



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

klimazwei – Forschung für den Klimaschutz
und Schutz vor Klimawirkungen

klimazwei – Research for climate protection
and protection from climate impacts



FORSCHUNG

Ideen zünden!

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Öffentlichkeitsarbeit
11055 Berlin

Bestellungen

Schriftlich an den Herausgeber
Postfach 30 02 35
53182 Bonn

oder per

Tel. : 01805 - 262 302

Fax: 01805 - 262 303

(0,14 Euro/Min. aus dem deutschen Festnetz)

E-Mail: books@bmbf.bund.de

Internet: <http://www.bmbf.de>

Redaktion

iserundschmidt GmbH, Bad Honnef – Berlin
Timo Meyer

Gestaltung

iserundschmidt GmbH, Bad Honnef – Berlin
Claudia Oly

Druckerei

Druckerei Engelhardt GmbH, Neunkirchen

Bildnachweis

corypina, Flickr.com (Titelfoto); BMBF (S. 2); Gerit Birnbaum, Alfred-Wegener-Institut (S. 6); Dr. Jens Wölleke (S. 8); picture-alliance/dpa (S. 9 li.); maav, Flickr.com (S. 9 re.); Giyu, Flickr.com (S. 12); DLR Flugbetriebe (S. 13); Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München (S.15, S. 20 li.); SkySails GmbH & Co. KG (S. 17); Sauri, Flickr.com (S. 18 li.); Matthias Book, Flickr.com (S. 18 re.); Fraunhofer Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (S. 19 li.); Bombardier Transportation (S. 19 re.); Corydora, Flickr.com (S. 20 re.); Jinaa, Flickr.com (S. 21)

Bonn, Berlin 2007

Published by

Bundesministerium
für Bildung und Forschung /
Federal Ministry of Education and Research (BMBF)
Public Relations Division
11055 Berlin
Germany

Orders

In writing to the publisher
Postfach 30 02 35
53182 Bonn

Or by

Phone: +49 (0) 1805-262302

Fax: +49 (0) 1805-262303

(0.14 Euro/min. from the German fixed network)

E-mail: books@bmbf.bund.de

Internet: <http://www.bmbf.de>

Edited by

iserundschmidt GmbH, Bad Honnef – Berlin
Timo Meyer

Layout

iserundschmidt GmbH, Bad Honnef – Berlin
Claudia Oly

Printed by

Druckerei Engelhardt GmbH, Neunkirchen

Photo Credits

corypina, Flickr.com (Cover); BMBF (p. 2); Gerit Birnbaum, Alfred-Wegener-Institut (p. 6); Dr. Jens Wölleke (S. 8); picture-alliance/dpa (p. 9 left); maav, Flickr.com (p. 9 right); Giyu, Flickr.com (p. 12); DLR Flugbetriebe (p. 13); Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München (p. 15, p. 20 left); SkySails GmbH & Co. KG (p. 17); Sauri, Flickr.com (p. 18 left); Matthias Book, Flickr.com (p. 18 right); Fraunhofer Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (p. 19 left); Bombardier Transportation (p. 19 right); Corydora, Flickr.com (p. 20 right); Jinaa, Flickr.com (p. 21)

Bonn, Berlin 2007



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

klimazwei – Forschung für den Klimaschutz
und Schutz vor Klimawirkungen

klimazwei – Research for climate protection
and protection from climate impacts

Vorwort



Preface

Der Klimawandel ist in aller Munde. Presse und Medien berichten regelmäßig von den jüngsten Erkenntnissen der Klimaforschung, deren Fortschritte unser Wissen über den Klimawandel auf vielen Ebenen vertieft haben. Die Bestandsaufnahmen zur Klimaentwicklung durch den IPCC-Prozess lassen dabei keinen Zweifel aufkommen: Das Klima wird sich im 21. Jahrhundert mit großer Wahrscheinlichkeit verändern – Temperaturen werden insgesamt steigen, Niederschläge werden intensiver und extreme Wetterlagen, wie zum Beispiel die Sommertrockenheit vergangener Jahre, werden zunehmen.

Die Aussicht auf Wetterextreme wie Trockenzeiten und orkanartige Stürme, wie wir sie in den letzten Jahren gehäuft erlebt haben, sind Grund genug, uns ernsthaft und differenziert mit dem Klimawandel auseinanderzusetzen.

Wir sollten die Innovationskraft Deutschlands und seine Fähigkeit zu technologischem Fortschritt dazu nutzen, um ehrgeizige Reduktionsziele bei der Emission von Treibhausgasen zu erreichen, ohne dabei Wachstum und Wohlstand zu gefährden. Klimaforscher sagen uns aber auch, dass sich das Klima selbst bei drastischen Klimaschutzmaßnahmen in jedem Fall zu einem gewissen Grad verändern wird. Darauf müssen wir uns schon heute vorbereiten und vorsorgen – gerade auch im Hinblick auf kommende Generationen.

Eine zentrale Herausforderung für die Forschungspolitik ist es, die wissenschaftlichen und technologischen Voraussetzungen für einen wirksamen Klimaschutz in einem modernen Industriestaat zu garantieren und unsere Handlungsoptionen im Umgang mit dem Klimawandel zu erweitern.

Everybody is talking about climate change. The press and media regularly report on the latest research findings where progress has deepened our understanding about climate change in many ways. The assessments of climate development in the context of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) leave little doubt: the climate will change in all likelihood during the 21st century - temperatures overall are going to rise, precipitation will intensify and extreme weather events such as, for example, the summer droughts of recent years, will increase.

The prospect of facing weather extremes such as the dry periods and gale-force storms that were experienced more frequently in recent years is in itself a good reason to tackle climate change in a serious and sophisticated way.

Germany's innovative power and its ability for technological progress should be deployed in order to achieve ambitious reduction goals concerning the emission of greenhouse gases, without endangering growth and prosperity. However, climate researchers also tell us that the climate will nevertheless change to a certain extent even if drastic climate protection measures are applied. Therefore, we have to get prepared and take precautionary action – especially with regard to future generations.

It is a central challenge for research policy to guarantee the scientific and technological prerequisites for effective climate protection in a modern industrialized country and to expand our options in dealing with climate change. The Federal Ministry of Education and Research in Germany is therefore

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert daher mit der Fördermaßnahme „**klimazwei** – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ Projekte, die dazu beitragen, die Risiken des Klimawandels noch besser einzuschätzen, zu mindern oder beherrschbar zu machen und Chancen wahrzunehmen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Annette Schavan', written in a cursive style.

Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerin für Bildung und Forschung
Member of the German Parliament,
Federal Minister of Education and Research

funding projects under the research programme “**klimazwei** – Research for climate protection and protection from climate impacts” which contribute to a better assessment of the risks of climate change, to their reduction or to making them more controllable, and to seizing opportunities.

Inhalt

Einführung	6
Umgang mit Klimawandel – eine Herausforderung für Gesellschaft, Wirtschaft und Politik	8
Umgang mit Klimawandel – eine Herausforderung auch für die Wissen- schaft	12
Umgang mit Klimawandel – der Forschungsbeitrag klimazwei des BMBF	15
Herausforderung Klimawandel – Risiken und Chancen	21

Table of Contents

Introduction	6
Dealing with climate change – a challenge for society, economy and politics	8
Dealing with climate change – a challenge also for science	12
Dealing with climate change – BMBF’s research programme klimazwei	15
The challenge of climate change – risks and opportunities	21

Einführung

Introduction



Klimawandel findet statt. In zunehmendem Maße werden die Auswirkungen auf unsere Umwelt wahrnehmbar und beeinflussen unser Handeln in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik. Jeder ist betroffen, aber auch jeder kann dabei mitwirken, die vom Menschen bewirkten Ursachen für den Klimawandel zu mildern und sich auf jetzt schon nicht mehr vermeidbare Folgen einzustellen.

Die Fortschritte in der Klimaforschung der vergangenen Jahre haben unser Wissen über den Klimawandel auf vielen Ebenen vertieft. Trotz vieler verbleibender Unsicherheiten wissen wir, dass der Klimawandel nahezu alle Lebensbereiche und Regionen der Erde betreffen wird, wenn auch in unterschiedlichem Maße. Der Klimawandel wird zunehmend zum Entwicklungsfaktor für Regionen und Unternehmen und stellt uns weltweit wie auch im eigenen Land vor große Aufgaben.

Wissenschaft und Forschung, aber auch die Forschungspolitik, tragen hier eine hohe Verantwortung. Daher investiert das BMBF in die Erforschung und Entwicklung von Handlungsoptionen zum Umgang mit dem Klimawandel. Es gilt, die Risiken aus dem Klimawandel besser einzuschätzen und zu mindern. Es geht aber auch um neue Chancen für Gesellschaft und Wirtschaft und darum, unserer Volkswirtschaft eine Vorreiterrolle zu erschließen.

