



Positionspapier der Helmholtz-Gemeinschaft
Deutscher Forschungszentren zu Umwelt-Aspekten in Horizon 2020

Stand: 2012

Die Helmholtz-Gemeinschaft ist mit rund 33.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Jahresbudget von rd. 3,3 Mrd. Euro die größte Forschungsorganisation Deutschlands und eine der größten in Europa. Sie beteiligt sich an zahlreichen europäischen Vorhaben – in vielen Fällen federführend – und profitiert stark von den etablierten Instrumenten der EU-Forschungsrahmenprogramme. Die Nutzung dieser Instrumente trägt in einem erheblichen Maße zur Vernetzung und Kooperation der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft mit Forscherinnen und Forschern in ganz Europa bei. Sie ermöglichen außerdem Aktivitäten, die auf nationaler Ebene nicht verwirklicht werden können oder die im europäischen Verbund einen höheren Mehrwert bringen.

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
Forschungsbereich Erde und Umwelt
Stand: Februar 2012

Helmholtz-Positionspapier zu HORIZON 2020

zu den Aktivitäten

„Climate Action, Resource Efficiency and raw materials“ and

“Food security, sustainable agriculture, marine and maritime research and the Bio-economy“

INHALT

Einleitung	4
Strategische Forschungsthemen	5
1. Klimawandel und effektiver, effizienter Umgang mit Ressourcen, einschließlich Bereitstellung von Rohstoffen.....	5
a. Vermeidung und Anpassung an den Klimawandel	5
➤ Regionaler Klimawandel	5
▪ Gekoppelte Regionale Klimamodelle.....	5
▪ Meeresspiegeländerungen und Küstenschutz.....	6
▪ Veränderungen in der Arktis	6
▪ Rolle der Landoberflächen im Klimasystem	6
▪ Wechselwirkungen zwischen Luftchemie und Klima.....	7
▪ Extremereignisse.....	7
▪ Strategien zur regionalen Anpassung an den Klimawandel.....	7
▪ Schnelle Klimaänderungen aus Proxy-Daten.....	8
▪ Klimawandel und Luftqualität	8
▪ Risikoabschätzung und Risikomanagement für Klimaanpassungsstrategien.....	9
➤ Informationen aufbereiten und Wissen vermitteln – Earth System Knowledge Platform	9
➤ Climate Engineering	10
b. Nachhaltiges Management von natürl. Ressourcen & Ökosystemen...	10
➤ Nachhaltige Ressourcennutzung	10
➤ Effiziente Nutzung und nachhaltiges Management von Ressourcen – Wasser, Boden, Pflanze	12
▪ Einfluss des globalen Wandels auf die Wasserressourcen (Szenarienentwicklung)	12
▪ Nachhaltiges Wasserressourcen-Management	12
▪ Erfassen von Wasser- und Stoffkreisläufen auf der regionalen Skala...	13
▪ Integrierte Observations- und Explorationskonzepte zur Erfassung langfristiger Trends und Entwicklungen	13
▪ Angewandte Ökologie	13

▪	Hydrologische Modelle	13
▪	Knappe Wasserressourcen am Mittelmeer.....	13
➤	Ökosysteme der Zukunft	14
▪	Analyse ökologischer Prozesse und Funktionen.....	15
▪	Einfluss des globalen Wandels auf die Dynamik und Leistungsfähigkeit der Ökosysteme	15
▪	Nachhaltige Nutzung von Ökosystemen	15
▪	Risiken durch Chemikalien in der Umwelt.....	15
➤	Entwicklung nachhaltiger globaler Umweltbeobachtungs- und Informationssysteme	16
c.	Naturgefahren verstehen und Risiken einschätzen	16
➤	Extremereignisse besser verstehen.....	17
➤	Frühwarnsysteme.....	17
➤	Katastrophenmanagement	17
d.	Nachhaltige Versorgung m. nicht-energetischen mineral. Ressourcen	18
➤	Geo-Ressourcen.....	18
➤	Anthropogene Ressourcen	18
➤	Earth Engineering.....	18
e.	Öko-Innovation, Nachhaltige Produktion und Konsum.....	18
➤	Nachhaltige Produktion.....	18
➤	Konsum.....	19
2.	Lebensmittelsicherheit und nachhaltige Bio-Ressourcen.....	20
a.	Nachhaltige Bioökonomie	20
➤	Pflanzen als Grundlage für Nahrung, nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie	20
➤	Integrierte Produktionssysteme.....	21
➤	Polygeneration: Chemiefabrik und Energiezentrale	21
	Infrastrukturen.....	22
	European Climate Research Alliance (ECRA).....	23

Einleitung

Die wachsende Verwundbarkeit hochorganisierter urbaner Zentren durch Naturereignisse, Risiken durch Klimaveränderungen, Verknappung von Nutzungsflächen, Grundstoffen und Energieträgern durch starkes Bevölkerungswachstum und Industrialisierung sowie Veränderungen von Ökosystemen und der Luftqualität und damit die Beeinträchtigung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen sind Herausforderungen an die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts. Die Abschätzung und Minderung der Folgen dieser Entwicklungen wird damit zu einer zentralen Aufgabe der Forschung.

Im Mittelpunkt stehen aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft die Entwicklung von Strategien zur Vorsorge und Strategien zum Umgang mit Naturgefahren und mit dem Klimawandel, zur Vereinbarung der nachhaltigen und effizienten Nutzung der Geo- und Ökosysteme mit ihrem langfristigen Schutz und zur Anpassung an Veränderungen der Umweltbedingungen.

Zur Entwicklung von politischen Handlungsoptionen bedarf es darüber hinaus einer Analyse der sozio-ökonomischen Folgen der genannten Aspekte.

