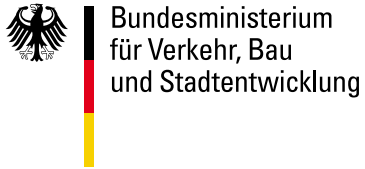




Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel



Bundesamt
für Bauwesen und
Raumordnung

Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel

Dokumentation der Fachtagung am 30. Oktober 2007 im Umweltforum Berlin

Impressum

Herausgeber:

Bundesministerium für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung (BMVBS), Invalidenstraße
44, 10115 Berlin
www.bmvbs.bund.de

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
(BBR), Deichmanns Aue 31-37, 53179 Bonn
www.bbr.bund.de

Projektleitung:

Bundesministerium für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung
Gina Siegel, Christian Pech

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Dr. Fabian Dosch, Lars Porsche

Dokumentation:

Andrea Hartz und Sascha Saad
Planungsgruppe agl
Großherzog-Friedrich-Straße 47
66111 Saarbrücken
www.agl-online.de

Bonn / Berlin November 2007

Vorbereitung und Durchführung:



Planungsgruppe agl,
Andrea Hartz und Sascha Saad
www.agl-online.de



Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung,
Dr. Manfred Stock und Dr. Jürgen Kropp
www.pik-potsdam.de



Büro für Angewandte Geografie,
Prof. Dr. Jürgen Aring
www.bfag-aring.de

Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel

Der Klimawandel – ein brisantes Thema für Politik, Raumplanung und Forschung

Hanno Osenberg, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 7

Raumordnung als Teil einer nationalen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

MDirig Manfred Sinz, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 9

Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

Almut Nagel, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 15

Klimaszenarien und Klimafolgen | Dr. Paul Becker, Deutscher Wetterdienst 17

Klimawandel: Verwundbarkeit, Bewältigung von Folgen und Anpassung

Dr. Jürgen Kropp, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung 21

In der Diskussion: Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf die räumlichen Fachpolitiken

27

Parallele Workshops: Raumentwicklungsstrategien

33

Workshop 1 – Fallbeispiel: Klimawandel und Flussgebietsplanung:

Fallstudie Fränkische Saale | Johann Weber, Bayerisches Landesamt für Umwelt 35

Workshop 2 – Fallbeispiel: Auswirkungen des Klimawandels auf Raumentwicklung und Wirtschaft (Interreg III B-Projekt ClimChAlp)

| Margit Hiller, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 37

Workshop 3 – Fallbeispiel: Integrierte Anpassungsstrategien – Aktivitäten in

Oberösterreich, Österreich und bei AMICA-Partnern | Andreas Drack, Klimabeauftragter, Land Oberösterreich 39

Ergebnisse

Ergebnisse der Diskussion in den Workshops

41

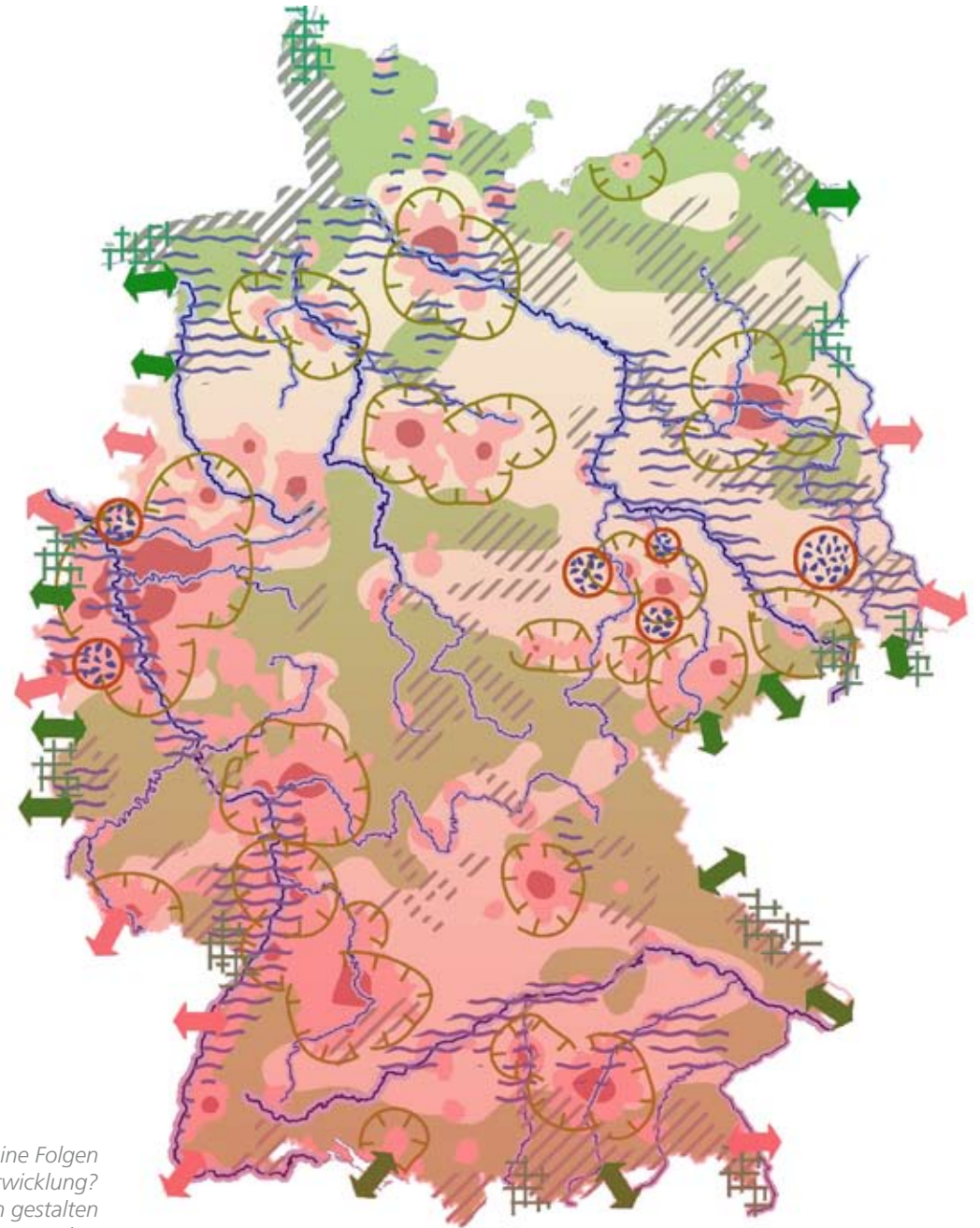
Kritische Reflexion und Ausblick

43

Bildnachweis

45

Inhalt



Wie verändern der Klimawandel und seine Folgen
 die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Raumentwicklung?
 Leitbild 3 der Bundesraumordnung: Ressourcen bewahren, Kulturlandschaften gestalten
 © BBR 2006, verändert

Der Klimawandel, mögliche Klimafolgen, Strategien zur Begrenzung des Klimawandels und zur Anpassung an die Klimafolgen in Deutschland und in Europa stehen weit oben auf der politischen Agenda. Aktuelle Extremwetter- und Witterungsereignisse verleihen dem Thema in den Medien und im Bewusstsein der Bevölkerung Nachdruck. Die Hochwasserereignisse der letzten 10 Jahre haben gezeigt, dass die Funktionsfähigkeit zentraler Infrastrukturen und Nutzungen gefährdet sein kann.

