das die Helmholtz-Zentren im Forschungsbereich Erde und Umwelt erarbeiten. Die Plattform integriert außerdem Daten und Information externer Partner. Sie stellt zum Beispiel Beobachtungsdaten, Szenarienberechnungen und Vorhersagen bereit. Im

Dialog mit den Nutzern erarbeiten Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft eigene Stellungnahmen für die Plattform. Die ESKP soll außerdem Brücken zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen bauen. Sie bringt interdisziplinäre Teams zusammen, so dass gemeinsame Denkweisen und neue Methoden entwickelt werden können.

Die ESKP soll rasch aufgebaut werden und zunächst die Themenfelder Extremereignisse und Anpassung an den Klimawandel beinhalten. Mittelfristig wird die Plattform laufend weitere Schwerpunktthemen einbeziehen, zum Beispiel Biodiversität, Wasser, Polarregionen oder die Auswirkungen der Landnutzung.

Beim Themenfeld Extremereignisse geht es darum, Wissen zu Naturgefahren wie Erdbeben, Vulkanausbrüchen oder Stürmen bereitzustellen. Außerdem soll die Plattform mögliche Anpassungsstrategien vermitteln und im Katastrophenfall kurzfristig Informationen bereit-

stellen. Dazu wird sich die ESKP auf bereits vorhandene Strukturen in den verschiedenen Helmholtz-Zentren stützen, zum Beispiel auf das Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM), das gemeinsam vom Karlsruher Institut für Technologie und dem Deutschen GeoForschungsZentrum in Potsdam betrieben wird.

Auch beim Thema Anpassung an den Klimawandel kann die ESKP auf existierende Informationssysteme zurückgreifen, insbesondere auf das Climate Service Center (CSC) in Hamburg und auf vier regionale Klimabüros an verschiedenen Helmholtz-Zentren. Im CSC des Helmholtz-Zentrums Geesthacht arbeitet ein interdisziplinäres Team daran, das Wissen aus der Klimaforschung praxisorientiert aufzubereiten und es Entscheidungsträgern in Politik, Verwaltung und Wirtschaft sowie einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln.

Die Kommunikation mit der Earth System Knowledge Platform wird interaktiv ablaufen. Zwischen Wissenschaft und Gesellschaft soll ein Wissens- und Fragentransfer entstehen. Aus dem Bedarf der Nutzer ergeben sich neue Fragestellungen für die Plattform und damit für die Wissenschaftler des Forschungsbereichs. Die ESKP wird für besonders komplexe Fragestellungen spezielle Forschungsprojekte initiieren. Auf diese Weise stellt die Plattform einen effizienten Wissenstransfer sicher. Die Helmholtz-Gemeinschaft kann ihr Wissen gebündelt bereitstellen und mit dem Wissen anderer Forschungseinrichtungen verbinden. Die Nutzer müssen nicht in oft verstreuten Detailinformationen nach Antworten suchen, sondern haben die Möglichkeit, an einer Stelle Kontakt aufzunehmen und ihre komplexen Fragen zu klären.

Die ESKP wird international agieren und über starke Verbindungen zu allen teilnehmenden Helmholtz-Zentren verfügen. Dies wird durch eine Kombination aus zentraler Koordination und dezentraler Zusammenarbeit erreicht: Eine kleine, zentrale Einheit soll die allgemeine Organisation und Koordination übernehmen und Prozessgrundlagen erarbeiten. Weitere, der ESKP zugeordnete Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen befinden sich in den beteiligten Forschungszentren und sind dort in die Forschung integriert. Sie bilden die Verbindung zwischen dem jeweiligen Helmholtz-Zentrum und der ESKP. Zusammen mit der zentralen Einheit werden sie die gemeinsame Strategie weiterentwickeln und umsetzen.