Folgende strategische Forschungsthemen sollten aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft im europäischen Rahmen verfolgt werden:

Strategische Forschungsthemen

Aus Helmholtz-Sicht sollten insbesondere die folgenden zwei großen Forschungsbereiche mit den entsprechenden Unterthemen auf europäischer Ebene verfolgt werden:

1. Klimawandel und effektiver, effizienter Umgang mit Ressourcen, einschließlich Bereitstellung von Rohstoffen

a. Vermeidung und Anpassung an den Klimawandel

Die Entwicklung von innovativen und nachhaltigen Vermeidungs- und Anpassungsstrategien insbesondere auf regionaler Ebene und die Aufbereitung des Wissens in verständlicher Form für verschiedene Nutzerkreise sollten hierbei nach Ansicht der Helmholtz-Gemeinschaft im Fokus der Forschung stehen.

➤ Regionaler Klimawandel

Die globale Erwärmung hat für einzelne Regionen der Erde ganz unterschiedliche Folgen. Die Erforschung regionaler Klimaänderungen ist daher von entscheidender Bedeutung und liefert die Grundlage für die Entwicklung von Anpassungs- und Vermeidungsstrategien.

Die Helmholtz-Klimainitiative REKLIM (Regionale Klimaänderungen), an der acht Helmholtz-Zentren beteiligt sind, befasst sich seit 2009 mit verschiedensten Aspekten des Themas „regionaler Klimawandel“. REKLIM konzentriert sich auf sieben hochaktuelle Forschungsthemen, die auch auf europäischer Ebene relevant sein sollten:

▪ Gekoppelte Regionale Klimamodelle

Wie hängt die Entwicklung des Klimas von der Wechselwirkung zwischen Atmosphäre, Ozean, Eis und Landoberflächen ab? Welchen Einfluss haben natürliche und anthropogene Prozesse?

Ziel dieses Forschungsthemas ist die Entwicklung von gekoppelten Erdsystemmodellen für Anwendungen auf der regionalen Skala. Untersuchungsgebiete sind die polaren Regionen und Europa. Die Erdsystemmodelle bestehen aus regionalen Atmosphärenmodellen hoher Auflösung und Modellen für Ozean, Meereis, Landoberfläche, Boden, Aerosolchemie, Vegetation und weiteren Komponenten.

▪ Meeresspiegeländerungen und Küstenschutz

Wie groß sind die Verluste der kontinentalen Eismassen (insbesondere von Grönland und der West-Antarktis) und wie reagiert der Meeresspiegel auf Schmelzwasser und Erwärmung?

Schmelzende Gletscher und Eisschilde tragen etwa 40 Prozent zum Meeresspiegelanstieg bei. Gegenwärtig steigen die Schmelzraten der Eismassen weltweit, und insbesondere das Verhalten des grönländischen und des westantarktischen Eisschildes wird in Zukunft entscheidend sein. Eine wesentliche Unbekannte ist die Dynamik der Gletscher und Eisströme und ihr Potential, Eis ins Meer zu transportieren. Weitere Fragen sind die Reaktion des Ozeans auf die Erwärmung und die Zufuhr von Schmelzwasser, die Änderung des Schwerfeldes durch den schrumpfenden Eisschild und der Einfluss steigender Meeresspiegel auf die Küstenzonen.

▪ Veränderungen in der Arktis

Wodurch werden die großen Änderungen in der Arktis hervorgerufen und mit welchen Fernwirkungen sind sie verbunden?

Durch Messungen in der Arktis sowohl im Ozean und als auch an Land sollen das Tauen von Permafrost und die dadurch verursachte Freisetzung von Treibhausgasen (insbesondere Methan aus Gashydraten) unter den Bedingungen der arktischen Erwärmung erfasst werden. Gleichzeitig wird untersucht, wie die Zirkulation des arktischen Ozeans auf den Eisrückgang und den Eintrag von Schmelzwasser reagiert.

Über die REKLIM-Zielstellung hinaus wird die Untersuchung der Veränderungen in der Antarktis von großer Bedeutung sein: Die unterschiedliche Ausprägung der Entwicklung auf beiden Hemisphären birgt erhebliche Unsicherheiten, wenn es um die Einschätzung der weiteren Entwicklung über Zeiträume von Jahrzehnten geht. Die starke Regionalität der Entwicklung in der Antarktis führt dazu, dass – trotz dramatischer Veränderungen in bestimmten Gebieten – kontinental betrachtet der trügerische Eindruck von Stabilität entsteht. Das unterschiedliche Verhalten der beiden Polargebiete ist ein Schlüssel zum Verständnis der ökologischen Prozesse.

▪ Rolle der Landoberflächen im Klimasystem

Wie wirkt sich der Klimawandel auf Ökosysteme, Wasserressourcen, Land- und Forstwirtschaft aus und wie beeinflussen diese wiederum das Klima?

Die komplexe Verkettung von physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen an der Schnittstelle zwischen Atmosphäre und Landoberfläche ist noch unvollständig verstanden, bildet aber einen der

Schlüssel für verbesserte Vorhersagen regionaler Ausprägungen des Klimawandels und deren Folgen für den Menschen.

- **Wechselwirkungen zwischen Luftchemie und Klima**

Wie wird das regionale Klima durch Änderungen der Luftbestandteile beeinflusst?

Die sorgfältige Interpretation von Messdaten der atmosphärischen Zusammensetzung und die Nutzung von Modellen sollen zu einem besseren Verständnis der Einflüsse von Ozon, Aerosolen, Wasserdampf und Wolken auf das Klimasystem in ausgewählten Regionen führen.

- **Extremereignisse**

Wie wird sich die Ausprägung und Häufigkeit extremer Wetterereignisse in einem zukünftigen Klima verändern?