Der Handlungsdruck betrifft nicht nur Fachpolitiken wie den Hochwasserschutz oder die Landwirtschaft, sondern unmittelbar auch die Raumplanung, da viele Raumnutzungen und -strukturen von den Folgen des Klimawandels betroffen sein werden. Raumplanung kann sowohl zum Klimaschutz (Mitigation) beitragen, beispielsweise über die Förderung CO₂-mindernder Raumstrukturen, als auch die Folgen des Klimawandels durch Klimaanpassung (Adaption) mindern. Anpassung bedeutet im Wesentlichen das Management der Klimafolgen für Mensch und Umwelt etwa durch mehr Retentionsräume für den Hochwasserschutz.

Dem akuten Handlungsauftrag zu Folgenbewältigung und Vorsorge stehen jedoch erhebliche Unsicherheiten in Bezug auf belastbare und regionalisierte Datengrundlagen zum Klimawandel und seinen Folgen gegenüber. **Deshalb ist ein intensiver Dialog zwischen Klimaforschung, Raumwissenschaften und Raumplanung dringend erforderlich.** Diese Auseinandersetzung eröffnet der Raumordnung die Chance, die eigene Position und mögliche Beiträge zu Klimaschutz und Anpassungsstrategien zu definieren sowie gleichzeitig bestehende Planungsinstrumente zu schärfen bzw. Planungsinnovationen voranzutreiben.

Den Dialog intensivieren

Die Fachtagung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ war eine wichtige Plattform für diesen Dialog. Sie diente in erster Linie dem Informations- und Erfahrungsaustausch zur weiteren Klärung der Aufgaben der Raumordnung bzw. Raumentwicklung sowie zur Vorbereitung von Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) ab 2009. Dabei lag der Fokus auf Minderungs- und Anpassungsstrategien an den Klimawandel im regionalen Kontext.

Die Veranstaltung richtete sich vor allem an Klimafachleute und Raumplaner/-innen auf Länder-, regionaler wie stadtregionaler Ebene. Über 90 Teilnehmer/-innen diskutierten im Umweltforum Berlin – lebhaft und kontrovers.

Der Vormittag war der Informationsvermittlung zum Stand der Forschung sowie den potenziellen räumlichen Auswirkungen des Klimawandels gewidmet. Am Nachmittag erörterten die Teilnehmer/-innen Rolle und Aufgabe der Raumplanung, mögliche Ansätze für Raumentwicklungsstrategien, aber auch offene Fragen und kontroverse Aspekte.

Das breite Spektrum der anwesenden Experten/-innen sowie die offene und frühzeitige Debatte im Vorfeld der geplanten Forschungsvorhaben auf Bundesebene konnten für die Raumplanung relevante Fragen und Aspekte zum Klimawandel fokussieren und waren außerordentlich hilfreich für die weitere Arbeit im Rahmen der Modellvorhaben der Raumordnung (MORO). ■

Der Klimawandel – ein brisantes Thema für Politik, Raumplanung und Forschung

Hanno Osenberg

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung



Der Klimawandel und die regulatorischen wie die marktwirtschaftlichen Reaktionen darauf werden weit reichende Folgen für alle mit sich bringen. Einige sind unvermeidbar, andere lassen sich durch geeignete Maßnahmen vielleicht verhindern oder zumindest abschwächen. Deutschland erarbeitet hierzu eine Nationale Anpassungsstrategie, die bis Ende 2008 vom Bundeskabinett verabschiedet werden soll.

Die Fachtagung und auch die nachfolgenden, mit dem Klimawandel befassten Modellvorhaben der Raumordnung widmen sich der Raumrelevanz des Klimawandels und den Beiträgen der Raum- und Stadtentwicklungspolitik zu Klimaschutz und Klimaanpassung. Im Rahmen der Tagung standen Anpassungsstrategien (Adaptation) im Vordergrund. **Die Aushandlung des notwendigen Maßes an Sicherheit und die Erarbeitung von Strategien zur Erreichung dieser Sicherheit, sollten und können nicht nur im Rahmen der Fachpolitiken erfolgen; hier sind Raumplanung und Raumentwicklung in besonderem Maß gefordert!** Risiken und Vulnerabilität, d.h. regionale Verletzlichkeiten, müssen stärker als bisher Eingang in die Raumentwicklungspolitik finden.

Raumplanung kann darüber hinaus ihren spezifischen Beitrag zum Klimaschutz (Mitigation) leisten. So ist die Gewinnung regenerativer Energien – sei es Windenergie oder der Anbau nachwachsender Rohstoffe – auf geeignete Standorte und eine entsprechende Flächenvorsorge angewiesen. Konflikte mit konkurrierenden Nutzungen und mit den Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes müssen frühzeitig berücksichtigt und einer tragfähigen Lösung zugeführt werden. Die Verknüpfung neuer, klimaverträglicher landwirtschaftlicher Anbaumethoden mit der nachhaltigen

*links: Deichbruch an der Mulde 2002
© M. Zebisch, TUB/PIK 2002*

Entwicklung von Kulturlandschaften ist ein Thema, das vor dem Hintergrund des Klimawandels an Bedeutung gewinnt und durch modellhafte Lösungsansätze vorangetrieben werden sollte. Dies wird zum Beispiel im aktuellen Grünbuch der EU zur Anpassung an den Klimawandel in Europa gefordert. Auch eine CO₂-mindernde Raum- und Siedlungsentwicklung trägt zum Klimaschutz bei, indem wir unsere Flächennutzungen und Städte energetisch effizient weiterentwickeln.

Raumrelevanz des Klimawandels – Erkenntnisse und Einsichten

Spätestens seit dem vierten Sachstandsbericht des International Panel on Climate Change (IPCC) besteht kein Zweifel mehr, dass die CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre sich auf Grund menschlicher Aktivitäten erhöht hat und weiter erhöht, und dass dies durch den so genannten Treibhauseffekt zu einer fortschreitenden Erhöhung der Erdtemperatur führt.