Das BMBF fördert im Förderschwerpunkt „**klimazwei** – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ über vierzig neue Forschungsvorhaben mit innovativen Ideen zum Umgang mit dem Klimawandel. Die Erschließung und Nutzung neuer Technologien, Verfahren und Strategien

Climate change is happening. The effects on our environment are increasingly being felt and are influencing activities in society, the economy and politics. Everybody is affected but everybody can also help in mitigating climate change originating from human actions and adapting to those consequences that are already inevitable.

In recent years, progress in climate research has deepened our knowledge of climate change in many ways. Despite the many remaining uncertainties, we know that climate change will affect almost every area of life and every region on earth, although to different degrees. Climate change is increasingly becoming a development factor for regions and businesses and poses great challenges, both worldwide and nationally.

Science and research, but also research policy, have a large responsibility in this context. BMBF is, therefore, investing in research and development on options for dealing with climate change. The aim is to better estimate and to reduce the risks resulting from climate change. Moreover, new opportunities for society and the economy will be developed, opening up a leading role for our national economy.

Under the research programme “**klimazwei** – Research for climate protection and protection from climate impacts”, BMBF is funding more than forty new research projects with innovative ideas about dealing with climate change. The core of all these projects is the development and use of new technologies, processes and strategies, as a contribution to a future-oriented and integrated climate protection. Both aspects of dealing with climate change are addressed:

als Beitrag für einen zukunftsfähigen integrierten Klimaschutz stehen im Mittelpunkt aller Projekte. Es werden dabei beide Aspekte des Umgangs mit dem Klimawandel angesprochen:

1. Vermeidung bzw. Minderung der Erderwärmung, die durch den Menschen hervorgerufen wird („Schutz des Klimas“, Mitigation)
2. Vermeidung von Risiken und Nutzung wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Chancen durch Anpassungsmaßnahmen („Schutz vor Klimawirkungen“, Adaptation)

Die geförderten Themen umfassen ein breites Spektrum umsetzungsorientierter Forschungsansätze in betroffenen Bereichen und bieten Einblick in die Notwendigkeit der Forschung auf diesem Gebiet. Mit diesem Förderschwerpunkt bestätigt das Bundesministerium für Bildung und Forschung die internationale Vorreiterrolle Deutschlands in Forschung und Entwicklung zum Umgang mit dem Klimawandel. Die Themen können jedoch nur einen Ausschnitt der Ideen und möglichen Lösungswege aufzeigen. Unsere Gesellschaft wird sich aufgrund der drängenden klimabedingten Probleme weiteren Fragen und Anforderungen stellen müssen. Das BMBF wird diese Fragen auch in Zukunft aufgreifen – als Voraussetzung dafür, dass die Bundesrepublik Deutschland ihren internationalen Verpflichtungen zum Klimaschutz nachkommen kann und als unverzichtbaren Beitrag zum Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen auch für künftige Generationen.

1. avoidance or reduction of global warming caused by human activities (climate protection, mitigation)
2. avoidance of risks and use of economic and societal opportunities through adaptation measures (protection from climate impacts, adaptation)

The topics funded comprise a broad spectrum of implementation-oriented research approaches in the areas affected and provide insight into the necessity of research in this field. With the research programme **klimazwei**, the Federal Ministry of Education and Research confirms Germany's international leading role in research and development on ways to deal with climate change. However, these topics can only cover a selected number of ideas and possible solutions. Due to the pressing problems caused by climate change, our society will have to face further questions and challenges. BMBF will also take up these questions in the future, both as a prerequisite for Germany to fulfil its international responsibilities in climate protection and also as an essential contribution to the protection of the natural conditions of life now and for future generations.



Umgang mit Klimawandel – eine Herausforderung für Gesellschaft, Wirtschaft und Politik

Dealing with climate change – a challenge for society, economy and politics

Dass Klimawandel stattfindet, ist grundsätzlich nichts Neues. Durch natürliche Ursachen bedingte Klimaschwankungen hat es von jeher gegeben. Brisant ist aber, dass der Mensch mehr und mehr Einfluss auf das Klimageschehen nehmen kann, und auch in nie gekanntem Maße nimmt. So ist die Konzentration eines der wichtigsten klimawirksamen Gase, Kohlendioxid, seit 1750 um über 30 % angestiegen. Es ist mittlerweile eine erwiesene Tatsache, dass die im 20. Jahrhundert beobachtete globale Temperaturerhöhung in erheblichen Teilen auf anthropogene Ursachen zurückgeführt werden kann.

Außerdem wissen wir heute, dass der Klimawandel nahezu alle Lebensbereiche und Regionen der Erde betrifft, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung. Unser Handeln im kommenden Jahrzehnt wird entscheidend dafür sein, welche Konsequenzen wir für uns und auch für nachfolgende Generationen akzeptieren. Der Klimawandel stellt uns also vor gesamtgesellschaftliche Aufgaben, bei deren Lösung die Forschungs- und Innovationskraft Deutschlands und seine Fähigkeit zu technologischem Fortschritt eine wichtige Rolle spielen werden. Er ist eine Herausforderung auf allen Ebenen, global, national und auch regional.

The fact that climate change is happening is basically not new. Natural variability in climate has always existed. The situation, however, has become volatile because human activities can and do influence climate to a growing, and previously unheard of, extent. As a consequence, the concentration of one of the most important greenhouse gases, carbon dioxide, has increased by 30 % since 1750. Meanwhile, it is now a known fact that the global temperature rise observed in the 20th century can be attributed to a considerable degree to human activities.

Moreover, nowadays we know that climate change affects almost every area of life and every region on earth, although to different degrees. Our actions in the upcoming decade will be crucial for deciding which consequences we are going to accept, both for ourselves and also for future generations. Therefore, climate change poses societal challenges, the solutions of which are vitally dependent on Germany's research and innovative power and on its ability for technological progress. It is a challenge on all levels, globally, nationally as well as regionally.

The avoidance and reduction of greenhouse gas emissions are among the most important prerequisites for protection

Die Vermeidung und Verminderung klimarelevanter Emissionen gehören zu den wichtigsten Voraussetzungen für unseren Schutz vor den negativen Konsequenzen des Klimawandels. Sie sind Gegenstand nationaler und internationaler Verpflichtungen. Auf internationalem Parkett wurde bereits 1992 in Rio de Janeiro das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen geschlossen, welches 1994 in Kraft trat. Über diese so genannte Klimarahmenkonvention (<http://unfccc.int>) verpflichteten sich die beteiligten

from the negative consequences of climate change. They are the subject of national and international obligations. On the international level, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) was adopted in Rio de Janeiro in 1992 and came into effect in 1994. Via this framework convention (<http://unfccc.int>), the participating countries are committed to developing measures for the reduction of greenhouse gas emissions and to reporting regularly on the state of and the trends in national greenhouse gas emissions.

Seite 8: Nach den Klimaszenarien wird die Sommertrockenheit besonders in den östlichen Bundesländern zunehmen.
Seite 9, links: Klimagipfel in Kyoto im Jahre 1997

Page 8: Climate scenarios suggest increasing droughts during summer particularly in Eastern Germany.
Page 9, left: Kyoto Conference on Climate Change in 1997



Dies regelt das Kyoto-Protokoll

Die Industriestaaten, die sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls zur Emissionsminderung verpflichtet haben, haben ihre Emissionen der sechs wichtigsten Treibhausgase insgesamt um mindestens 5% gegenüber dem Niveau von 1990 zu verringern. Maßgebend ist der Mittelwert des Zeitraums von 2008 bis 2012. Die einzelnen Staaten müssen hierbei in unterschiedlichem Maße zur Erfüllung dieses Ziels beitragen. Das Protokoll regelt darüber hinaus, dass die Staaten ihre Reduktionspflichten in begrenztem Maße auch durch Reduktionsmaßnahmen im Ausland erfüllen können. Einige Staaten, wie die Vereinigten Staaten von Amerika und Australien, haben das Protokoll zwar unterzeichnet, jedoch bisher nicht ratifiziert, bei anderen Staaten wie z. B. Russland erfolgte die Ratifizierung erst vergleichsweise spät.