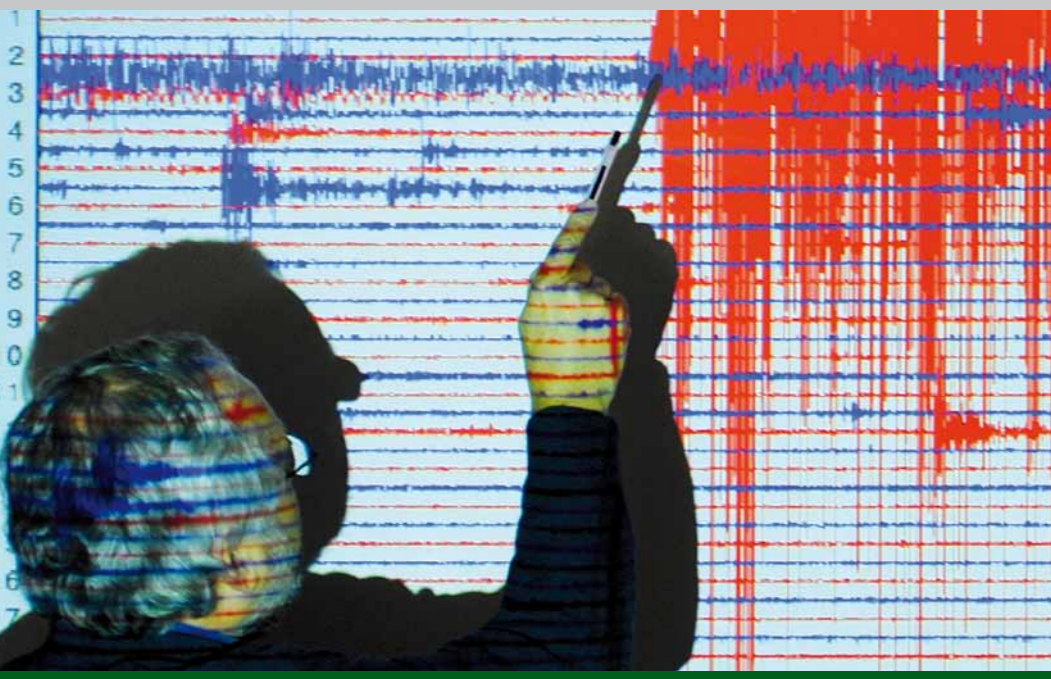
Damit wird die ESKP ein zentrales Instrument für die Helmholtz-Gemeinschaft, um die Herausforderungen des globalen Wandels zu meistern.



Lebenswichtige Information: Ausgeschilderte Fluchtwege gehören zum Tsunami-Frühwarnsystem GITEWS in Indonesien.



Auf Zeitreise bis ins Jahr 2100: Der Klimaglobus visualisiert verschiedene Klimaszenarien.



Seismogramm des Bebens vom 26. Dezember 2004 in Sumatra (links).

Politiker brauchen gesicherte Informationen für ihre Entscheidungen (rechts: UN-Klimagipfel 2010 in Cancun).





Infrastruktur: Observatorien

AM PULS DES PLANETEN

Langzeit-Beobachtungen sind der Schlüssel, um den globalen Wandel zu verstehen. Die Helmholtz-Gemeinschaft stützt sich auf zwei Säulen, um die Erde zu überwachen: Fernerkundung und Observatorien. Die Observatorien befinden sich an Land, in der Luft und im Meer. In Zukunft sollen die existierenden Einrichtungen stärker vernetzt werden, um ihren Nutzen zu erhöhen. Dauerhafte Feldexperimente ergänzen die Beobachtungen.

Die Erde ist ein Planet, der sich ständig verändert. Manche Vorgänge, die das Gesicht des Planeten prägen, spielen sich auf einer Skala von Mikro- oder sogar Nanometern ab. Andere werden erst auf der globalen Skala sichtbar. Die Helmholtz-Gemeinschaft hat mit ihren Messprogrammen und Observatorien sämtliche Skalen des Erdsystems im Blick, vom mikroskopischen Bereich bis zum gesamten Planeten.

Die Satelliten, Schiffe, Bojen, Verankerungen, Radarstationen, Flugzeuge und Ballons der Helmholtz-Gemeinschaft erfassen kritische Parameter aus großem Abstand und ermöglichen den Blick auf das große Ganze. Diese Fernerkundungsdaten müssen aber mit vor Ort gemessenen Daten abgeglichen werden. Dafür sind Observatorien am Boden, in der Luft und im Wasser wichtig. Wenn ihre Sensoren vernetzt sind, können auch Observatorien großskalige Zusammenhänge erfassen. Gleichzeitig erlauben sie den Blick aufs Detail, weil ihre Messfühler kleinräumige Vorgänge, bis hin zur mikroskopischen Ebene, beobachten können. Observatorien erlauben zudem Einblicke in Bereiche unseres Planeten, die für die Fernerkundung weitgehend unzugänglich sind, zum Beispiel das Erdinnere oder das Meer.

Für die Forscherinnen und Forscher der Helmholtz-Gemeinschaft sind die Observatorien ein wichtiges Werkzeug, um das System Erde zu verstehen, zum Beispiel, um Naturgefahren zu überwachen (siehe S. 6) oder den globalen Wandel zu erfassen. Die Daten aus den Observatorien fließen in Modelle ein, die wiederum Aussagen zur zukünftigen Entwicklung des Erdsystems erlauben, sowohl auf globaler als auch auf regionaler Skala. Um ihre vielfältigen Observatorien noch besser zu nutzen, will die Helmholtz-Gemeinschaft in Zukunft einen integrierten, interdisziplinären Ansatz in den Vordergrund stellen.