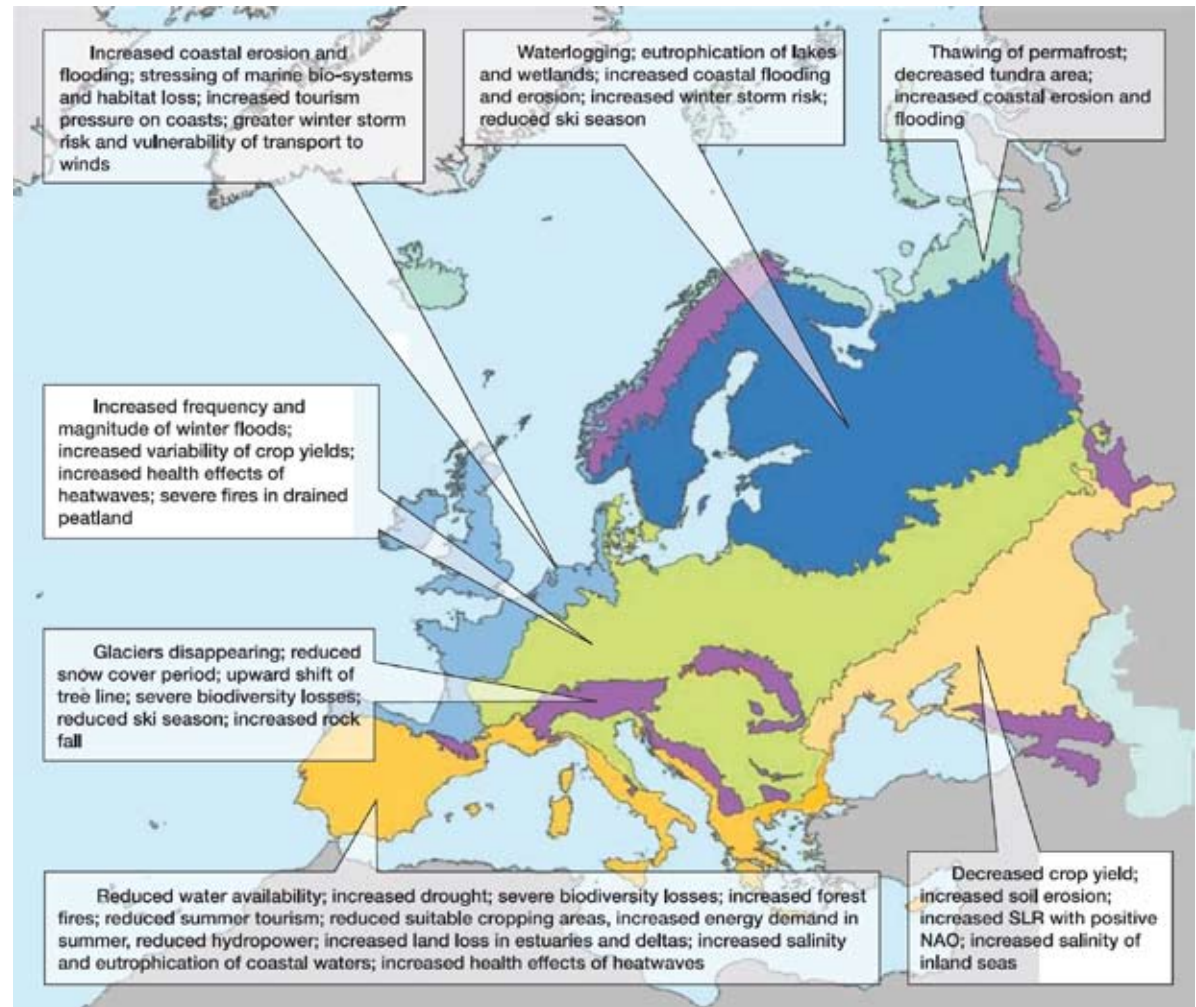
Der Klimawandel ist kein Problem, das erst spätere Generationen betreffen wird. Er findet vielmehr schon heute statt. Man hat berechnet, dass sich die heutige CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre gegenüber dem Jahr 1750 um mehr als 30 % erhöht hat. Der Klimawandel schreitet offensichtlich schneller voran, als noch vor einiger Zeit prognostiziert wurde. Einzelne Folgen sind bereits heute weltweit unübersehbar:

- Gletscher und Polareis schmelzen in beängstigendem Tempo. Böden werden durch das Auftauen von Permafrost instabil; das Risiko für Felsabstürze in Gebirgen steigt.

Raumordnung als Teil einer nationalen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

MDirig Manfred Sinz
Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung

- In den gletscher- und schneeegespeisten Flüssen nimmt der Oberflächenabfluss zu; das Frühlingshochwasser erfolgt früher.
- Generell setzt das Frühjahr frühzeitiger ein. Die Verbreitungsgebiete von Flora und Fauna verschieben sich polwärts; Störungen in der Nahrungskette können die Folge sein.
- Die Landwirtschaft reagiert mit früherer Aussaat von Getreide; die Wälder sind von einem veränderten Störungsregime durch Feuer und Schädlinge betroffen.
- Hitzewellen führen zu erhöhter Sterblichkeit. Das Infektionspotenzial durch krankheitsübertragende Insekten verändert sich, und in einigen nördlichen Regionen wachsen die allergenen Pollenbelastungen.
- In den tieferen Lagen der Gebirge wird der Wintertourismus nachteilig beeinflusst.



Key vulnerabilities of European systems and sectors to climate change during the 21st century for the main biogeographic regions of Europe (EEA, 2004a): TU: Tundra, pale turquoise. BO: Boreal, dark blue. AT: Atlantic, light blue. CE: Central, green; includes the Pannonian Region. MT: Mountains, purple. ME: Mediterranean, orange; includes the Black Sea region. ST: Steppe, cream. SLR: sea-level rise. NAO: North Atlantic Oscillation; © IPCC 2007

Die europäischen Regionen werden in ganz unterschiedlicher Weise durch den Klimawandel betroffen sein. Nordeuropa profitiert einerseits von geringerem Heizenergiebedarf und steigenden Ernteerträgen, muss andererseits aber mit verstärktem winterlichem Hochwasser und anwachsender Bodeninstabilität rechnen. In Mittel- und Osteuropa wird abnehmender Sommerniederschlag zu häufigeren Mangelsituationen führen. Hitzewellen beeinträchtigen die Gesundheit ebenso wie das Wachstum der Wälder. Besonders heftig wird der Klimawandel Südeuropa treffen und die bereits heute verbreiteten Probleme mit Trockenheit, Hitzewellen und Starkregen noch weiter verstärken. Ernteerträge sind massiv beeinträchtigt.

In Küstengebieten werden winterliche Sturmfluten häufiger auftreten und erreichen einen größeren Schadensumfang. Die damit verbundene Küstenerosion wird beschleunigt. Regionen in Flusslage müssen sich auf die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hochwasserereignissen einstellen. Die Abwägung zwischen den wirtschaftlichen Entwicklungsinteressen und den ökologischen Risiken ist gerade in Gebieten mit starkem Siedlungsdruck nicht leicht. Die Überschwemmungen der letzten Jahre haben jedoch gezeigt, mit welcher immensen wirtschaftlichen Schäden eine unsachgemäße Siedlungsentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten verbunden sein kann.

Auf der anderen Seite ist in unseren Flusssystemen mit stärkeren und längeren Niedrigwasserperioden zu rechnen, da sich der Jahresniederschlag ungleichmäßiger verteilen wird und längere sommerliche Trockenperioden zu erwarten sind. Im Einzugsbereich von Gletscherregionen kommt hinzu, dass mit deren Rückgang die Speicherfähigkeit für die winterlichen Niederschläge schwindet und das sommerliche Schmelzwasser abnimmt. Daraus resultiert ein gesteigerter Bedarf an Flächen

zur Wasserspeicherung für den jahreszeitlichen Abflussausgleich, um die Schiffbarkeit der Flüsse aufrecht zu erhalten und die sommerlichen Ausfallzeiten durch Niedrigwasser zu begrenzen.