Die EU als Ganzes hat sich zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 8% verpflichtet. Seit März 2007 geht die EU sogar noch darüber hinaus und strebt nunmehr eine Reduktion um 20 bis 30% bis 2020 an, verglichen mit dem Niveau von 1990, als umfassenden Beitrag für die Nach-Kyotophase (nach 2012). Allerdings ist an den höheren Wert von 30% die Bedingung geknüpft, dass andere entwickelte Ländern eine vergleichbare Verpflichtung eingehen und Schwellenländer ebenfalls einen Beitrag leisten.

What is governed by the Kyoto Protocol?

The industrialised nations that committed themselves to reducing emissions in the frame of the Kyoto Protocol, have to reduce their emissions of the six most important greenhouse gases by a total of at least 5% compared to the reference level of 1990 taking the average value over the period from 2008 to 2012. To achieve this goal, the individual states have to contribute to different extents. The Protocol also allows the states to fulfil their reduction obligations to a limited extent via reduction measures abroad. Some states, e.g. the United States of America and Australia, signed the Protocol, but have not ratified it yet whereas others ratified it comparably late (Russia).

The EU as a whole has committed itself to reducing emissions by 8%. Since March 2007, the EU has gone even further beyond this goal and now aims at a reduction of 20-30% by 2020, compared to the level of 1990, as a comprehensive contribution for the post-Kyoto phase (after 2012). However, the upper value of 30% is subject to the condition that other developed countries agree to comparable commitments and countries with economies in transition also contribute.

Staaten, Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasemissionen zu entwickeln und regelmäßig über Status quo und Trends der nationalen Treibhausgasemissionen Bericht zu erstatten. Aufbauend auf der Klimarahmenkonvention und den hieraus entstehenden Erkenntnissen formuliert das Kyoto-Protokoll konkrete Emissionsminderungsziele. Mit seinem Inkrafttreten im Februar 2005 hat sich die internationale Staatengemeinschaft nun verpflichtet, diese Ziele für den globalen Klimaschutz zu realisieren.

Der Rahmen der klimapolitischen Aktivitäten in Deutschland ist im nationalen Klimaschutzprogramm (2000) festgelegt, welches zuletzt im Sommer 2005 fortgeschrieben wurde. Es enthält ein Maßnahmenpaket, welches sicherstellen soll, dass eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 21 % im Zeitraum von 2008 bis 2012 (bezogen auf 1990, Referenzzeiträume analog zu den Festlegungen im Kyoto-Protokoll) erreicht wird. Es formuliert den Handlungsbedarf für die Sektoren, die nicht vom Emissionshandel betroffen sind, wie private Haushalte, Verkehr und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, und definiert klare Zielvorgaben. Als Ergebnis der Evaluierung des Klimaschutzprogramms von 2000 konzentriert sich der Maßnahmenkatalog dabei vor allem auf die Bereiche Verkehr und private Haushalte.

Das nationale Klimaschutzprogramm zeigt also auf, wie das Klimaschutzziel für die Kyoto-Periode 2008 bis 2012 national erreicht werden kann und unterstützt somit unmittelbar die Verpflichtungen, die Deutschland mit der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls eingegangen ist. Jedoch: Politische und technische Lösungsansätze stehen nicht für alle Bereiche und auch nicht für alle Länder kurzfristig zur Verfügung. International ist insgesamt noch keine Trendumkehr bei dem Ausstoß klimaschädlicher Gase zu erkennen, denn beispielsweise haben einige Industrienationen wie die Vereinigten Staaten von Amerika und Australien das Kyoto-Protokoll noch nicht ratifiziert. Außerdem bedeutet die Minderung drastisch wachsender Treibhausgasemissionen in heranwachsenden Volkswirtschaften wie China eine große Herausforderung.

Darüber hinaus ist aufgrund der Trägheit des Klimasystems nicht zu erwarten, dass sich der globale Erwärmungstrend in den nächsten Jahrzehnten umkehren lässt. Die durch die Vereinbarungen im Kyoto-Protokoll getroffenen Maßnahmen werden sich daher allenfalls nur sehr langfristig auf den anthropogen bedingten Klimawandel auswirken. Ohne bei den Bemühungen um einen wirksamen Klimaschutz nachzulassen, gilt es deshalb, sich gleichzeitig an die jetzt bereits unvermeidbaren Folgen des Klimawandels anzupassen und sich schon heute auf die mögliche Zunahme extremer Wetterereignisse besser einzustellen.

Die Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und -strategien sind daher weitere zentrale Herausforderungen im Umgang mit dem Klimawandel. Klimawandel ist ein direkter ökonomischer Faktor für viele Bereiche und Regionen, insbesondere dort, wo der Wohlstand der Bewohner und die Wertschöpfung von Unternehmen auf den

Based on the framework convention and the knowledge resulting from it, the Kyoto Protocol formulates specific goals for emission reduction. When the Protocol came into effect in February 2005, the international community of states committed itself to realising these goals for global climate protection.

The scope of climate policies in Germany is laid down in the national programme for climate protection ("Klimaschutzprogramm", 2000) which was last updated in summer 2005. It contains a package of measures to ensure a reduction of greenhouse gas emissions by 21 % over the period from 2008 to 2012 (as compared to 1990; the reference periods being analogous to those in the Kyoto Protocol). It calls for action in the sectors not affected by emission trading, such as private households, transport, trade and services, and defines specific goals. As a result of an evaluation of the climate protection programme, the measures concentrate particularly on the transport sector and private households.

The national programme for climate protection thus indicates how the climate protection goal for the Kyoto phase 2008-2012 can be achieved nationally. It thereby directly supports the obligations that Germany took on in ratifying the Kyoto Protocol. However: Political and technical solutions are not available in the short-term for all sectors and countries. On an international level, reversal of the trend in total greenhouse gas emissions is not yet detectable. For example, some industrial nations e.g. the United States of America and Australia have not yet ratified the Kyoto Protocol. In addition, the control of the drastically growing greenhouse gas emissions of growing economies such as China is a major challenge.

Moreover, due to the inertia of the climate system, the global warming trend cannot be expected to be turned around in the next decades. The measures taken after the agreements in the Kyoto Protocol will therefore at best affect anthropogenic climate change only in the very long term. Without reducing efforts for effective climate protection, it is therefore essential at the same time to adapt to the already inevitable consequences of climate change and to begin now to prepare better for a possible increase in extreme weather events.

The development and implementation of adaptation measures and strategies is therefore another central challenge in dealing with climate change. Climate change is a direct economic factor for many sectors and regions, especially where the prosperity of the population and the value created by businesses depend on the natural resources of the region or can be particularly affected by extreme weather events. Improving the ability to adapt in this context serves to strengthen and conserve Germany's competitiveness nationally as well as internationally. Climate change and the related need for adaptation are viewed more and more as a development of increasing importance for businesses. The German economy has realised that climate change is a central challenge for the future. It is also becoming clear that climate change not only holds risks

Was ist „Mitigation“?

Das Wort „Mitigation“ kommt aus dem Lateinischen, *mitigare* = mildern. Im Klimakontext ist damit in der Regel die Milderung oder Abschwächung des anthropogenen Anteils am Klimawandel gemeint. Unter Mitigationsmaßnahmen versteht man vor allem Methoden und Techniken, mit denen der Ausstoß (Emission) von Treibhausgasen verringert werden kann. Grundsätzlich gibt es aber auch noch andere Möglichkeiten, durch die der Mensch das Klima beeinflusst, z.B. durch Veränderungen in der Landnutzung und damit u. a. der Veränderung des Reflexionsvermögens von Sonnenstrahlung. Auch hier sind Maßnahmen denkbar, die den anthropogenen Einfluss auf das Klima abmildern und damit unter den Begriff „Mitigation“ fallen.

Was ist „Adaptation“?

Das Wort „Adaptation“ kommt ebenfalls aus dem Lateinischen, *adaptare* = anpassen. Im Klimakontext bezeichnet man mit Adaptation die Anpassung an den Klimawandel generell, ob anthropogen verursacht oder natürlich. Anpassungsmaßnahmen haben die Milderung der Klimafolgen zum Ziel. Da Klimawandel nicht ausschließlich negative Effekte haben muss, bietet es sich an, bei Anpassungsmaßnahmen neben der Verringerung klimabedingter Risiken auch an mögliche Chancen zu denken.

natürlichen Ressourcen der Region beruhen oder in besonderem Maße von extremen Wetterereignissen betroffen sein könnten. Die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit dient in diesem Kontext der Stärkung und dem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands, national wie international. In zunehmendem Maße wird im Klimawandel und dem hiermit verbundenen Anpassungsbedarf eine Entwicklung gesehen, die für unternehmerisches Handeln an Bedeutung gewinnt. Die deutsche Wirtschaft hat den Klimawandel als eine wesentliche Herausforderung der Zukunft erkannt. Dabei wird auch deutlich, dass der Klimawandel für die Unternehmen nicht nur Risiken birgt; eine frühzeitige Ausrichtung auf veränderte Rahmenbedingungen und neu entstehende Märkte bietet auch Chancen.