Die Folgen extremer Wetterereignisse sind durch das aktuelle Wettergeschehen und durch die Verletzlichkeit der Lebensräume und Infrastruktureinrichtungen bestimmt. Damit besitzt das Thema hohe Anwendungsrelevanz. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für Anpassungsmaßnahmen.

Wichtigstes Forschungsziel ist die Bestimmung der vergangenen und zukünftigen Klimaentwicklung im Hinblick auf extreme Wetterereignisse wie Sturm, Starkregen, Hitze- und Dürreperioden und deren Folgen, wie z.B. Hochwasser, im regionalen bis lokalen Maßstab. Hierbei gilt es, durch Nutzung aller verfügbaren Daten und durch sehr detaillierte Modellierung auch die seltenen Ereignisse besser als in bisherigen Klimasimulationen zu quantifizieren.

- **Strategien zur regionalen Anpassung an den Klimawandel**

Wie können wir einen optimalen Weg der Anpassung und Vermeidung wählen?

Beim gegenwärtigen Stand des ökonomischen Wissens kann die Optimierung von Mitigations- und Adaptationspolitik nur über die Verbesserung der Integration in die Maßnahmen der Umwelt- und der Wirtschafts- und Sozialpolitik erfolgen. Konflikte zwischen Politikzielen müssen identifiziert und möglichst minimiert werden. Welches Gewicht finden Erwägungen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung in den sich überschneidenden Politikbereichen? Gibt es definierte Berichts- und Abwägungspflichten für diese Querschnittsaufgaben?

Welche Ressourcen werden für die Erforschung von Mitigations- und Adaptationswirkungen aufgewandt? Zugleich muss an innovativen Ansätzen der ökonomischen Anpassungsforschung auf regionaler Ebene geforscht werden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft hat darüber hinaus drei weitere wichtige Forschungsthemen identifiziert, die auch auf europäischer Ebene von Relevanz sind.

- **Schnelle Klimaänderungen aus Proxy-Daten**

Ziel ist es, den regionalen Verlauf abrupter Klimaänderungen zu entschlüsseln. In den Untersuchungen soll die aktuelle Warmzeit mit der vorangegangenen Warmzeit vor etwa 125.000 Jahren verglichen werden. Einen Schwerpunkt bilden dabei die raschen Klimawechsel am Ende der letzten beiden Eiszeiten vor etwa 10.000 bzw. 135.000 Jahren. Um die regionalen Besonderheiten dieser drastischen Veränderungen nachzuvollziehen, müssen neue, besonders genaue Klimaarchive genutzt werden. Dazu zählen zum Beispiel Eisbohrkerne aus Grönland und der Antarktis, Meeressedimente aus dem Nordpazifik und dem tropischen Atlantik sowie Ablagerungen aus dem Mittelmeerraum und aus Ost-China. Diese regionalen Klimadaten müssen dann mit Modellrechnungen verglichen werden, um bislang unbekannte Fernwirkungen, Rückkopplungen und Schwellenwerte im Klimasystem zu entdecken.

- **Klimawandel und Luftqualität**

Klimawandel und Luftqualität werden meist noch isoliert betrachtet. Tatsächlich aber beeinflussen beide Prozesse einander stark. Um die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu verstehen, müssen sie daher gemeinsam untersucht werden. 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 könnten dann erstmals aus gesundheitlicher Sicht bewertet werden.

- **Risikoabschätzung und Risikomanagement für Klimaanpassungsstrategien**

Der Klimawandel ist in Europa bereits 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. In Zukunft braucht die europäische Klimapolitik eine wissenschaftliche Grundlage, damit sie Risiken abschätzen und verschiedene Handlungsmöglichkeiten bewerten kann. Gelingt die vorausschauende Anpassung nicht, kann die europäische Gesellschaft erheblichen Schaden nehmen.

Der Fokus der Forschung sollte darauf liegen, Klimawandel und sozioökonomische Veränderungen gemeinsam zu betrachten, weil beide Prozesse miteinander gekoppelt sind, zum Beispiel in Bereichen wie Landnutzung, Verkehr oder Besiedlung. Ein Schwerpunkt bei der Risikobewertung sollte auf meteorologischen Extremereignissen liegen, zum Beispiel Stürmen, extremen Niederschlägen und Hochwasser, aber auch längeren Dürreperioden und Sturmfluten.

- **Informationen aufbereiten und Wissen vermitteln – Earth System Knowledge Platform**

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 sehr wichtig. Die Aufbereitung des Wissens zum Erdsystem in leicht nutzbarer und verständlicher Form für verschiedene Nutzerkreise ist von zentraler Bedeutung. Die Helmholtz-Gemeinschaft entwickelt derzeit eine neue Informations- und Dialogplattform, die "Earth System Knowledge Platform" (ESKP). Das zentrale Ziel der ESKP besteht darin, über die Auswirkungen 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 sie für die Öffentlichkeit – für Politik, Wirtschaft und die Gesellschaft im Ganzen – eine wichtige Beratungsfunktion.

Vorrangig zu bearbeitende Themenfelder sind Anpassung an den Klimawandel, Extremereignisse, Biodiversität und Wasser.

Der Aufbau solcher Plattformen auch in anderen europäischen Ländern und die Verknüpfung und Netzbildung auf europäischer Ebene sind erforderlich.