Agglomerationsräume reagieren auf Grund der Dichte ihrer Bebauung und der Intensität der wirtschaftlichen Tätigkeit auf spezifische Auswirkungen des Klimawandels besonders sensibel. Das betrifft z.B. das Ausmaß und die Folgen hochsommerlicher Hitzeperioden. Die Städte heizen sich durch die Absorptions- und Speicherfähigkeit ihrer Bausubstanz und die eigene siedlungsbedingte Wärmeproduktion wesentlich stärker auf als ihr Umland. Die gesundheitlichen Risiken, insbesondere auch durch die fehlende nächtliche Abkühlung, sind deshalb wesentlich höher als in ländlichen Gebieten.

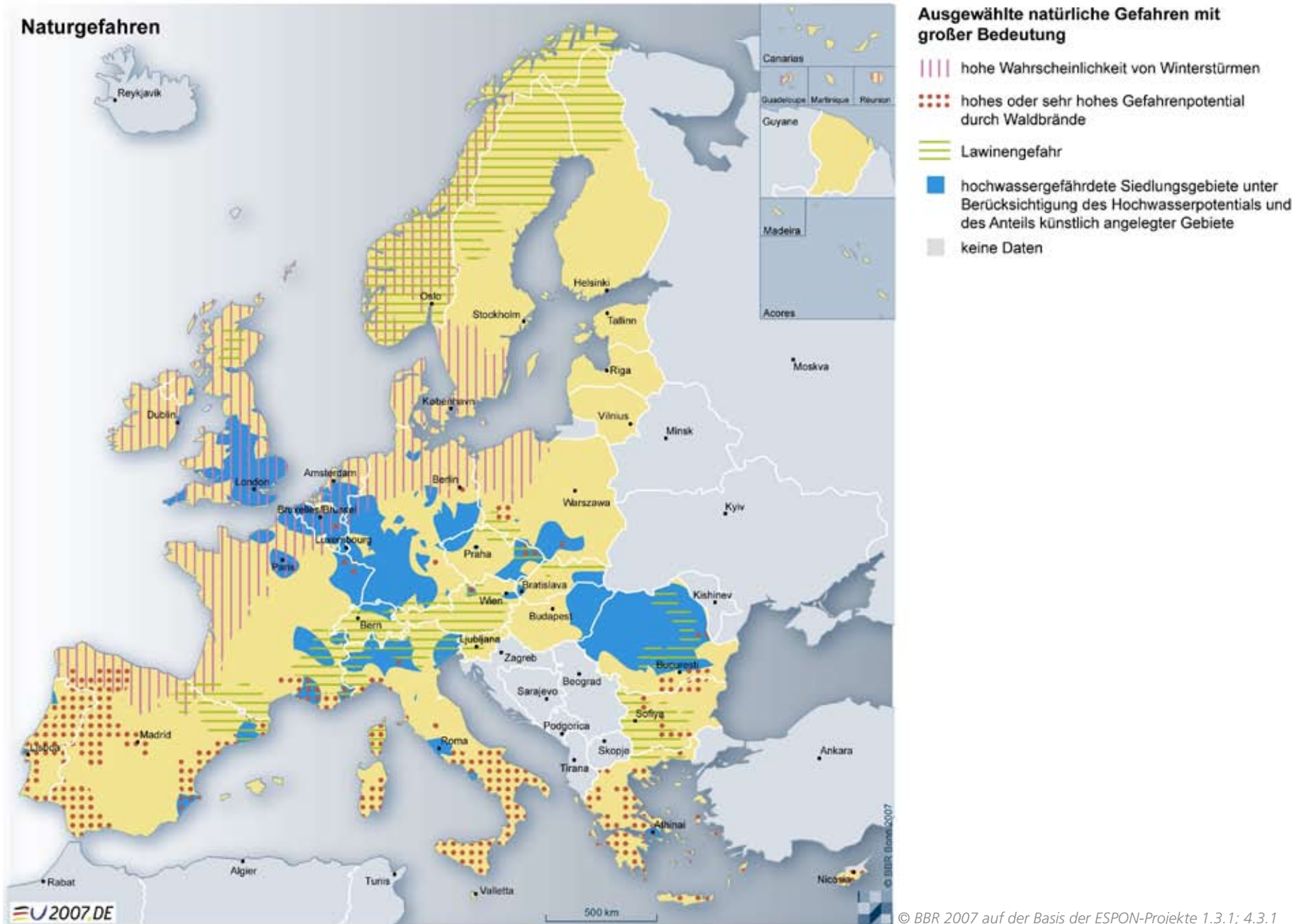
Was müssen wir wissen? Informationsbeschaffung – Fakten

Politik neigt unter medialem Handlungsdruck immer stärker dazu, Antworten zu geben, bevor die Fragestellungen hinreichend präzisiert sind und bevor Informationsdefizite behoben sind. **Die erforderlichen Anpassungen an die Klimaveränderungen finden jedoch nur dann die notwendige Akzeptanz in der Gesellschaft, wenn sie durch transparente und belastbare Informationen zum Klimawandel und seinen regionalen Folgen untermauert werden können.** Unser Ziel muss es deshalb sein, verlässliche Informationen einzuholen. Wichtige Datengrundlagen werden u.a. vom Deutschen Wetterdienst bereitgehalten, der zum Geschäftsbereich des BMVBS gehört. Staatlich finanzierte Klimaforschung hat in Deutschland eine lange Tradition.

Im Gespräch mit den Klimaforschern beschäftigen uns u.a. folgende Fragen:

- Wie wird sich der Klimawandel im Bereich der Land- und Forstwirtschaft auswirken (speziell im Nordosten Deutschlands)?
- Gibt es regionale Prognosen, die die Temperaturänderungen und eventuell auch Wind- und Niederschlagsveränderungen in einem Konsenskorridor abbilden?
- Wie und mit welchen Auswirkungen werden sich die zu erwartenden Klimaänderungen im Alpengebiet aber auch in Küstenzonen darstellen (z.B. Veränderungen der Küstenlinie bei Anstieg der Temperatur)?
- Welche Aussagen lassen sich heute schon über die zukünftige Häufigkeit und Intensität von Niedrigwasser und Hochwasser in den Flusssystemen machen?
- Gibt es eine wissenschaftlich begründete Auswahl der Ergebnisse von Klimaszenarien, die den Klimawandel in der regionalen und lokalen Dimension abbilden können?
- Wie wird die technische Infrastruktur vom Klimawandel betroffen, etwa Schienenverkehrswege an Flüssen?
- Wie wird sich das Klima in den Metropolregionen und Kernstädten (Wärmebelastung, Belüftung etc.) ändern?
- Welche Auswirkungen wird der Klimawandel im Hinblick auf die Nutzung der alternativen Energien (Wind- u. Solarenergie) haben?