Ein wirksamer Umgang mit dem Klimawandel erfordert also beides: Klimaschutz und Anpassung. In diesem Zusammenhang werden umsetzungsorientierte Forschungsansätze immer dringlicher. Der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Schwerpunkt „**klimazwei** – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ trägt hierzu bei und gibt einige Antworten, wie mit Klimawandel umgegangen werden kann. Er steht dabei unter dem Motto „Risiken mindern – Chancen nutzen“.

What is “mitigation”?

The word “mitigation” is of Latin origin, *mitigare* = to alleviate. In the context of climate issues, it usually means the alleviation or reduction of the anthropogenic part of climate change. The term “mitigation measures” refers above all to methods and technologies for reducing greenhouse gas emissions. There are also other ways in which humans influence climate, e.g. by land use change and the resulting change in the ability to reflect solar radiation. Measures alleviating this kind of anthropogenic influence on climate may also be considered under the term “mitigation”.

What is “adaptation”?

The word “adaptation” is also of Latin origin, *adaptare* = to adjust. In the context of climate issues, adaptation refers to an adjustment to climate change in general, whether that change has human or natural causes. Adaptation measures aim at the reduction of the consequences of climate change. Climate change does not necessarily only have negative effects. Therefore, possible opportunities should also be considered in the context of adaptation measures, not just the reduction of climate risks.

to businesses; an early adjustment to altered circumstances and newly emerging markets offer opportunities as well.

Dealing effectively with climate change therefore calls for both climate protection and adaptation. Implementation-oriented approaches in research are becoming more and more important in this context. The research programme “**klimazwei** – Research for climate protection and protection from climate impacts” funded by BMBF contributes here and provides answers on how to deal with climate change. It leads with the slogan “reducing risks – seizing opportunities”.



Umgang mit Klimawandel – eine Herausforderung auch für die Wissenschaft

Dealing with climate change – a challenge also for science

Das Wissen über das Klimasystem und den Klimawandel hat sich in den letzten Jahren enorm vergrößert, nicht zuletzt auch durch Forschungsaktivitäten, die durch das BMBF mittels der Projektförderung sowie auch im institutionellen Bereich unterstützt wurden. Das BMBF fördert Forschung im Bereich Klima und Umwelt bereits heute mit mehr als 500 Millionen Euro pro Jahr. Auch das Weltdatenzentrum für Klima (World Data Center for Climate, WDCC) ist in Deutschland, nämlich am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg, angesiedelt.

Klimamodelle sind komplexer geworden und erlauben heutzutage eine sehr viel genauere Beschreibung des Zustandes der Atmosphäre und seiner Wechselwirkungen mit Landmassen und Ozeanen sowie mit biologischen und geochemischen Prozessen. Ergebnisse aus der Klimaforschung, speziell aus dem Bereich der Klimamodellierung, bieten die Möglichkeit zur Einschätzung der Zukunft des Erdsystems und Methoden zur Klärung der Bandbreite des Klimawandels.

Deutsche Wissenschaftler haben in Kooperation mit Wissenschaftlern weltweit, häufig auch in europäischen oder internationalen Projekten, erhebliche Beiträge zur Arbeit des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderung (Inter-

Knowledge about the climate system and climate change has advanced immensely over recent years thanks to research efforts including those supported by BMBF, both in project funding and in supporting research institutes. The amount spent by BMBF on research on climate and environment is currently more than 500 million Euros per year. Furthermore the World Data Center for Climate (WDCC) is located in Germany, hosted at the Max Planck Institute for Meteorology in Hamburg.

Climate models have increased in complexity and now provide a much better description of the present day atmosphere, its interactions with land and oceans, biology and geochemistry. The results of climate research, especially in climate modelling, provide tools with which to assess the future of the earth system. These have been used to clarify the scope of climate change.

Working together with scientists world wide, frequently in European and international projects, German researchers have made significant contributions to the work of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The IPCC's latest, Fourth Assessment Report (AR4) "Climate Change 2007"

governmental Panel on Climate Change, IPCC) geleistet. Der derzeitige, vierte Sachstandsbericht des IPCC (Fourth Assessment Report, AR4) ist die aktuellste und umfassendste Erhebung zum Zustand des Klimas und widmet sich mittels Szenarienbetrachtungen auch der Zukunft. Diese Szenarien beschreiben ein Spektrum möglicher zukünftiger Zustände des Klimas. Sie werden als Eingangsinformation für Klimamodelle benötigt, mit denen dann berechnet wird, wie sich das Klima in Zukunft ändern könnte. Wichtig ist, dass es sich hierbei nicht um reale Vorhersagen des zukünftigen Klimas handelt, sondern dass man lediglich eine Spanne realistischer Ergebnisse erhält. Auch wenn die Ergebnisse Unsicherheiten enthalten, insbesondere wenn man in die fernere Zukunft schaut, so sind die Trends in Richtung einer Erwärmung und Änderungen beim Niederschlag deutlich erkennbar.

Die Klimaforschung hat also solide Ergebnisse und fortschrittliche Instrumente hervorgebracht, um unser Wissen weiter zu vertiefen. Die Öffentlichkeit und Entscheidungsträger fragen nun nach Wegen, wie gefährbringender Klimawandel begrenzt werden kann. Unternehmen und Regierungen möchten wissen, wie sie reagieren sollen, und dies für beide Dimensionen: Mitigation oder Vermeidung von Klimawandel mittels Reduktion von Treibhausgasemissionen, und Anpassung an die Folgen der Klimaveränderungen, die bisherige Treibhausgasemissionen schon hervorgerufen haben.

Die EU hat sich zur Abmilderung des Klimawandels das ehrgeizige Ziel gesetzt, den Anstieg der globalen Erwärmung auf zwei Grad zu begrenzen. Sie stützt sich dabei auf die wissenschaftlichen Antworten auf die Fragen nach strategischen Zielvorgaben. Für den Aspekt der Anpassung hingegen sind vertiefende Szenarienrechnungen notwendig, um mögliche Auswirkungen und Unsicherheiten in bestimmten Sektoren und Regionen weiter zu differenzieren und praktikable Maßnahmen verlässlich abzuleiten.

Die Wissenschaft hilft uns in vielfacher Hinsicht, diesen Herausforderungen zu begegnen. Viele Aspekte des Klimawandels und speziell seiner Auswirkungen sind noch sehr

provides the most recent comprehensive assessment of the state of the climate system and, in scenario calculations, looks at the future. Scenarios which describe a range of possible futures are used as input to the climate models in order to calculate how the climate might change in the future. It must be understood that these are not forecasts of future climate, but rather projections that give a range of realistic results. Although there are uncertainties in the results, especially as one goes further out into the future, the trend towards future warming and changes in precipitation is clear.

Climate research has provided sound information and has allowed the development of advanced tools to further our understanding. The public and policy makers are now asking what can be done to avert dangerous climate change. Businesses and governments need to know how to respond to both aspects on dealing with climate change: mitigation or avoidance of climate change by cutting back emissions of greenhouse gases, and adaptation to the climate change that will unavoidably take place due to emissions that have already occurred.

For mitigation the EU has set itself the ambitious goal of limiting the amount of global warming to 2 degrees, based on a scientific response to the political demand for strategic objectives. For adaptation, more detailed scenario calculations are needed to get more detailed information on the possible impacts and uncertainties in specific sectors and regions and to reliably develop practical measures.

Science can help us to meet these challenges in a number of ways. Many aspects of climate change and especially of its impacts are still uncertain, and improving our understanding will be vital in order to plan and design effective adaptation. New or improved technologies are needed to reduce emissions in sectors such as power generation, energy use and transport and also have an important role to play in enabling effective adaptation measures. Thus the development of innovative energy and environmental technologies also has a high priority in the "High Tech Strategy" of the Federal Government.



Seite 12: Wetterradar

Seite 13: Flugzeuge im Dienste der Atmosphärenforschung. Die Fähigkeit zu technologischem Fortschritt spielt eine entscheidende Rolle dabei, den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen.

Page 12: Weather radar

Page 13: Aircrafts dedicated to atmospheric research. The capacities for technological advance play an essential role to meet the challenges of climate change.

unsicher. Diese besser zu verstehen und abbilden zu können ist entscheidend für die Planung und Gestaltung effektiver Anpassungsmaßnahmen. Neue oder verbesserte Technologien sind eine notwendige Voraussetzung für die Reduktion von Emissionen in Sektoren wie Energieerzeugung, Energienutzung und Transport. Sie spielen darüber hinaus eine wichtige Rolle dabei, effektive Anpassungsmaßnahmen zu ermöglichen. Die Entwicklung innovativer Energie- und Umwelttechnologien hat daher auch hohe Priorität in der Hightech-Strategie der Bundesregierung.