Bislang legen viele Observatorien ihren Schwerpunkt auf einen bestimmten Teil des Erdsystems, sie erfassen zum Beispiel einzelne physikalische Größen wie etwa seismische Wellen, oder sie überwachen ein bestimmtes Ökosystem. In den letzten Jahren hat sich jedoch herausgestellt, dass scheinbar unabhängige Teile des Systems Erde durch komplizierte Wechselwirkungen miteinander verbunden sind. So kann vom Wind verwehter Wüstenstaub noch in tausenden Kilometern Entfernung Algenblüten im Meer auslösen. Ein weiteres Beispiel für weitreichende Wechselwirkungen sind die Meeresströmungen: Sie werden nicht nur von Prozessen in der

Atmosphäre beeinflusst – vor allem vom Wind – sondern auch von Vorgängen an Land, zum Beispiel von der Wassermenge, die Flüsse oder Gletscher ins Meer einleiten.

Um bislang verborgene Zusammenhänge zu erkennen, wird ein ganzheitlicher Ansatz benötigt, der die Schnittstellen und Wechselwirkungen zwischen den Teilen des Erdsystems einschließt. Eine wichtige zukünftige Herausforderung wird darin bestehen, die bereits existierenden Helmholtz-Observatorien noch besser miteinander zu vernetzen. Die erhobenen Daten könnten der Forschungsgemeinschaft in einer integrierten Datenplattform zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich sollten diejenigen Beobachtungssysteme gestärkt werden, die bereits jetzt die Schnittstellen des Erdsystems überwachen. Dazu gehören beispielsweise das Tsunami-Frühwarnsystem GITEWS, die vier Land-Observatorien der Initiative TERENO, das Küstenobservatorium COSYNA, das Luft-Observatorium IAGOS, das Tiefsee-Langzeitobservatorium HAUSGARTEN und Teile des internationalen Meeresobservatoriums GOOS. Die Helmholtz-Gemeinschaft will auch neue Technologien etablieren. Dazu zählen zum Beispiel integrierte Multiparameter-Observatorien sowie neue, hochleistungsfähige Satellitenplattformen. Durch die Vernetzung wird der wissenschaftliche Nutzen der existierenden Einrichtungen weiter gesteigert.

Die Helmholtz-Gemeinschaft will auch sogenannte Exploratorien einrichten. In diesen Einrichtungen soll die Umwelt nicht nur beobachtet werden, sondern es sollen auch langjährige Feldexperimente durchgeführt werden. Das ist entscheidend, um kausale Zusammenhänge zu identifizieren. In einem Exploratorium können Forscherinnen und Forscher Umweltbedingungen gezielt manipulieren und herausfinden, bei welchen Schwellenwerten sich Veränderungen in einem Ökosystem ergeben.

Ein weiteres Ziel der Helmholtz-Zentren aus dem Forschungsbereich Erde und Umwelt besteht darin, die wissenschaftliche

Deutschlands höchster Forschungsstandort: Das Gipfel-Observatorium auf der Zugspitze (ganz links).

Auf dem Weg in die Stratosphäre: Messgeräte zur Untersuchung der Ozonschicht (Mitte links).

Zurück aus der Tiefsee: Im Golf von Mexiko wird eine autonome Beobachtungsplattform (Lander) geborgen.

Ein Radiometer misst die Bodenfeuchte auf einem Versuchsfeld (ganz rechts).

Qualität langjähriger Messprogramme zu erhöhen. Langzeit-Kampagnen sind wichtig, weil sich schleichende Veränderungen wie der globale Wandel nur durch langjährige Messreihen erfassen und verstehen lassen. Helmholtz-Forscherinnen und Forscher wollen nun ein Rahmenkonzept erarbeiten, damit sich Langzeit-Programme schrittweise entwickeln und an veränderte Fragestellungen anpassen können. Dazu müssen zum Beispiel einheitliche Standards für die Datenspeicherung und die IT-Infrastruktur festgelegt werden.

Das Ziel der Helmholtz-Gemeinschaft besteht darin, ihre Beobachtungsplattformen zu intelligenten Observatorien auszubauen. Dazu müssen Modelle, die Messreihen interpretieren und extrapolieren, noch stärker eingebunden werden. Durch die Vernetzung der Messplattformen ergibt sich die Chance, das Wissen zu unterschiedlichen Bereichen des Planeten konsistent zu bündeln.