Naturgefahren



© BBR 2007 auf der Basis der ESPON-Projekte 1.3.1; 4.3.1

Klimaprognosen sind noch mit großen Unsicherheiten behaftet, die umso größer werden, je stärker die regionale Differenzierung wird. Die einschlägigen Forschungsinstitute gehen deshalb dazu über, die Ergebnisse von regionalen Klimamodellen zu so genannten „Ensembles“ zusammenzuführen und damit einen Prognosekorridor abzustecken. **Die räumliche Planung ist dadurch mit der Notwendigkeit konfrontiert, mit erheblichen Prognoseunsicherheiten umzugehen und sich eine größere Flexibilität zu sichern, um auf neue Erkenntnisse und Entwicklungen reagieren zu können. Die rechtlichen Planungsinstrumente sind bisher auf solche Risikobandbreiten wenig eingestellt.**

Bisherige Aktivitäten des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) sind über die gesamte Bandbreite der jeweiligen Aufgabenfelder mit den Auswirkungen des Klimawandels betroffen, beispielsweise in den Bereichen

- Gebäude- und Anlagentechnik (Stichwort: erneuerbare Energien)
- Stadt- und Regionalplanung (Stichwort: Freihaltung von Frischluftschneisen)
- Wärmedämmungen an Gebäuden (Stichwort: Bundesbauten)
- Hochwasserschutz an Wasserstraßen (Stichwort: Bemessungshöhe von Deichen)
- Sicherung wichtiger Infrastrukturen (Stichwort: Sicherung von Bahnstrecken nach Starkregenereignissen)

Darüber hinaus beschäftigen sich BMVBS und BBR zunehmend mit den komplexen Folgen des Klimawandels und integrativen Raumentwicklungsstrategien im Rahmen der gemeinsamen Verantwortung von Städten und Regionen jenseits administrativer Grenzen.

Wir haben durch Forschung und Modellvorhaben CO₂-sparende Stadt- und Siedlungsstrukturen forciert; im Bauwesen haben wir gegen erhebliche Widerstände das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm und die Energieausweise vorangetrieben. Raumordnerische Maßnahmen und Strategien zum vorbeugenden Hochwasserschutz wurden seit Ende der 1990er Jahre entwickelt und bundesweit politisch abgestimmt (MKRO, Flusskonferenzen, etc.). Beim Klimaschutz haben wir in zahlreichen städtebaulichen Projekten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung entwickelt. Und: Wir unterstützen transnationale Projekte zum Hochwasserschutz wie auch Projekte zum Klimawandel, etwa das Interreg III-B-Projekt ClimChAlp im Alpenraum.

Was sind die nächsten Schritte?

Ab dem Jahr 2009 sollen Modellvorhaben zu „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (MORO) durchgeführt werden. Ziel ist, neben Schutz- und Minderungsmaßnahmen, vor allem Anpassungsstrategien der Raumordnung an die raumrelevanten Auswirkungen des Klimawandels zu entwickeln und regional umzusetzen.

Die Modellvorhaben werden mit einer Vorstudie vorbereitet und ressortübergreifend erörtert. Die Fachveranstaltung diente, den Teilnehmern/-innen einen Überblick über das Themenfeld zu verschaffen und mögliche Handlungsfelder und integrierte Aufgabenbereiche zu identifizieren. ■

Übersicht möglicher Handlungsfelder der Anpassungsstrategie (nicht abgeschlossene Liste)

Bereich	Beispiele für mögliche Wirkungen des Klimawandels
Gesundheit	Durch Hitzewellen, Stürme, Überschwemmungen, Lawinen oder Erdbeben verursachte Erkrankungen und Verletzungen sowie veränderte Verbreitungsgebiete vektorübertragener Krankheiten (wie z. B. FSME, Borreliose)
Landwirtschaft (incl. Fischereiwirtschaft)	Beeinträchtigung von Erträgen insbesondere in trockenen Gebieten O- u. SW-Deutschlands sowie abnehmende Ertragsicherheit durch erhöhte Klimavariabilität, Veränderung der Fischbestände
Forstwirtschaft	Erhöhte Anfälligkeit nicht standortgerechter Wälder insbes. in O- u. SW-Deutschland sowie erhöhte Waldbrandgefahr und zunehmender Druck durch Schädlinge und Wetterextreme
Wasserwirtschaft / Hochwasserschutz / Küstenschutz	Häufigeres Niedrigwasser (Sommer), sinkende Grundwasserspiegel insbes. in Ost-Deutschland, Versorgungsunsicherheit, steigende Gefahr von Hochwasser (Winter/Frühjahr), Meeresspiegelanstieg, erhöhtes Risiko von Sturmfluten auch in Kombination mit gleichzeitigem Binnenhochwasser
Naturschutz / Biodiversität	Gefährdung der Artenvielfalt insbes. in Feuchtgebieten und Gebirgsregionen, Veränderung der Artenzusammensetzung
Verkehr / Verkehrsinfrastruktur	Beeinträchtigung des Flugverkehr durch veränderte Strömungsverhältnisse sowie der Binnenschifffahrt durch häufigere Hoch- und Niedrigwässer, Hitzeeinwirkungen auf Verkehrsinfrastrukturen, Beschädigung der Schwarzdecken
Tourismus	Abnahme der Schneesicherheit in Gebirgsregionen sowie zunehmender Hitzestress in südlichen Destinationen, mögliche Verbesserung nördlicher Standorte
Finanzwirtschaft	Höhere direkte Kosten in Haftungsfällen für Versicherer und Rückversicherer sowie indirekte Kursabhängigkeiten
Energiewirtschaft (Erzeugung, Transport, Versorgung)	Beeinträchtigung der Kühlleistung von Kraftwerken durch Hoch- und Niedrigwasser sowie der Stromnetze durch Eislasten, Starkwind und -regen
Städtebau und Stadtplanung; Raumplanung	Überwärmung und mangelnde Durchlüftung von Innenstädten sowie zu gering bemessene Kanalisationsanlagen; Raumnutzungseinschränkungen und -optionen unter sich ändernden Rahmenbedingungen
Bauwesen / Gebäudetechnik	Stärkere Hitzebelastung in Innenräumen durch mangelnden Strahlungsschutz von Gebäuden u. höhere Lufttemperaturen
Architektur/Gebäudeplanung	Planungsprozesse (u.a. Gebäudeausrichtung, Verschattung, Vermeidung von Wärmelasten) optimieren; Prüfung und Anpassung der technischen Regeln (Sonnenschutz, Wärmeschutz, Windlasten, Regenwasser, etc.)
Katastrophen- und Bevölkerungsschutz	Planung und Vorsorge im Hinblick auf höhere Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen
Internationale Zusammenarbeit zur Klimaschutz und Anpassung an Klimafolgen; Entwicklungszusammenarbeit	Deutscher Beitrag zum „Nairobi Arbeitsprogramm zu Klimafolgen, Anfälligkeit und Anpassung“ (NWP) sowie Unterstützung der Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsstrategien; Finanzierung von Projekten zur Verbesserung von Anpassungskapazitäten
Forschung	Klimafolgen, Anpassungstechnologien, sozio-ökonomische Aspekte

Angesichts des dringenden Handlungsbedarfs hat die Bundesregierung 2005 beschlossen, bis 2008 eine nationale Strategie zur Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln, um Risiken für die Bevölkerung, volkswirtschaftlichen Schäden und sozialen Auswirkungen vorzubeugen. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit betreut diesen Prozess federführend.