➤ Climate Engineering

Unter Climate Engineering (CE) versteht man absichtliche, großskalige Eingriffe in das Erdsystem, um den Effekten des anthropogenen Klimawandels entgegenzuwirken. In diesem Sinne ist CE neben der Treibhausgas-Vermeidung (Mitigation) und der Klima-Anpassung (Adaptation) eine dritte Möglichkeit, den Folgen der globalen Klimaveränderung zu begegnen. Es werden Maßnahmen diskutiert, die durch Eingriffe in natürliche Systeme das Strahlungsgleichgewicht der Erde verändern (Solar Radiation Management, SRM), oder die Klimagase wieder aus der Atmosphäre entfernen (Carbon Dioxide Removal, CDR). Beispiele für SRM sind die Beeinflussung der Wolkenbildung durch die Zugabe von Kondensations- oder Eiskeimen oder die Ausbringung von Aerosolen in der Stratosphäre. Beispiele für CDR-Vorschläge sind die Düngung der Meere mit Mikro-Nährstoffen oder die künstliche Beschleunigung der Verwitterung von Silikatgesteinen.

Ziel der hier vorgeschlagenen Untersuchungen ist die naturwissenschaftliche Analyse von Technologien, die im Rahmen des CE vorgeschlagen werden. Dies beinhaltet

- fokussierte Prozessuntersuchungen (Laborexperimente, Feldmessungen, Theorie)
- verschiedene Modellierungsansätze unter Berücksichtigung der in den Prozessuntersuchungen gewonnenen Ergebnisse (lokale, regionale und globale Modelle bis hin zur Erdsystemmodellierung)
- sowie Messungen mit verschiedensten Plattformen zur Überprüfung der Modelle und Prozessparametrisierungen (von boden-, schiff und flugzeuggestützten Instrumenten bis hin zu Erdbeobachtungssatelliten).

Hingegen sollten weder neue CE Verfahren konzipiert, noch technische Umsetzungsvarianten für bereits vorgeschlagene Klima-Eingriffe entwickelt werden.

b. Nachhaltiges Management von natürlichen Ressourcen und Ökosystemen

Die Bereitstellung von Wissen für ein nachhaltiges Management der natürlichen Ressourcen und die effiziente Nutzung dieser begrenzten Ressourcen sollte im Mittelpunkt der Forschung auf europäischer Ebene stehen.

➤ Nachhaltige Ressourcennutzung

Atmosphäre, Hydrosphäre, Kryosphäre, Biosphäre und Geosphäre beherbergen bedeutsame Ressourcen und stellen daher Leistungen für die Gesellschaft in Form von Nahrungsmitteln, Trinkwasser, Rohstoffen, für die Produktion wirtschaftlicher Güter und als temporäre oder permanente Reservoirs von Emissionen zur Verfügung. Verschiedene Faktoren wie demographischer Wandel, intensiviert Landnutzung, der

Einfluss von Chemikalien und der Klimawandel führen zu einer Gefährdung der natürlichen Ressourcen.

Aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft sollten insbesondere folgende Themen verfolgt werden:

- Analyse der Verfügbarkeit und Produktivität dieser Ressourcen im Kontext des globalen Wandels auf den verschiedenen relevanten Skalen – global, regional, lokal
- Entwicklung besserer Prognosewerkzeuge (Modellsysteme)
- Erarbeitung angepasster Technologie- und Managementkonzepte für eine nachhaltige und skalenübergreifende integrierte Bewirtschaftung (Begriff des „Resource Stewardship“)
- Entwicklung von Handlungsoptionen für Entscheidungsträger im gesellschaftlichen und politischen Raum für einen nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen und der Umwelt
- Bioökonomie und der Schutz der menschlichen Gesundheit sind hierbei notwendige Querschnittsthemen

In der Helmholtz-Gemeinschaft sind sowohl in Bezug auf die wissenschaftlichen Kompetenzen als auch hinsichtlich der bestehenden Infrastrukturen (Monitoringsysteme für alle Skalen) die besten Voraussetzungen für die Bearbeitung dieser Themen gegeben.

Wesentlicher Forschungsbedarf wird im Folgenden exemplarisch herausgestellt:

➤ **Effiziente Nutzung und nachhaltiges Management von Ressourcen – Wasser, Boden, Pflanze**

WASSER:

Wasser ist eine essentielle, aber oft knappe Ressource. In vielen Gebieten der Erde herrscht Wassermangel, Schadstoffe bedrohen die Wasserqualität. Zukünftig werden sich die großen Herausforderungen für die Wasserforschung vor allem aus der Notwendigkeit ergeben, das Thema zunehmend im Zusammenhang mit Fragen des globalen Wandels, des Klimawandels, der wachsenden geopolitischen Bedeutung sowie in Verbindung mit Energie- und Gesundheitsfragen zu sehen.

Aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft sollten insbesondere folgende Themen verfolgt werden:

▪ **Einfluss des globalen Wandels auf die Wasserressourcen (Szenarienentwicklung)**

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 werden die Mega-Städte immer größer, 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. Es müssen realistische Zukunftsszenarien entwickelt und daraus mögliche Handlungsoptionen abgeleitet werden.

▪ **Nachhaltiges Wasserressourcen-Management**

Das moderne Wassermanagement beruht auf dem Gedanken des "Integrierten Wasserressourcen Managements". Wasservorkommen sollen dabei ganzheitlich betrachtet und bewirtschaftet werden. Deswegen müssen verschiedene Faktoren untersucht werden. Es geht um Naturräume und ökologische Fragestellungen, das Prozessverständnis ökosystemarer Dienstleistungen (ecosystem service), die Sicherung der Trinkwasserqualität und um unterschiedliche politische Systeme und institutionelle Strukturen. Auch diese gesellschaftlichen Randbedingungen müssen in die neuen Konzepte des Wassermanagements einbezogen werden.

- **Erfassen von Wasser- und Stoffkreisläufen auf der regionalen Skala**

Es sollen Methoden entwickelt werden, 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 sollte untersucht werden.