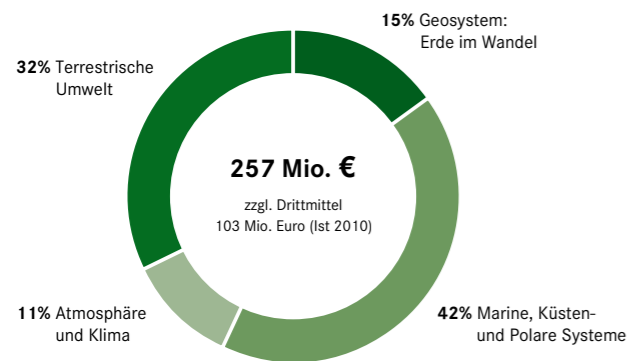
DER HELMHOLTZ-FORSCHUNGSBEREICH ERDE UND UMWELT

Daten und Fakten

In der Förderperiode 2009 bis 2013 gibt es vier strategisch ausgerichtete Forschungsprogramme:

- Geosystem: Erde im Wandel
- Marine, Küsten- und Polare Systeme
- Atmosphäre und Klima
- Terrestrische Umwelt

Die Struktur des Forschungsbereichs Erde und Umwelt
Soll-Kosten der Grundfinanzierung 2010: 257 Mio. €
(inkl. der anteiligen programm-ungebundenen Forschung)



Grundfinanzierte Kosten	257
Geosystem: Erde im Wandel	38
Marine, Küsten- und Polare Systeme	108
Atmosphäre und Klima	29
Terrestrische Umwelt	81

Gesamtpersonal, einschließlich Infrastrukturpersonal, entsprechend 3.467 FTE (Full-time equivalents/Vollzeitäquivalente)

Wissenschaftliches Personal entsprechend 1.296 FTE, davon 874 grundfinanziert, 421 drittmittelfinanziert

842 betreute Doktoranden und Doktorandinnen

1.861 Publikationen in ISI-zitierten Fachzeitschriften (Institute for Scientific Information)

76 erteilte Patente

2.125 Kooperationen mit der Wissenschaft

232 Kooperationen mit der Wirtschaft

(Stand 2010)

Beteiligte Zentren und Ansprechpartner

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)

Ralf Röchert
Telefon +49 471 4831-1680
ralf.roechert@awi.de

Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)

Dr. Anne Rother
Telefon +49 2461 61-4661
a.rother@fz-juelich.de

GEOMAR | Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Dr. Andreas Villwock
Telefon +49 431 600-2802
avillwock@geomar.de

Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

Franz Ossing
Telefon +49 331 288-1040
ossing@gfz-potsdam.de

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)

Dr. Torsten Fischer
Telefon +49 (0)4152 87-1677
torsten.fischer@hzg.de

Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungs- zentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU)

Sven Winkler
Telefon +49 89 3187-3946
presse@helmholtz-muenchen.de

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

Doris Böhme
Telefon +49 341 235-1269
doris.boehme@ufz.de

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Dr. Joachim Hoffmann
Telefon +49 721 608-22860
joachim.hoffmann@kit.edu

Bildnachweis

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI):

Seiten 4, 10, 12 oben, 13 rechts, 16 oben.

ESA (European Space Agency):

Seite 5 oben.

Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ):

Seiten 22 und 23, 24 oben links, 28 rechts, 29 rechts.

GEOMAR | Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel:

Titelbild links unten, Seiten 5 unten, 7 oben, 17 oben, 29 links.

Getty Images, Inc:

Titelbild rechts oben.

Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ:

Titelbild links oben, Seiten 7 unten, 8, 9, 26, 27 oben.

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG):

Seite 27 Mitte und unten.

Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungs- zentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU):

Titelbild rechts unten, Seiten 11 unten, 20 unten, 25 oben.

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ):

Seiten 14 und 15, 18, 19, 20 oben, 21.

iStockphoto / olling:

Seite 11 oben.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT):

Seiten 6, 12 unten, 16/17 unten, 24/25 unten, 28 links.

Impressum

Inhaltlich Verantwortliche

Prof. Dr. Karin Lochte und Prof. Dr. Reinhard Hüttl
Vizepräsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft für den Forschungs-
bereich Erde und Umwelt (2009/2010 und ab 2011)

Endredaktion

Dr. Angelika Dummermuth, Dr. Joachim Hoffmann, Franz Ossing,
Dr. Joachim Nöller, Dr. Klaus Rehmann, Dr. Alexander Rudloff,
Dr. Nicole Schmidt, Dr. Iris Ulrich, Dr. Kathrin Vermöhlen.

Texte

Ute Kehse

Gestaltung

DER PUNKT GmbH, Karlsruhe

Druck

Karl Elser Druck GmbH, Mühlacker

Papier

Heaven 42 (FSC-zertifiziert)

Copyright © by

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2, 10178 Berlin

Januar 2012