Mandat und Ziel einer Deutschen Strategie zu Klimafolgen und Anpassung

Auf der 12. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention im November 2006 verabschiedeten die Vertragsparteien das „Nairobi Arbeitsprogramm zu Klimafolgen, Anfälligkeit und Anpassung“ (NWP), das dazu beitragen soll regionale Auswirkungen der Klimaänderung zu identifizieren, Wissensdefizite zu erkennen und technische Lösungen für Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln.

Auch innerhalb der Fortschreibung des Europäischen Klimaänderungsprogramms (ECCP II) spielen nationale Informationen zu regionalen klimarelevanten Risiken und möglichen Anpassungsstrategien eine wesentliche Rolle. Die Kommission veröffentlichte im Juni 2007 ein Grünbuch zur Anpassung, in dem erste Leitlinien zur künftigen Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen auf europäischer Ebene beschrieben sind. Um die Weiterentwicklung dieses Rahmendokuments in ein europäisches Weißbuch zur Anpassung von deutscher Seite aktiv mit gestalten zu können, sind solide nationale Informationen zu regionalen Klimaänderungen, Anfälligkeiten, Anpassungsnotwendigkeiten wie auch Anpassungsoptionen erforderlich.

Mit dem Beschluss der Sonder-Umweltministerkonferenz vom März 2007 haben die Länder die Notwendigkeit einer entsprechenden nationalen und abgestimmten regionalen

Strategie betont und der Bundesregierung Unterstützung bei der Entwicklung eines nationalen Konzeptes zur Anpassung an den Klimawandel zugesagt.

Die nationale Strategie zur Anpassung an den Klimawandel hat zur Aufgabe, den Risiken für die Bevölkerung, volkswirtschaftlichen Schäden und sozialen Auswirkungen vorzubeugen und wird in zwei Phasen erarbeitet:

Einer Evaluierung (bis Herbst 2007) des gegenwärtig verfügbaren Wissens zu Risiken und möglichen Auswirkungen bedingt durch den Klimawandel sowie der Identifizierung von Wissenslücken und Forschungsbedarfen wird die eigentliche Strategieentwicklung mit der Beschreibung von Maßnahmenoptionen und einer Prioritätensetzung (bis Herbst 2008) folgen. Die Strategie soll im Herbst 2008 dem Bundeskabinett mit Bericht vorgelegt werden. Die Kabinettsbefassung wird einen wichtigen Schritt in einem iterativen Prozess der deutschen Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels darstellen.

Stand der Arbeiten

Zur Erarbeitung einer abgestimmten Anpassungsstrategie wurde im September 2007 eine Ressort-Arbeitsgruppe des Bundes sowie eine Bund – Länder Arbeitsgruppe ‚Klimafolgen und Anpassung‘ eingerichtet. Im Frühsommer des Jahres wurde des Weiteren eine Bestandsaufnahme in den Bundesressorts, den Ländern und einer Auswahl von Verbänden angestoßen, die auf der Basis des verfügbaren Wissens

- allgemeine Informationen zu Klimaänderungen, Klimafolgen, Anfälligkeit und Anpassung, Wissenslücken und sektorübergreifende Wirkungen von Maßnahmen

(wie Chancen für Innovation und Beschäftigung) sowie

- spezifische Informationen aus Forschungs-, Entwicklungs- und Anwendungsprojekten

über einen Fragebogen, erfassen und bewerten wird. **Dabei sind v.a. die voraussichtlich im besonderen Maße vom Klimawandel betroffenen und in der Übersicht aufgeführten Handlungsfelder angesprochen.**

Im Rahmen der Erarbeitung tragen die jeweils zuständigen Ressorts Verantwortung dafür, die in ihrem Zuständigkeitsbereich vorhandenen Informationen verfügbar zu machen.

Die Länder haben in vielen Bereichen die Zuständigkeit für Politikgestaltung und ihre Umsetzung und können deshalb aktiv in Bereichen wie beispielsweise der Raumordnung und Landesplanung, in Wasserwirtschaft und Naturschutz Anpassungsmaßnahmen umsetzen. Einige Länder wie Hessen, Baden-Württemberg, Thüringen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Bayern haben bereits regionale Klimafolgen identifiziert und arbeiten an Strategien für eine Anpassung an diese Klimafolgen.

Die Abschlusskonferenz der Evaluierungsphase sowie die durch das Kompetenzzentrum für Klimafolgen und Anpassung des Umweltbundesamts organisierten jährlichen nationalen Workshops (zuletzt am 6. / 7. November 2007

Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

Almut Nagel

Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

zum Thema ‚Anpassung an Klimaänderung in Deutschland‘) ermöglichen eine breite Beteiligung der für die verschiedenen Handlungsfelder verantwortlichen Stellen wie auch anderer Interessensvertreter. ■

unten: Warme Weihnacht: der Dezember 2006

Die Karte zeigt, wie stark im Dezember die regionale Durchschnittstemperatur abwich vom Dezember-Mittelwert der Jahre 1977 bis 2006. Nur in einem winzigen Gebiet bei Mittenwald war es 2006 nicht milder als sonst. In weiten Teilen Süddeutschlands wurde es bis zu 2 Grad wärmer, der Norden lag sogar mehr als 4 Grad über dem langjährigen Mittel.

© Deutscher Wetterdienst 2007

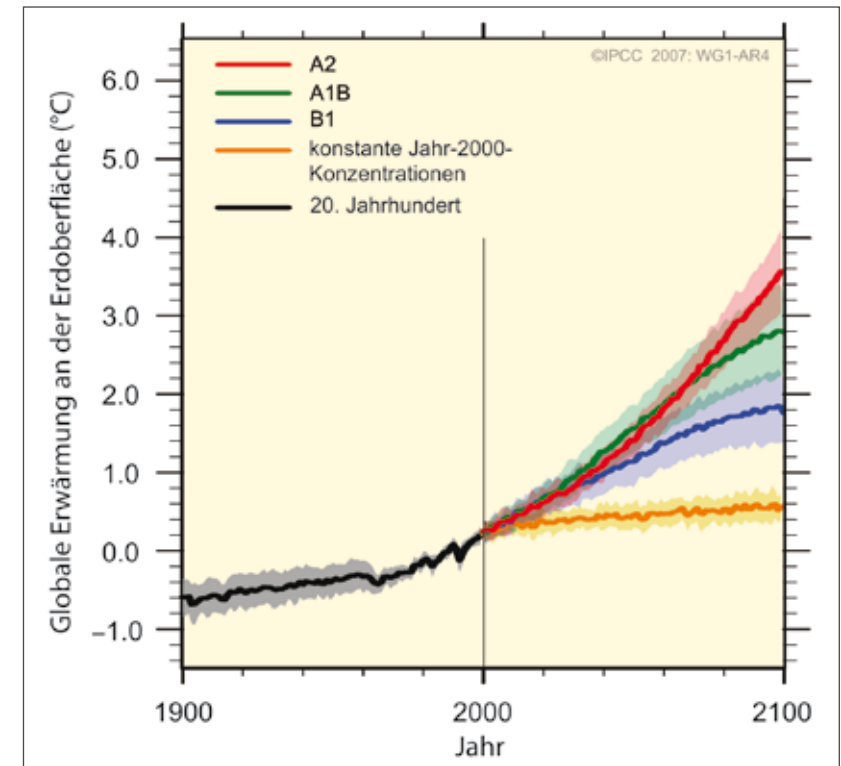
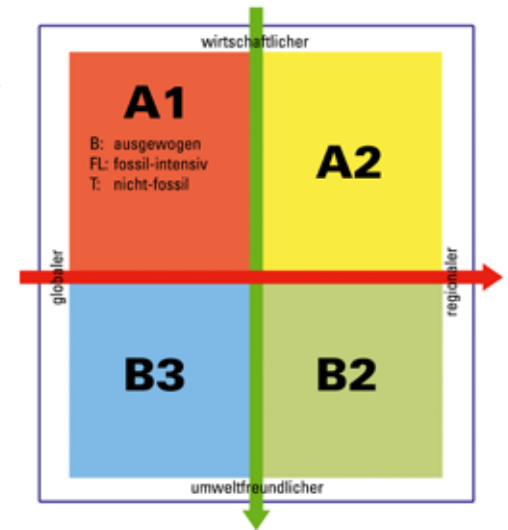