Der maßgeschneiderte Einsatz von Klimaforschungsergebnissen (speziell von Ergebnissen aus der Klimamodellierung) bei der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen ist eine weitere Herausforderung an die Forschung. Die Ergebnisse bedürfen einer Form, in der sie nutzerspezifisch weiterverwendet werden können, sei es zur Visualisierung von Klimaforschungsergebnissen oder für die Ableitung von Resultaten für einen spezifischen Sektor oder eine Region. Dabei ist mittels eines intensiven Dialogs zwischen Klimawissenschaftlern und Anwendern eine konsistente quantitative Datengrundlage zu finden, welche qualifiziert in den anwendungsorientierten Projekten eingesetzt werden kann. Das BMBF hat die Service-Gruppe Anpassung (SGA) am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg eingerichtet, um diese Aufgabe speziell für seine geförderten Forschungsprojekte zu übernehmen.

Drei eng miteinander verflochtene Handlungsstränge bilden also die Grundlage, um Forschung zum Klimawandel zu bearbeiten: Grundlagen-, Mitigations- und Adaptationsforschung. Für eine Vorgehensweise im Sinne einer integrierten Klimaforschung ist ein aufrichtiger, vertiefter Dialog zwischen Wissenschaftlern, Nutzern und anderen Interessensvertretern notwendig. Klimamodellierer müssen sich fragen, welche Ergebnisse und Szenarien für die Abschätzung von Vulnerabilitäten und Anpassungsnotwendigkeiten gebraucht werden; Nutzer müssen sich mit den Stärken, Schwächen und Grenzen der von ihnen verwendeten Klimaforschungsergebnisse vertraut machen. Dies verlangt von allen Seiten, im Forschungsdialog aufeinander zuzugehen, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Im Gegenzug ist abzusehen, dass alle Bereiche hiervon profitieren werden und Ansätze für einen zukunftsfähigen Umgang mit Klimawandel trotz Unsicherheiten verbessert werden können. Gefordert sind also Technologien und Strategien, aber auch innovative Wege der Organisation und Durchführung einer integrierten Forschung zum Klimawandel. Der Förderschwerpunkt **klimazwei** ist ein Beitrag dazu.

The tailor-made application of climate research results (especially from climate modelling) during the development of adaptation measures is another major challenge in research. It is recognised that results must be delivered to the user communities in a form that they can use, whether this is for visualisation of climate research results or for the deduction of results calculated for a specific sector or region. Utilizing an intensive dialogue between climate scientists and users, a consistent quantitative data base has to be determined, which can be applied in application-oriented projects in an appropriate way. BMBF has set up the Service Group Adaptation (SGA) at the Max Planck Institute for Meteorology in Hamburg to meet these needs for the research projects that it is funding.

We have seen that there are three interdependent strands to dealing with the climate question: basic research, research on mitigation and on adaptation. In order to achieve an integrated approach which is required by integrated climate research, research communities and stakeholders need to communicate with one another in a genuine dialogue. Climate modellers need to find out what scenarios are useful for the assessment of real vulnerabilities and adaptation needs and the users need to find out what the strengths, weaknesses and limitations of the applied climate research data are. This requires all parties to approach each other in a research dialogue in order to produce optimal results. However, this interaction will most likely create profit for all sides, better ways for dealing with climate change and a better approach to acting under uncertainties. This demands technologies and strategies, but also innovative ways of organising and performing integrated research on climate change. The research programme **klimazwei** is one contribution to these.



Umgang mit Klimawandel – der Förderschwerpunkt **klimazwei** des BMBF

Dealing with climate change – BMBF's research programme **klimazwei**

klimazwei ist seitens des Bundesministeriums für Bildung und Forschung die erste Fördermaßnahme, die das Thema „Umgang mit dem Klimawandel“ explizit angeht. Sie ist der Auftakt zu einer Reihe von weiteren Aktivitäten und Fördermaßnahmen, in denen die Thematik fortentwickelt und zu einer schwerpunktmäßig praxisnahen und anwendungsorientierten Klimaforschung übergegangen wird. **klimazwei** trägt außerdem zum BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für die Nachhaltigkeit“ bei.

Spezifische Ziele der Fördermaßnahme sind die Erschließung und Nutzung neuer Technologien, Verfahren und Strategien, mit denen das Spektrum wirksamer Maßnahmen für einen zukunftsfähigen Umgang mit dem Klimawandel vergrößert werden soll. Es werden parallel beide Aspekte des Umgangs mit Klimawandel in einem Ansatz angesprochen: die unverzichtbare Minderung von Treibhausgasemissionen („Schutz des Klimas“) sowie auch geeignete Anpassungsmaßnahmen („Schutz vor Klimawirkungen“). In der Maßnahme fördert das BMBF dazu Projekte und Projektverbände zu den beiden Teilaspekten:

klimazwei is BMBF's first funding programme explicitly addressing the topic of dealing with climate change. The programme is the start of a series of activities in which the topic will be further developed and which are focused on a more practical and application-oriented climate research. **klimazwei** is also contributing to the BMBF framework programme “Research for Sustainability”.

The development and use of new technologies, processes and strategies are specific goals of the funding priority **klimazwei**. They are intended to enlarge the range of effective measures for dealing with climate change in a sustainable way. The twin aspects of dealing with climate change are addressed in parallel in one approach: the indispensable reduction of greenhouse gas emissions (climate protection, “mitigation”) as well as suitable adaptation measures (protection from climate impacts). Within the programme, BMBF funds projects and research clusters dealing with both aspects:

- + **A: Minderung der Treibhausgasemissionen**
- + **B: Anpassung an Klimatrends und Extremwetter**

klimazwei ist ein weiterer Beitrag zu den von der Bundesregierung bereits unterstützten Maßnahmen im Rahmen des nationalen Klimaschutzprogramms. Es zielt in beiden Teilaspekten auf den Bedarf von Unternehmen und Organisationen in Wirtschaft und Gesellschaft ab. Der Teilaspekt A konzentriert sich auf die Entwicklung neuer Technologien, Verfahren und Strategien, mit denen eine deutliche Emissionsminderung klimarelevanter Gase erreicht werden kann. Dabei sind neben Kohlendioxid auch alle anderen klimarelevanten Gase gemäß der Klassifizierung im Kyoto-Protokoll gemeint. Der Ansatz flankiert damit auch Fördermaßnahmen der anderen Bundesministerien mit ähnlicher Zielrichtung bezüglich der angestrebten nationalen Emissionsminderungsziele.

Der Teilaspekt B ergänzt die Forschungsstrategie zum Umgang mit Klimawandel um Aktivitäten, die auf die Entwicklung, Umsetzung und Verbreitung von Techniken und Strategien für eine effektive und effiziente Anpassung an das gegenwärtige Klima mit seinen Wetterextremen und seine absehbaren Veränderungen abzielen. Es sollen Wege gefunden werden, um negative Auswirkungen abzumildern, Vorsorgemaßnahmen mit ausreichender Flexibilität durchzuführen, gegebenenfalls aber auch potenzielle ökonomische Chancen zu ergreifen. In diesem Teilaspekt ist darüber hinaus die Möglichkeit der Bildung von Kooperationsnetzwerken vorgesehen, um auch den Aufbau von Strukturen für effektive Anpassungsmaßnahmen zu fördern.

- + **A: Reduction of greenhouse gas emissions**
- + **B: Adaptation to climate trends and extreme weather events**

klimazwei is another contribution to the measures already funded by the Federal Government in the context of the national climate protection programme. Both aspects are aimed at the needs of businesses and organisations in the economy and society. Part A focuses on the development of new technologies, processes and strategies for a significant reduction of greenhouse gas emissions. This includes not only carbon dioxide but all gases that are relevant for climate according to the classification of the Kyoto Protocol. In this way, the approach also supports the funding activities of other federal ministries with similar aims concerning the desired national emission reduction goals.