- **Integrierte Observations- und Explorationskonzepte zur Erfassung langfristiger Trends und Entwicklungen**

In der Forschungsinfrastruktur TERENO (Terrestrial Environmental Observatories) haben sechs Helmholtz-Zentren ein deutschlandweites Netz aus integrierten Langzeitobservatorien verwirklicht. Im Bereich Wasser soll dieses Konzept nun auf andere Länder, insbesondere auf 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 geringer Datendichte soll es so möglich werden, die Entwicklung der Wasserressourcen verlässlicher vorherzusagen.

- **Angewandte Ökologie**

Die Qualität der Wasserressourcen wird wesentlich durch Selbstreinigungsprozesse in Oberflächengewässern und Grundwasser bestimmt. Um eine nachhaltige Nutzung der „Ecosystem Services“ zu erreichen, ist eine angewandte ökologische Forschung nötig, die wissenschaftliche Grundlagen für die schonende Bewirtschaftung der aquatischen Ökosysteme schafft.

- **Hydrologische Modelle**

Ziel ist es, das umfangreiche Wissen über den Wasserkreislauf und seine Wechselwirkungen mit der Umwelt zu nutzen, um geeignete Modellierungsinstrumente zu entwickeln. Grundlage hierfür sollen neue Software-Strukturen und moderne Werkzeuge zur Daten-Integration sein.

- **Knappe Wasserressourcen am Mittelmeer**

Das Problem der Wasserknappheit ist im Mittelmeerraum besonders ausgeprägt. Angesichts der zukünftigen Herausforderungen braucht die Mittelmeerregion ein adäquates Wassermanagement. Dabei sollte sich die

Forschung auf Datenbeschaffung, Wassermanagement und Technologieentwicklung fokussieren.

BODEN:

Die globalen Bodenressourcen werden so intensiv genutzt, dass sie übernutzt und durch menschliche Aktivitäten schneller verbraucht werden als Bodenbildung stattfinden kann. Bodenforschung muss daher in einem breiten Kontext stattfinden, um dem dringenden Bedarf an Systemlösungen zur Verhinderung und Umkehrung von Bodendegradation entsprechen zu können. Die Forschung muss das Wechselspiel zwischen Boden und Wasser berücksichtigen, sowohl naturwissenschaftliche als auch sozialwissenschaftliche Forschung einbeziehen und auch technologische Lösungen schaffen.

PFLANZEN:

Pflanzen als Grundlage für Nahrung und als nachwachsende Rohstoffe

Die Erzeugung ausreichender und sicherer Lebensmittel wie auch nachwachsender Rohstoffe stellt eine weltweite Herausforderung dar. Die Pflanzenforschung sollte wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltige Pflanzenproduktion liefern. Aufbauend auf „Phenotyping“, Dynamik von Wachstumsprozessen oder Pflanze-Umwelt-Interaktionen sollen systembiologische Ansätze zur Umweltinteraktion von Pflanzen entwickelt werden, die auf eine verbesserte Pflanzenproduktion zielen. Biotechnologische Innovationen werden unterstützt. Mechanismen und genetische Potenziale, die zur Verbesserung der Pflanzenproduktion beitragen können (z. B. Resistenz, Biodiversität, Ressourcen-effizientes Wachstum, grüne Biotechnologie), werden erforscht oder zusammen mit Züchtern/ Industrie vorangetrieben.

➤ **Ökosysteme der Zukunft**

Durch den globalen Wandel verändern sich Ökosysteme an Land und im Meer massiv. **Klimawandel, intensivierete Landnutzung und der globale Austausch von Organismen beeinträchtigen die biologische Vielfalt und wirken sich auch auf die Verteilung von Ökosystemen aus.**

Aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft sollten daher die Folgen dieser Veränderungen, die von Versorgungsengpässen bis zu gesundheitlichen Problemen reichen, untersucht werden. Das Ziel besteht darin, eine wissenschaftliche Grundlage für die nachhaltige Nutzung und den Schutz der Ökosysteme zu schaffen – zum Wohlergehen der Gesellschaft.

Drei wesentliche Themen von hoher gesellschaftlicher Relevanz sollten zentral verfolgt werden:

- **Analyse ökologischer Prozesse und Funktionen**

Welche Faktoren führen zur Veränderung von Ökosystemen? Wie schnell laufen die Veränderungen ab?

Verschiedene Ökosysteme in den Polarregionen, in der Tiefsee, entlang der Küsten, auf dem Land, oder in der Stadt unterscheiden sich stark voneinander. Trotz dieser Vielfalt ist es möglich, generelle Prinzipien und Mechanismen zu erkennen, die für alle Ökosysteme gelten. Daraus können weitere Optionen zum Management und zum Schutz von Ökosystemen abgeleitet werden, die anschließend in internationale Normen einfließen.

- **Einfluss des globalen Wandels auf die Dynamik und Leistungsfähigkeit der Ökosysteme**

Ozeane, Küsten, Flüsse, Berge, Wälder, polare, semi-aride und aride Zonen sowie vor allem stark genutzte Kulturlandschaften sind zum einen besonders empfindliche, zum anderen aber auch besonders wichtige Ökosysteme. Die Untersuchung direkter und indirekter Konsequenzen des globalen Wandels für diese Ökosysteme einerseits und der Folgen von Adaptations- und Mitigationsmaßnahmen andererseits ist eine unerlässliche Aufgabe künftiger europäischer Forschung.

- **Nachhaltige Nutzung von Ökosystemen**

Wie wirkt sich die Nutzung von Land und Meer auf die biologische Vielfalt von Ökosystemen aus? Wie reguliert die biologische Vielfalt die Produktivität von Ökosystemen? Die Folgen der derzeitigen und künftigen Nutzung der Ökosysteme sollen erforscht werden. Im Mittelpunkt sollten zentrale Dienstleistungen von Ökosystemen, zum Beispiel die Produktion von Biomasse, Bodenbildung, Kohlenstoffspeicherung, Klimaregulation, Wasserreinigung, Wasserspeicherung und die Vielfalt genetischer Ressourcen stehen.