rechts: Verwendung von Szenarienfamilien zur Abschätzung der zukünftigen Konzentration an Treibhausgasen und Aerosolteilchen auf Basis der sozioökonomischen und technischen Entwicklung der Gesellschaft.

© Deutscher Wetterdienst 2007

unten: Lufttemperatur: Je nach Entwicklung der anthropogenen Emissionen ergeben sich verschiedene Temperaturverläufe.

© IPCC 2007 (WGI-AR4, Summary for Policymakers, Feb. 2007)



Nach Berichten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) bestehen kaum noch Zweifel, dass sich das Klima durch die Einflussnahme des Menschen ändert. **Die Atmosphäre der Erde hat sich global zwischen 1906 und 2005 um 0,74°C erwärmt. Dabei ist in den letzten Jahren eine deutlich beschleunigte Entwicklung zu beobachten.** In Deutschland betrug der Anstieg sogar 0,27°C pro Jahrzehnt. Der Temperaturanstieg zeigte dabei erhebliche räumliche Unterschiede. Besonders ausgeprägt ist der Temperaturanstieg seit 1901 im Südwesten. Für das Saarland wird eine Erwärmung um 1,2 Grad berechnet. Nach Nordosten hin fällt die Temperaturzunahme wesentlich geringer aus und erreichte in Mecklenburg-Vorpommern nur noch 0,4 Grad.

Dabei war eine ganze Reihe von Rekorden zu verzeichnen: So war z.B. der Winter 2006/2007 der wärmste Winter in Deutschland seit 1901. Neben der Zunahme der bodennahen Lufttemperatur wurden eine Erwärmung der Ozeane und ein Anstieg des Meeresspiegels beobachtet. Auch die Menge und die Verteilung des Niederschlags haben sich während des letzten Jahrhunderts geändert. In Deutschland ist insgesamt eine leichte Zunahme des Niederschlags im Jahresmittel zu beobachten. Diese Zunahme ist im Wesentlichen auf West- und Süddeutschland beschränkt. In Sachsen und Brandenburg ergibt sich eine schwach abnehmende Tendenz. Nur in den Wintermonaten findet man in allen Bundesländern eine Zunahme der Niederschläge.

Um Aussagen über die Auswirkungen menschlichen Handelns auf das zukünftige Klima der Erde machen zu können, werden Klimamodelle und Klimaszenarien eingesetzt. Ein Klimaszenario ist dabei die mit einem Klimamodell für die Zukunft berechnete Klimaveränderung, wobei die künftige Entwicklung der für den Treibhauseffekt relevanten

Emissionen, das so genannte Emissionsszenario (Emission von Treibhausgasen), jeweils vorgegeben wird. Das mit dieser Methode für eine künftige Zeitspanne berechnete Klima bezeichnet man auch als Klimaprojektion. Man spricht also nicht von Prognose oder Vorhersage wie bei der Berechnung des Wetters der nächsten Tage oder Woche, da das verwendete Emissionsszenario hypothetisch angesetzt wurde und zudem das Verhalten des Klimasystems nicht hinreichend bekannt ist.

Zur Erfassung des möglichen Spektrums der künftigen Klimaänderung werden mehrere globale Klimaprojektionen unter Verwendung jeweils unterschiedlicher Emissionsszenarien wie auch unter Verwendung verschiedener globaler Klimamodelle durchgeführt. Als Basis für die Klimaszenarien werden zurzeit i.d.R. die durch das IPCC vorgelegten so genannten SRES-Emissionsszenarien (Special Report on Emissions Scenarios) verwendet. Sie umfassen insgesamt vier Szenarienfamilien, die eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Emissionen sowie der daraus resultierenden Konzentrationen der Treibhausgase liefern. Dabei wird im Wesentlichen zwischen der wirtschaftlichen und demografischen Entwicklung sowie dem Grad der Globalisierung differenziert.