Part B extends the research strategy for dealing with climate change with the addition of activities aimed at the development, implementation and dissemination of technologies and strategies for an effective and efficient adaptation to the current climate with its weather extremes and to its foreseeable changes. It looks for ways to mitigate negative effects, to implement precautionary measures with sufficient flexibility, but also to seize potential economic opportunities should the occasion arise. Furthermore, the possibility of the creation of cooperative networks is envisaged under this subtopic, in order to support the development of organizational structures for effective adaptation measures.

klimazwei im Überblick

- + **Förderzeitraum: 2006 - 2009**
- + **Laufzeit der Projekte: bis zu drei Jahre**
- + **Finanzvolumen: ca. 35 Mio. €**
- + **39 Forschungsthemen (etwa zu gleichen Teilen zu Mitigation bzw. Adaptation)**
- + **Drei Begleitvorhaben**

klimazwei overview

- + **Funding period: 2006 – 2009**
- + **Project duration: up to three years**
- + **Financial volume: about 35 million €**
- + **39 research topics (divided roughly equally between parts A and B)**
- + **Three accompanying research projects**

Die Themen im Teilaspekt A spannen einen weiten Bogen für Methoden zur Reduktion von Schadgasen auf. Sie umfassen Techniken zur Biogaseinspeisung in Erdgasnetze, Verfahren zur katalytisch-thermischen Entsorgung methanhaltiger Abgase, eine neuartige energie- und ressourcenschonende Glas/Folien-Kombinationen beim Bau von Gewächshäusern, aber auch die Beratung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zur Energieeffizienzsteigerung. Im energieintensiven Transport- und Verkehrssektor wird an der Optimierung von Flugrouten, der Reduktion von CO₂-Emissionen in der Seeschifffahrt, einem Windkraftantrieb für Seeschiffe sowie der Realisierung eines neuartigen elektrischen Antriebskonzeptes im Personennahverkehr gearbeitet.

Projects in part A cover a wide range of methods for greenhouse gas reduction. They include techniques for feeding biogas into networks for natural gas, processes for the thermocatalytic disposal of methane-containing exhaust fumes, the development of new types of glass/foil combinations for the construction of greenhouses that save energy and resources, and also advising small and medium-sized enterprises on how to increase their energy efficiency. In the energy-intensive sector of transport and traffic, there are projects on optimising flight paths, on the reduction of CO₂ emissions in ocean shipping, on a new type of propulsion by wind power for ocean liners as well as on the realisation of a new concept for electrical propulsion in public transport.

Die Forschungsverbände zum Teilaspekt B reichen von Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft (z.B. durch optimierte Anbaumethoden, pflanzenzüchterische Maßnahmen oder angepasste Waldbewirtschaftung) bis zu Innovationen in Gebäudetechnik und Wassermanagement. Die Entwicklung von Gesamtstrategien für einzelne Städte oder Regionen spielt bei den Themen eine ebenso große Rolle wie Entscheidungshilfe- und Frühwarnsysteme sowie angemessene Wege der Kommunikation klimabedingter Risiken.

The research clusters in part B range from adaptation strategies in agriculture (e.g. optimised cultivation methods, plant breeding measures or adapted forest management) to innovations in building technology and water management. The development of integrated strategies for individual cities or regions is an important activity as is the development of systems for decision-making and early warning as well as suitable ways to communicate climate-related risks.



Links: SkySails Zugdrachen-System auf dem Küstenschiff „MS Beaufort“.
Rechts: Die Illustration zeigt den Einsatz des Systems auf Frachtschiffen.



Left: SkySails towing kite system on the coastal vessel "MS Beaufort".
Right: The illustration shows the system installed on a cargo ship.

Windkraft nicht nur für Windjammer

Die Nutzung von Windenergie in der Schifffahrt birgt ein nicht unerhebliches Einsparpotenzial an Kohlendioxid. Dieses Potenzial zu erschließen, zu bewerten und in die Praxis zu überführen, hat sich ein Projekt unter Federführung des Institutes für Angewandte Wirtschaftsforschung aus Emden, in Zusammenarbeit mit dem Hamburger Hersteller SkySails und dem Institut für Seefahrt Leer, zur Aufgabe gemacht. Dazu wird das Forschungsschiff „Beaufort“ mit einem System ausgestattet, welches aus einem großen, gleitschirmähnlichen, automatisch lenkbaren Zugdrachen mit einer Größe bis zu 160 Quadratmetern besteht, der von einer vollautomatischen Steuergondel navigiert und über ein Zugseil mit dem Schiff verbunden ist. Mittels Testfahrten werden der Schiffsbetrieb, der Wirkungsgrad und die Potenziale des Systems in Bezug auf die Einsparung von Energie und Kosten auf den Prüfstand gestellt. Ein automatisiertes „Routing-System“ soll später moderne Frachtschiffe, analog zu den historischen Routen der großen Frachtsegler, in mindestens derselben Zeit und erheblich günstiger und umweltfreundlicher ans Ziel bringen.

Wind power not only for windjammer

The use of wind power in shipping contains a significant potential for saving carbon dioxide emissions. A project headed by the Institute for Applied Economic Sciences in Emden, in cooperation with SkySails from Hamburg and the Institute for Shipping in Leer, plans to develop and assess this potential and to put it into practice. For this purpose, the research vessel "Beaufort" is equipped with a system consisting of a large kite similar to a paraglider of up to 160 square meters, which is steered automatically and navigated by a fully automated control gondola while connected to the ship by a tow line. Vessel operation, efficiency and the system's potential for saving energy and expenses are assessed during test runs. An automated routing system is planned to guide modern freighters, analogous to the historic routes of the big cargo sailing ships. They shall reach their destination at least as quickly as usual, but much more cheaply and more environmentally friendly.



Durch eine rechtzeitige Warnung könnten Unwetterschäden vermieden oder zumindest eingedämmt werden. Rechts: Riesenhagel aus Leipzig.

Wenn sich Fenster wie durch Geisterhand schließen...

Setzt sich der Trend fort und erhöhen sich die Zahl und Ausprägung extremer Ereignisse in Form von Gewittern und Unwettern weiter, so verspricht das Projekt SAFE, eine Methodik parat zu haben, die möglicherweise das Schlimmste verhindern kann, wenn dunkle Wolken am Horizont drohen. Unter der Leitung des Fraunhofer Instituts für Software- und Systemtechnik wird im Projekt SAFE derzeit ein System für eine automatisierte Einleitung von Gefahrenabwehrmaßnahmen entwickelt. Ein dichtes Messnetz und ein auf Unwetter spezialisiertes Prognosemodell sollen „sensorseitig“ orts- und zeitgenau Informationen über aufziehende Gewitter liefern. Diese Informationen werden in einer informationslogistischen Plattform, dem „Herzstück“ von SAFE, verarbeitet. Auf der Basis dieser verarbeiteten Informationen werden „aktorseitig“ Gefahrenabwehrprozesse eingeleitet und gesteuert, unter Einbezug von handelnden Menschen und Systemen: Das SAFE-System wird bei drohendem Unwetter zielgerichtet Betroffene und Einsatzkräfte informieren und automatisch beispielsweise Fenster oder Rückstauventile schließen.



Through early-warning damages due to severe weather could be avoided or at least contained. Right: Large hailstone found in Leipzig.

When windows close as if by magic...

If the trend towards an increasing frequency and strength of extreme weather events like storms and thunderstorms continues, the project SAFE may provide a method preventing the worst when dark clouds show up on the horizon. Under the management of the Fraunhofer Institute for Software and Systems Technology, the project is currently developing a system for the automated initiation of hazard prevention measures. A detailed observational network and a forecast model specialised on storms provide information on approaching storms with high local and temporal resolution “on the sensor side”. This information is processed in the core of SAFE: a platform for information logistics. Based on the processed information, hazard prevention measures are initiated and controlled “on the actor’s side”. People as well as systems are included: In the case of an imminent storm, the SAFE system will inform those likely to be affected as well as the emergency services and will, for example, automatically close windows or backwater valves.