- **Risiken durch Chemikalien in der Umwelt**

Welche Risiken resultieren aus der weltweiten Nutzung von Chemikalien für unsere Ökosysteme und letztendlich für den Menschen? Wie können diese Risiken bewertet und minimiert werden? Erforderlich ist eine prospektive Chemikaliensicherheitsforschung, die für die Stoff- und

Produktentwicklung Innovationspotentiale identifiziert und dabei auf einer Verbesserung des Verständnisses ökosystemarer Dienstleistungen zum Management des Schadstoffabbaus zurückgreift. Hierzu werden analytische Instrumentarien zur Identifizierung und Beurteilung von ursächlichen Treibern in multipel gestressten Ökosystemen ebenso benötigt wie die Verknüpfung von ortsspezifischen Bewertungen festgestellter Belastungen mit prospektiven Beurteilungen zur Verbesserung von Extrapolationsmodellen. Die Schaffung von intelligenten Expertensystemen für integratives Risikomanagement ist unerlässlich. Gleiches gilt für die Kopplung der Entwicklung von Umweltprozesstechnologien mit Umweltbeurteilungen. Synergiepotentiale zwischen Human- und Umwelt-orientierter Risikoforschung sollten besser genutzt werden.

➤ **Entwicklung nachhaltiger globaler Umweltbeobachtungs- und Informationssysteme**

Aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft sind die im Folgenden aufgelisteten Methoden bzw. Herangehensweisen für die Beobachtung der Ökosysteme an Land und im Meer dringend erforderlich. Die Voraussetzungen dafür sind in der Helmholtz-Gemeinschaft durch die Multidisziplinarität, die großen bestehenden und zu entwickelnden Forschungsinfrastrukturen sowie die langfristig orientierte Forschung gegeben:

- **Umweltbeobachtung und Monitoring** (Forschungsstationen, Forschungsschiffe und -Flugzeuge, Mess- und Beobachtungssysteme)
- **Große Ökosystem-Experimente**
- **Neue Modellansätze von der molekularen bis zur globalen Skala**
- **Entwicklung von Nutzungs- und Managementstrategien für Ökosysteme**

Diese Analysen und Forschungsstrategien lassen sich nur verwirklichen, wenn die naturwissenschaftlich orientierte ökologische Forschung von sozioökonomischer Forschung begleitet wird. Die Gesellschaftswissenschaften liefern wichtige Informationen darüber, welchen Einfluss der Mensch auf Ökosysteme hat und warum Ökosysteme durch den Menschen verändert werden.

c. Naturgefahren verstehen und Risiken einschätzen

Erdbeben, Vulkanausbrüche, Überschwemmungen und Unwetter verursachen weltweit jedes Jahr enorme Schäden. Auch schleichende Gefahren wie der Klimawandel bedrohen die Menschheit in zunehmendem Maße, z.B. durch den Meeresspiegelanstieg oder das Auftauen des Permafrostes.

Ziel sollte es daher sein, Naturgefahren besser zu verstehen, ihre Risiken zu analysieren und Verfahren zu entwickeln, die Schutz vor unvermeidlichen Naturereignissen bieten. Wesentlich ist es daher, die Prozesse auf der Erde mit Messinstrumenten zu überwachen, präzise Modelle zu entwickeln und diese Modelle mithilfe von Messdaten noch verlässlicher zu machen. Daher sollte diese Forschung auch auf europäischer Ebene gefördert werden.

➤ **Extremereignisse besser verstehen**

Durch die Rekonstruktion von vergangenen Extremereignissen unter Nutzung von Daten aus instrumentellen Messreihen und geologischen Archiven (z.B. Ablagerungen am Meeresboden, Seesedimente oder Eiskerne) erfolgt die Risikoabschätzung zukünftiger Extremereignisse für die Bevölkerung. Wichtige Forschungsthemen sind hier das mögliche Auslösen von Vulkanausbrüchen durch starke Erdbeben, die wirtschaftlichen und ökologischen Folgen von massiven Schadstoffaustritten und von Hochwasser oder Sturmfluten.

➤ **Frühwarnsysteme**

Der Fokus liegt darauf, Frühwarnsysteme anhand von Fallbeispielen (z.B. Tsunami-Frühwarnsystem) zu entwickeln, in dem die Kapazitäten für die Datenerhebung für Frühwarnsysteme (Satelliten, Flugzeuge, Messobservatorien auf dem Land und im Meer) optimal verknüpft werden mit Analyse- und Simulationswerkzeugen.

➤ **Katastrophenmanagement**

Die Schaffung von besseren Grundlagen für Entscheidungen im Katastrophenmanagement steht im Mittelpunkt. Es sollen neue Verfahren entwickelt werden, mit denen Gefährdung, Vulnerabilität und Risiko analysiert werden. Von Bedeutung sind weiterhin die Einbeziehung sozio-ökonomischer Entwicklungen, die Simulation (des Ausmaßes) der Infrastrukturschädigung in einem Gebiet durch Extremereignisse und die Erforschung von flexiblen Vor- und Nachsorgestrategien.

Zur Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Europas mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen erscheinen aus Sicht der Helmholtz-Gemeinschaft insbesondere folgende Themen relevant:

d. Nachhaltige Versorgung mit nicht-energetischen mineralischen Ressourcen

➤ Geo-Ressourcen

Ziel ist die Entwicklung neuer Konzepte und Technologien für die Exploration, Gewinnung und den vorsorgenden, effizienten und schonenden Umgang mit den natürlichen energetischen, metallischen und mineralischen Ressourcen der Erde. Dies schließt die terrestrische aber auch die marine Exploration und Rohstoffforschung mit ein (z.B. submarine Massivsulfid-Lagerstätten).

➤ Anthropogene Ressourcen

Ziel ist die Entwicklung neuer Verfahren in technologischer und betriebswirtschaftlicher Hinsicht (z.B. Sekundärrohstoffmanagement) für die Exploration, Gewinnung und Aufbereitung anthropogener (durch den Menschen verursachter) Ressourcen („Urban Mining“). Ein Fokus soll insbesondere auf Buntmetallen (Cu, Zn, Pb), Edelmetallen (Au, Ag, Pt) und Sonderelement-Vorkommen (In, Ga, Ge, Se) für Hochtechnologie-Anwendungen gelegt werden. Auf Grund der weltweiten Verknappung von Phosphor (Peak-Phosphorus in 20-30 Jahren) ist dessen Rückgewinnung aus Abwasseranlagen von großem Interesse. Neue Technologien müssen hier mit ökosystemaren Erkenntnissen aus der Mikrobiologie verknüpft werden.

➤ Earth Engineering

Relevant sind Untersuchungen von Gestein im tiefen Untergrund, dabei insbesondere von spezifischen Gesteins-Fluid-Wechselwirkungen. Des Weiteren erscheint die Entwicklung und Umsetzung von Technologien und Strategien zur Nutzung des unterirdischen Raums für die geothermische Energiegewinnung sowie die Entwicklung eines Prozessverständnisses bei technischer Manipulation des Systems Fluid von Bedeutung.

e. Öko-Innovation, Nachhaltige Produktion und Konsum

➤ Nachhaltige Produktion

Ziel dieses Forschungsbereiches ist die Erforschung und Entwicklung neuer Methoden und Verfahren zur ökonomisch-ökologisch-sozialen Bewertung von Ressourcentechnologien. Darauf aufbauend müssen Strategien zur Sicherstellung der

Nachhaltigkeit erforscht und entwickelt werden. Die Notwendigkeit der Bewertung der Nachhaltigkeit ergibt sich in allen Stufen der Rohstoff-Wertschöpfungskette

- bei der Lagerstättenbewertung, z.B. durch konkrete Berücksichtigung und Quantifizierung von Umwelt- und Gesellschaftsrisiken,
- bei der Gewinnung, z.B. speziell für Kleinlagerstätten oder für die in situ-Gewinnung (durch Laugung oder Vergasung),
- bei der Aufbereitung, z.B. im Sinne der ganzheitlichen Bewertung nichtkonventioneller Gewinnungs- und Aufbereitungsverfahren im marinen Bergbau und im Tiefseebergbau,
- bei der Veredelung, z.B. durch die ganzheitliche Bewertung und Optimierung von Veredelungsprozessen bei gleichzeitiger Reduzierung von schädlichen Emissionen und Abfällen und
- beim Recycling, z.B. durch neue, kostengünstige Ansätze der Sekundärrohstofflogistik.

Für die Technologieentwicklung auf allen Stufen der Wertschöpfungskette ist außerdem das Primat der Rohstoff- und Energieeffizienz zu beachten und entsprechend schon in der Entwicklung zu berücksichtigen. Auch muss bereits beim Produktdesign berücksichtigt werden, dass Produkte auf das anschließende Recycling der Wertkomponenten ausgelegt sind („Smart Design“).

➤ **Konsum**

Hinsichtlich der Wiederverwertung und des Recyclings von Wertstoffen müssen sich Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ebenfalls die Frage stellen, wie marktfähig das unter Verwendung von recyceltem Material hergestellte Endprodukt wirklich ist. Dabei spielt nicht nur die Frage der generellen Preis- und Nachfragesensibilität eine Rolle, sondern z.B. auch ob und inwieweit Konsumenten bereit sind, dafür zu zahlen oder gar dies zu tolerieren (z.B. im Falle der Verwendung recycelter Bauteile im Automobilbau).

2. Lebensmittelsicherheit und nachhaltige Bio-Ressourcen

a. Nachhaltige Bioökonomie

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. Viele Wirtschaftszweige nutzen bereits heute biologische Ressourcen auf innovative Art. 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 als Energierohstoff an Bedeutung.

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.

Aus Sicht der Helmholtz Gemeinschaft sollten vier innovative Forschungsthemen mit großem Zukunftspotential verfolgt werden:

➤ 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.

Folgende Forschungsansätze sollten vorangetrieben werden. Z. B. sollte die Stressresistenz von Pflanzen durch die Nutzung modernster genetischer und

biochemischer Werkzeuge verbessert werden. Außerdem sollte untersucht werden, wie Pflanzen mit der Umwelt interagieren, zum Beispiel mit Krankheitserregern oder Mikroorganismen in der unmittelbaren Umgebung der Wurzel. Weiterhin sollten neue Verfahren entwickelt werden, um Funktionen wie Photosynthese und Wachstum mit Hilfe von Computermodellen darzustellen. Diese Verfahren helfen dabei, neue Nutzpflanzen-Sorten und ressourcenschonende Produktionsmethoden zu entwickeln.

➤ 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 Ernteaufschläge verursachen.

Nachhaltige Produktionssysteme sollten Boden und Grundwasser schonen. Es müssen daher spezielle Produktionssysteme für Standorte entwickelt werden, die für die Nahrungsmittelproduktion nicht geeignet sind, z.B. 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.

➤ 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. Es müssen Methoden erarbeitet werden, wie sich aus Biomasse gleichzeitig Energie und Rohstoffe gewinnen lassen. Weiterhin müssen Strategien zur Prozesssteuerung und Optimierung sowie Konzepte für den Umgang mit gasförmigen Ausgangsstoffen entwickelt werden.