Zusätzlich zu den regulär unter **klimazwei** geförderten Projekten gibt es drei Begleitprojekte, die die Fördermaßnahme übergreifend und strukturell unterstützen. Das Projekt unter dem Stichwort „Service-Gruppe Anpassung“ (SGA) am Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg ist ein Ansatz für die Bearbeitung der Schnittstelle zwischen grundlagenorientierter Klimaforschung, hier vor allem Klimamodellierung, und anwendungsorientierter Klimaforschung. Dieser Service steht speziell den Projekten des Teilaspektes B, Anpassung, zur Verfügung. Auf die Bedürfnisse und Anforderungen reagierend, berät die SGA die Anwender in den Projekten beim Einsatz der Klimaforschungsergebnisse und

In addition to the regular projects funded within **klimazwei**, there are three accompanying projects supporting the funding programme generally and structurally. The project “Service Group Adaptation” (SGA) at the Max Planck Institute for Meteorology in Hamburg is an approach towards tackling the interface between basic climate research, in particular climate modelling, and applied climate research. This service is available especially for the adaptation projects. Acting upon the users’ needs and demands, SGA provides advice on the use of climate research results and provides them tailor-made for the projects. A second accompanying project at the Cologne Institute for Economic Research deals with the interface

stellt diese maßgeschneidert zur Verfügung. Ein zweites Begleitprojekt, angesiedelt am Institut der deutschen Wirtschaft Köln, bearbeitet die Schnittstelle der Forschung zum Umgang mit Klimawandel zur Wirtschaft. Unternehmen als wesentliche Adressaten für Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen sind unabdingbare Partner, wenn es um die wirksame Umsetzung der zum Beispiel in dieser Fördermaßnahme entwickelten Methoden geht. Ein drittes Begleitprojekt der Europäischen Akademie Bad Neuenahr hat die Vermittlung von Wegen im Umgang mit Klimawandel an Schulen zum Thema.

between the economy and research on dealing with climate change. Businesses are essential partners for the effective implementation of methods such as those developed in this funding programme, because they are important players regarding mitigation and adaptation measures. The topic of the third accompanying project, situated at the European Academy Bad Neuenahr, is the communication of ways to deal with climate change as part of the school curriculum.



Links: Versuchsfahrzeug AutoTram®. Erster Einsatzort des „DockingPrinzips“. Rechts: Wichtiges Element des neuartigen Antriebskonzepts ist ein Bombardier* MITRAC® Energy Safer.



Left: Test vehicle AutoTram®. First employment of the „DockingPrinciple“. Right: An important element of the new propulsion system is a Bombardier* MITRAC® Energy Safer.

Das DockingPrinzip – Klimaschutz durch emissionsreduzierte Nahverkehrssysteme

Ein neuartiges elektrisches Antriebskonzept soll Busse und Bahnen des öffentlichen Nahverkehrs lokal emissionsfrei und hoch effizient betreiben. Die Idee hierbei ist, die Fahrzeuge zum einen entlang der Fahrstrecken über eine intelligente Energie-Infrastruktur zu versorgen, zum anderen zusätzlich Strom aus der Bremsenergie zurückzugewinnen. Die für das Befahren einer Strecke benötigte elektrische Energie wird dabei aus Hochleistungs-Ladestationen, die punktuell (nicht linienförmig) im Streckennetz installiert sind, in den Hochleistungs-Energiespeicher des Fahrzeugs aufgenommen. Während das Fahrzeug in Betrieb ist, wird die gespeicherte elektrische Energie über ein vorausschauendes Energiemanagement für den Fahrbetrieb und zur Versorgung der Hilfsaggregate eingesetzt. Aber auch die Bremsenergie wird für den Energiespeicher des Fahrzeugs recycelt und zur Deckung des Energiebedarfs wieder verfügbar gemacht. Darüber hinaus kann perspektivisch gesehen über die Nutzung CO₂-neutraler Energie ein weiterer Beitrag für einen Umwelt und Klima schonenden ÖPNV geleistet werden. Die technische Umsetzung des Antriebskonzeptes erfolgt gemeinsam mit der Firma Bombardier unter wissenschaftlicher Beteiligung des Fraunhofer-Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme an Versuchsfahrzeugen.

The DockingPrinciple – climate protection through emission-reduced public transport systems

A new electrical propulsion system is being developed in order to allow the local operation of public transport vehicles, buses as well as trams, to be emission free and highly efficient. The idea is to supply the vehicles along their routes via an intelligent energy infrastructure. In addition, electricity will be recaptured from braking energy. The energy needed to travel a route is fed into the high performance energy storage of the vehicle from high performance charging stations which are installed at selected points of the route network, not linearly. While operating the vehicle, the stored electric energy is used via an anticipatory energy management for the drive operation and for the supply of the backup units. Also braking energy is recaptured for the energy storage of the vehicle and made available for further usage. The utilization of CO₂ neutral energy may contribute additionally to an environmental and climate friendly public transport. The technical implementation is being performed in test vehicles by Bombardier under the scientific supervision of the Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems.



Weizen ist eine der wichtigsten Feldfrüchte in Deutschland. Da sich die Niederschlagsverteilung an vielen Orten verändert, werden an größere Trockenheit angepasste Sorten gezüchtet.

Weizen unter Klimastress

Weizen ist in Deutschland eine der wichtigsten Feldfrüchte, sowohl was die Flächennutzung als auch die Produktion betrifft. Eine zunehmende Frühsommertrockenheit lässt jedoch den Ertragszuwachs seit knapp zwei Jahrzehnten stagnieren, da sie ein vorzeitiges Ende der Kornfüllungsphase mit sich bringt. Die Anpassung von Nutzpflanzen an längerfristige Klimatrends verlangt deshalb nach einer züchterischen Verbesserung der Widerstandsfähigkeit dieser Pflanzen gegenüber Dürrestress und Hitze. Einer der wichtigsten Mechanismen zur Vermeidung von Wasser- und Hitzestress ist dabei das Abreifen der Pflanzen vor Einsetzen der Hitze und Trockenperiode. In einem **klimazwei**-Projekt zum Teilaspekt „Anpassung“ wird hierzu das genetische Potential zur Verfrühung der Blühzeit von Winterweizen untersucht.



Wheat is one of the main field crops in Germany. As precipitation patterns change in many places, plant breeding develops wheat varieties adapted to dryer conditions.

Wheat under climate stress

Wheat is one of the most important crops in Germany, both with respect to land use and to production. Due to increasingly dry and early summers, however, the increase of yields has remained stagnant for almost the last two decades, because the grain filling period has been prematurely stopped. The adaptation of crops to long-term climatic trends therefore calls for an improved resistance of these plants against drought and heat. One of the most important mechanisms for avoiding water and temperature stress is that ripening of the plants takes place before the onset of the hot and dry period. One of the **klimazwei** projects under the subtopic “adaptation” is therefore investigating the genetic potential for an early blossom in winter wheat.

Die in **klimazwei** geförderten Projekte und Projektverbände in den beiden Teilaspekten können in ihrer Themenbreite nur exemplarisch sein. Sie decken nur Ausschnitte möglicher Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen ab. Eine Übersicht über die geförderten Projekte findet sich in der Broschüre „Forschung und Praxis für Klimaschutz und Anpassung“.

The projects and project clusters funded in both subtopics of **klimazwei** provide examples in their range of themes but they can only cover selected parts of the full range of possible mitigation and adaptation measures. An overview of the funded projects is given in the brochure „Research and Practice for Climate Protection and Adaptation“.



Herausforderung Klimawandel – Risiken und Chancen

The challenge of climate change – risks and opportunities

Das Forschungsprogramm **klimazwei** ist ein erstes Element in einer Reihe von Aktivitäten, in dem das BMBF seiner Verantwortung nachkommt, Entwicklungen und Strategien zum Umgang mit Klimawandel auf eine solide wissenschaftliche Basis zu stellen. **klimazwei** wie auch künftige Forschung und Entwicklung – vor allem im Rahmen des neuen BMBF-Aktionsprogramms „Forschung zum Klimawandel“, welches zurzeit entwickelt wird – werden dazu beitragen

- + **die Handlungsfähigkeit der Bundesregierung mit Blick auf ein globales Klimaregime zu stärken und die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands unter Bedingungen des Klimawandels zu sichern,**
- + **den Klimawandel zu begrenzen und die globale wie nationale Anpassungsfähigkeit der Gesellschaft und der Wirtschaft an die Folgen des Klimawandels zu verbessern,**
- + **die Stärken deutscher Forschungs- und Entwicklungsleistung für die Ziele von Klimaschutz und Anpassung an Klimawirkungen zu mobilisieren.**

The research programme **klimazwei** is a first element in a series of activities in which BMBF explicitly meets the responsibility to ensure that developments and strategies for dealing with climate change are built on a sound scientific basis.

klimazwei as well as future research and development – especially in the framework of BMBF’s new action programme “Research on Climate Change” which is currently under development – will contribute to

- + **strengthening the capacity of the German government to act under a future global climate regime, in order to secure the international competitiveness of the German economy under the conditions of climate change;**
- + **limiting climate change and improving the ability of society and the economy to adapt to the consequences of climate change, globally as well as nationally;**
- + **mobilising the strengths of German science and its economy for the twin goals of climate protection and adaptation to climate impacts.**

Die Ergebnisse des Forschungsprogramms **klmazwei** werden eine praxisnahe Grundlage für zukünftige Wege zum Umgang mit Klimawandel anbieten, bei denen vor allem auch die Praxispartner in den Forschungsprojekten direkt von den Ergebnissen profitieren werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass verallgemeinerbare Resultate in Unternehmen und Organisationen derselben Branche oder möglicherweise auch anderer Branchen Anwendung finden. Da Klimawandel uns alle betrifft, direkt und indirekt, wird diese Art von Klimaforschung von großem praktischem Nutzen für uns alle sein, sowohl zur Minimierung von Risiken als auch zur Maximierung von Chancen. Die Forschungsaufgabe ist damit jedoch nicht erledigt. Im Gegenteil: In vielen Bereichen, vor allem auf dem Gebiet der Adaptation, hat sie gerade erst begonnen.