Darüber hinaus sollte die Nutzung von Reststoffen bei der Herstellung von Biokraftstoffen erforscht werden. Dazu müssen Methoden entwickelt werden, um Methan, Methanol, Wasserstoff und Kohlenmonoxid mikrobiologisch herzustellen und zu verwerten. Konzepte der mikrobiellen Ökosystembiologie sollen dabei mit einbezogen werden.

Infrastrukturen

Forschungsinfrastrukturen (FI) spielen eine Schlüsselrolle für die Leistungs- und Innovationsfähigkeit der europäischen Forschung und technologischen Entwicklung. Der Einsatz von FI (wie z.B. Satelliten, Forschungsschiffe, Forschungsflugzeuge, Radarstationen, Observatorien) ist unentbehrlich zur Erlangung neuer Erkenntnisse in vielen wissenschaftlichen und technologischen Gebieten. Sie dienen nicht nur der Durchführung von Experimenten und Messungen, sondern bieten auch Plattformen für wissenschaftliche Kooperationen. Darüber hinaus stellen sie eine exzellente Ausbildungsstätte dar und generieren so den hochqualifizierten Nachwuchs von Forscherinnen und Forschern. Forschungsinfrastrukturen sollten entsprechend ihrer großen Bedeutung für die Leistungs- und Innovationskapazität des Europäischen Forschungsraums in umfangreichem Maße gefördert werden. Die Europäische Union und die Mitgliedsstaaten werden aufgefordert, neue regional, national und europäisch abgestimmte Konzepte zur effektiveren Finanzierung von Investitions- und Betriebskosten für die FI zu entwickeln.

European Climate Research Alliance (ECRA)

Strategische Partnerschaften zwischen europäischen Forschungsorganisationen und -instituten beschleunigen die Bearbeitung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen und sollten daher gefördert werden.

Auf dem Gebiet der Klimaforschung haben sich neun führende europäische Forschungsorganisationen (SMHI, ENEA, NMI, DTU, FMI, CIEMAT, KNMI, NCAS und die Helmholtz Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren) unter Federführung der Helmholtz-Gemeinschaft im Oktober 2011 offiziell zu einer „European Climate Research Alliance - ECRA“ zusammengeschlossen.

Die Forschungsorganisationen und -institute sind maßgeblich an der Formulierung und Umsetzung von strategischen Forschungsagenden in Bezug auf die wichtigen wissenschaftlichen und technologischen Fragestellungen beteiligt. Sie arbeiten an der Entwicklung von internationalen Standards mit, vernetzen sich mit Forschungspartnern in verschiedenen Ländern und Sektoren und betreiben wichtige Forschungsinfrastrukturen für die internationale Forschungsgemeinschaft. Sie stellen ein wichtiges Bindeglied zwischen der EU, den Mitgliedsstaaten und anderen Akteuren und Sektoren im gesamteuropäischen Wissenschaftssystem dar. Durch eine stärkere Einbindung in die Gestaltung von Forschungsprogrammen (bottom up) und durch die Vernetzung von Forschungsorganisationen und -instituten untereinander können durch die Bündelung der Forschungskapazitäten größere Synergien erreicht werden.

Die EU sollte daher in wichtigen Industrie- und Forschungsbereichen Mittel für Koordinierungsmaßnahmen für strategische Allianzen von Forschungsorganisationen und -instituten zur Verfügung stellen. Nur so können die großen gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen optimal bearbeitet werden.

KURZPORTRAIT HELMHOLTZ

In der Helmholtz-Gemeinschaft haben sich 18 deutsche Forschungszentren zusammengeschlossen. Sie bündeln damit ihre Ressourcen in strategisch ausgerichteten Programmen zur Erforschung komplexer Fragen von gesellschaftlicher, wissenschaftlicher und technologischer Relevanz.

Sie konzentrieren sich auf sechs große Forschungsbereiche: Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Schlüsseltechnologien und Struktur der Materie. In ihnen arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zentrenübergreifend eng zusammen.

Die Gemeinschaft bietet hierzu den notwendigen Rahmen, ermöglicht langfristige Planung, bietet wissenschaftliche Kompetenz in hoher Dichte und eine herausragende wissenschaftliche Infrastruktur mit zum Teil weltweit einzigartigen Großprojekten.

Die forschungspolitischen Vorgaben werden für die Helmholtz-Gemeinschaft von den Zuwendungsgebern festgelegt, nachdem sie zwischen den Helmholtz-Zentren sowie Helmholtz-Senat und Politik diskutiert worden sind. Innerhalb dieser Vorgaben legen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Zentren die Inhalte ihrer Forschung für die jeweiligen Forschungsbereiche zentrenübergreifend in strategischen Programmen fest.

(Quelle: „Strategie der Helmholtz-Gemeinschaft“, 2009 - mit Aktualisierungen aus 2012)

www.helmholtz.de

Helmholtz-Zentren

- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
- Deutsches Krebsforschungszentrum
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
- Deutsches Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen
- Forschungszentrum Jülich
- GEOMAR – Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung
- Helmholtz Zentrum München - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
- Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungszentrum - GFZ
- Karlsruher Institut für Technologie
- Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (MDC) Berlin-Buch
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (assoziiertes Mitglied)

Dieses Papier wurde erstellt unter Einbeziehung
der Helmholtz-Gemeinschaft und ihrer Zentren.

Bei Rückfragen und Kommentaren wenden Sie sich bitte an:

Dr. Susan Kentner

E-Mail: susan.kentner@helmholtz.de

Dr. Angela Richter

E-Mail: angela.richter@helmholtz.de

Helmholtz-Gemeinschaft Büro Brüssel
Rue du Trône 98
B-1050 Brüssel, Belgien
www.helmholtz.de