Nicht nur bei den Forschungsthemen, sondern auch bei den methodischen Aspekten wird man sich bei der Forschung zum Umgang mit dem Klimawandel im Vergleich zur klassischen Klimaforschung neu positionieren müssen. Die Vorgehensweise und der Erfolg einer integrierten Forschung zum Klimawandel, die Grundlagenforschung wie Anwendung gleichermaßen ins Kalkül ziehen muss, werden sehr stark vom Dialog zwischen den beteiligten Disziplinen abhängen. Ohne auf die Expertise der Einzeldisziplinen zu verzichten, wird hier ein hoher Grad an Integration notwendig sein. Damit bietet sich jedoch auch die Chance, dass das Gesamtergebnis bedeutender ist als die Summe der Einzelbemühungen. Die seitens des BMBF eingerichtete Service-Gruppe Anpassung (SGA), die diesem Interaktionsprozess zwischen grundlagenorientierter und angewandter Klimaforschung im Rahmen der **klmazwei** Projekte Rechnung trägt, ist ein erster wichtiger Schritt hierzu.

Die Forschungsförderung des BMBF zum Thema Klimawandel wird auch weiterhin Grundlagen für politische Entscheidungen nicht nur auf nationaler, sondern auch auf internationaler Ebene bereitstellen. Darüber hinaus sind die Ergebnisse der durch das BMBF geförderten Arbeiten ein bedeutender Beitrag zur internationalen wissenschaftlichen Bewertung des Klimawandels im Rahmen des IPCC-Prozesses und bei politischen Entscheidungen in der EU sowie unter der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC).

Globale Fragestellungen wie Klimawandel können jedoch nur durch Handeln auf regionaler oder lokaler Ebene beantwortet werden. Der regionale Aspekt ist daher eine der Zielsetzungen in der unmittelbaren Zukunft der Förderaktivitäten des BMBF. Handeln auf der lokalen Ebene kann sehr viel effizienter gestaltet werden, wenn lokale Expertise in Netzwerken zusammengeschlossen wird und weltweit Kooperationen mit Partnerregionen gefunden werden können.

Die bisherigen Erfahrungen mit dem Ansatz über die Service-Gruppe Anpassung zeigen, dass die Ausarbeitung der Schnittstelle zwischen grundlagenorientierter und angewandter Klimaforschung zu Klimawirkung und Anpassung ebenfalls ein wichtiges eigenes Forschungsthema ist. Eine Weiterentwicklung dieses Ansatzes zur breiteren Anwendung bei integrierten Klimafragestellungen ist derzeit in Vorbereitung.

The results of the research programme **klmazwei** will provide a practical basis for future ways to deal with climate change. The partners in the research projects will benefit directly by applying the results in their commercial or organisational activities. Moreover, it is to be expected that the general principles will find a broader application by other companies or organisations in a given sector or even in different sectors. Because climate change affects us all, both directly and indirectly, this kind of climate research can be of practical use for everybody, in minimising risks as well as maximising opportunities. However, the task of research is not yet completed. In many areas, especially on adaptation, it has just started.

Dealing with climate change not only presents us with the need for new research topics but also, compared to classical climate research, new methodological approaches have to be introduced. The implementation and success of an integrated approach to research on climate change that takes basic research as well as application equally into account will be strongly dependent on the dialogue between the disciplines involved. Without losing the expertise of the individual disciplines, a high degree of integration will be necessary. However, this also offers the possibility that the overall result will be more significant than the sum of the individual efforts. The Service Group Adaptation (SGA), which has been set up by BMBF to contribute to this interactive process between basic and applied climate research in the frame of the **klmazwei** projects, is a first important step towards this goal.

BMBF's research funding on climate change will continue to provide the basis for policy- and decision-making on the national and international levels. In addition, the results of research supported by BMBF form a significant input into international scientific assessments through the IPCC and into policy-making in the EU and under the UNFCCC.

However, global problems such as climate change can only be solved by acting on the regional or even local level. Therefore, the regional aspect is a clear focus for BMBF in the immediate future. Acting on the regional level can be made much more effective by networking local expertise and in cooperation with partner regions worldwide.

Beschreibungen der einzelnen Projekte sowie weiterführende Informationen zum Förderschwerpunkt **klmazwei finden Sie unter**

<http://www.klmazwei.de>

For a description of the individual research projects and additional information on the research programme **klmazwei, please refer to**

<http://www.klmazwei.de>

Eine wissenschaftliche Fragestellung hierzu beinhaltet die Entwicklung von Methoden zur Erhöhung der Effizienz der Schnittstelle, darüber hinaus ist die Frage der Kooperation mit internationalen Partnern in einem Netzwerkansatz interessant. Ziel muss es sein, das Wissen zum Klimawandel im Sinne eines „Klima-Dienstes“ zu entwickeln und bereitzustellen.

Die Vernetzung von Forschungsförderern auf europäischer Ebene zu den Themen Klimawirkung und Anpassung ist die Zielsetzung des ERA-Nets CIRCLE (Climate Impact Research Coordination for a Larger Europe, <http://www.circle-era.net>), bei dem auch das BMBF Partner ist. Für Themen, bei denen ein grenzüberschreitendes Interesse besteht, gibt es hier ggf. die Möglichkeit, das Netzwerk zu nutzen und sich für gemeinsame Forschungsaktivitäten zusammen zu schließen.

Innovative Forschung ist die Voraussetzung zum Aufbau des notwendigen Know-hows, um mit dem unvermeidbaren Klimawandel umzugehen. Das BMBF nimmt diesen Forschungsauftrag an. Das Forschungsprogramm **klmazwei** ist ein wichtiger Schritt auf diesem Weg.

Experience with the approach of the Service Group Adaptation has shown that the interface between basic and applied climate research on impacts and adaptation is itself an important research topic. A further development of this approach for a more general application is currently under preparation. A relevant scientific question here deals with the development of methods to enhance the efficiency of the interface; another interesting task is the cooperation with other partners internationally in a network approach.

European networking of research funding for the topics of climate impact and adaptation is the focus of the ERA-Net CIRCLE (Climate Impact Research Coordination for a Larger Europe, <http://www.circle-era.net>), in which BMBF is a partner. For topics of transboundary interest the network may be utilised to join forces for common research activities.

Cutting-edge research is needed to build the necessary capacities to deal with unavoidable climate change. BMBF is accepting this research task. The research programme **klmazwei** is an important step on the way forward.

Für weitere Informationen

klimazwei wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und betreut durch:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
Projektträger im DLR
„Umwelt, Kultur, Nachhaltigkeit“
Heinrich-Konen-Str. 1
53227 Bonn
Deutschland
Telefon: +49-228-3821 511
Telefax: +49-228-3821 540



Risiken mindern · Chancen nutzen

Ihre Ansprechpartner:
Annette Münzenberg (Adaptation)
Gregor Laumann (Adaptation)
Lars Schanz (Mitigation)

For more information

klimazwei is funded by the Federal Ministry of Education and Research and managed by

German Aerospace Centre (DLR)
Project Management Agency
“Environment, Culture, Sustainability”
Heinrich-Konen-Str. 1
53227 Bonn
Germany
Phone: +49-228-3821 511
Fax: +49-228-3821 540

Contacts:
Annette Münzenberg (Adaptation)
Gregor Laumann (Adaptation)
Lars Schanz (Mitigation)

Diese Druckschrift wird unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/ Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

This publication is distributed free of charge. It is not intended for commercial sale. It may not be used by political parties, candidates or electoral assistants during an election campaign. This applies to parliamentary, state assembly and local government elections as well as to elections to the European Parliament. In particular the distribution of this publication at election events and at the information stands of political parties, as well as the insertion, printing or affixing of party political information, are regarded as improper use. The distribution of this publication to third parties as a form of campaign publicity is also prohibited. Regardless of how recipients came into possession of this publication and how many copies of it they may have, it may not be used in a manner that may be considered as showing the partisanship of the Federal Government in favour of individual political groups, even if not within the context of an upcoming election.



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