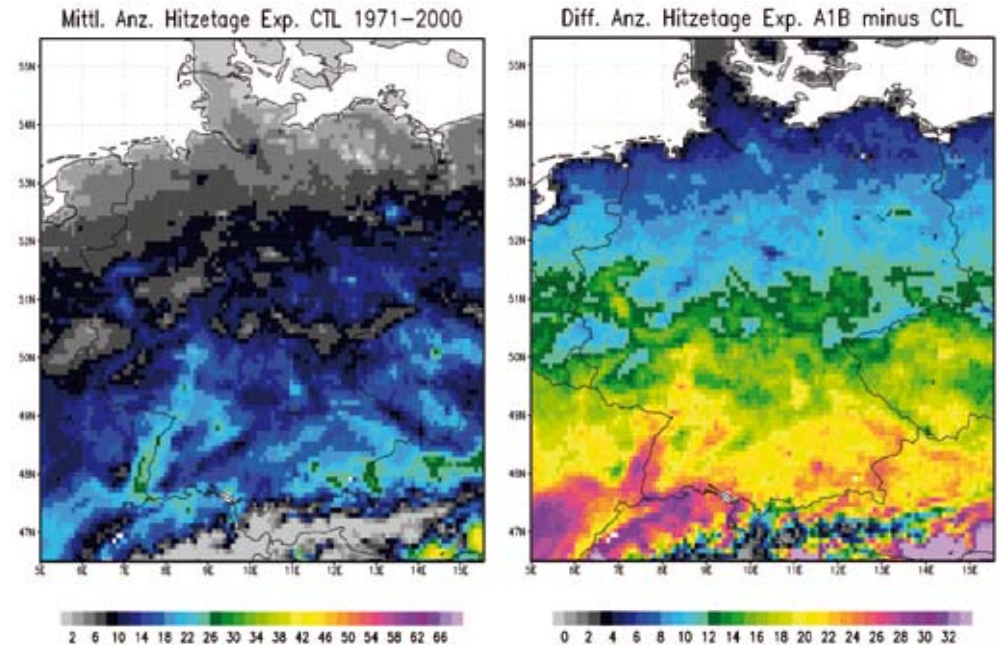
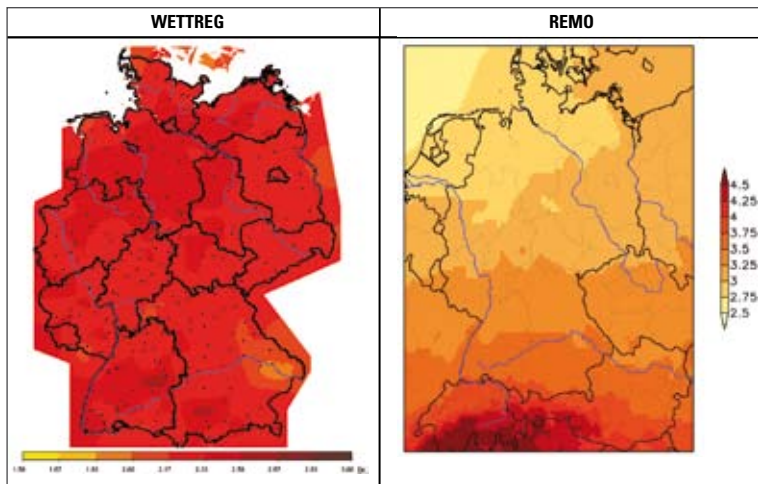
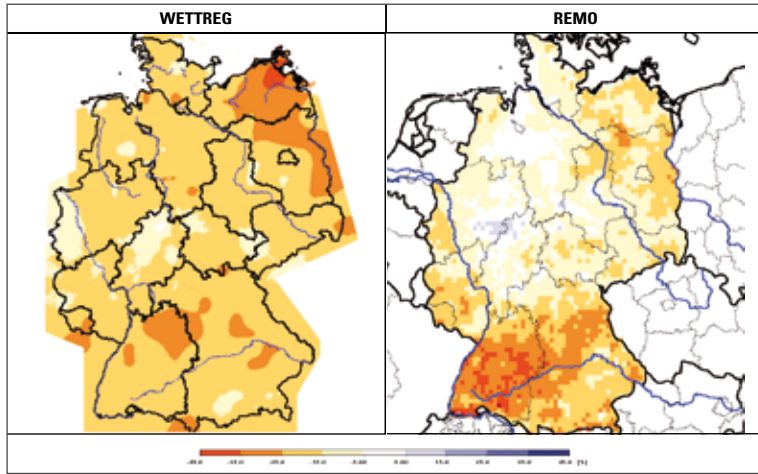
Nach dem IPCC-Bericht 2007 ist bis zum Jahre 2100 ein Anstieg der globalen Mitteltemperatur zwischen 1,1 und 6,4 Grad zu erwarten. Die Bandbreite der Ergebnisse ergibt sich zum einen durch die unterschiedlichen Emissionsszenarien zum anderen durch die verwendeten Modelle. Die Temperaturzunahme wird sich nicht gleichmäßig verteilt über die Erde darstellen. Besonders betroffen sind die Kontinente der mittleren und nördlichen Breiten. Für Deutschland muss nach den Prognosen des IPCC bis 2050 u.a. mit folgenden Änderungen gerechnet werden: Im Sommer werden die Temperaturen um 1,5 bis 2,5°C höher

liegen als 1990. Im Winter liegt die Zunahme zwischen 1,5 und 3 Grad. Die Niederschläge können im Sommer um bis zu 40 Prozent geringer ausfallen, im Winter dagegen um bis zu 30 Prozent zunehmen. Mit diesen mittleren Änderungen von Klimaparametern sind auch Verschiebungen bei den statistischen Verteilungen, zum Beispiel den Extremwerten, verbunden. Da diese nicht zwangsläufig linearer Natur sind, können geringe Änderungen bei den Mittelwerten durchaus große Auswirkungen auf die statistische Verteilung der Extremwerte haben.

Klimaszenarien und Klimafolgen

Dr. Paul Becker
Deutscher Wetterdienst

Die Veränderung von klimatologischen Mittel- und Extremwerten hat bedeutsame Folgen für Mensch, Wirtschaft und Ökosysteme. Höhere Maximumtemperaturen führen zu einer höheren Sterblichkeit älterer Menschen. Bei längeren Trockenperioden und Hitzewellen drohen Ernteauffälle. Mehr und intensivere Niederschläge werden zu mehr Erosion und Sachschäden mit zunehmenden Versicherungskosten führen. Der Bedarf an Energie für Heizung wird zurückgehen, der für Klimatisierung hingegen steigen. Längere Schönwetterperioden werden für die Freizeitindustrie sicherlich von Vorteil sein. Zugleich werden uns aber die Zunahme der Wasserkosten, regionale Wasserversorgungsprobleme oder gar Auseinandersetzungen über die Wasserverteilung belasten.



links: Ist-Zustand: Jährliche Zahl der Tage mit Hitzebelastung, Ende 20. Jahrhundert
 rechts: Zusätzliche Tage mit Hitzebelastung pro Jahr bis zum Ende des 21. Jahrhunderts
 (Modell REMO, Szenario A1b)
 © WWF Deutschland, M. Hübner, P. Klepper: Kosten des Klimawandels, 2007

Modellvergleich: Regionale Auswirkungen des Klimawandels nach WETTREG und REMO

oben: Relative Änderung des Niederschlags für den Sommer 2051-2080 gegenüber 1961-1990. Beide Modelle zeigen eine Abnahme der Niederschläge im Sommer bis 40%, aber deutliche Unterschiede in der räumlichen Verteilung. © Jacob, Kreienkamp u.a. (Max-Planck-Institut für Meteorologie, Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH): Regionale Klimaszenarien für Deutschland, 2006

unten: Relative Änderung der Temperatur bis 2100. WETTREG: Erwärmung 1,8 bis 2,7 °C, stärkere Erwärmung auch in Norddeutschland; REMO: Erwärmung 2,75 bis 3,75 °C, stärkste Erwärmung in Süddeutschland. WETTREG © Spekat, Enke, Kreienkamp (Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH): Neuentwicklung von regional hochaufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios ..., Umweltbundesamt 2007; REMO © Max-Planck-Institut für Meteorologie, 2007

Die räumliche Auflösung der globalen Modelle für die Anwendung in Wirkmodellen und damit zur Ermittlung der Folgen des Klimawandels reicht häufig nicht aus. Daher werden Regionalisierungsverfahren eingesetzt. Bei diesem so genannten „Downscaling“ kommen sowohl statistische als auch deterministische regionale Klimamodelle (auch „Regionalmodelle“ genannt) zur Anwendung. Die deterministischen regionalen Klimamodelle simulieren die dynamischen und thermodynamischen Vorgänge in der Atmosphäre aufgrund der physikalischen Gesetze, ähnlich wie Wettervorhersagemodelle. Aufgrund der räumlichen Begrenzung des Simulationsgebiets (Europa, Deutschland) ist sowohl eine Verringerung der Gitterweite (derzeit bis etwa 10 km) als auch eine Verfeinerung der Modellphysik möglich. Solche Modelle werden durch die Ergebnisfelder der Globalmodelle angetrieben. Zur Gruppe dieser deterministischen Regionalmodelle gehören zwei in Deutschland betriebene Modelle, die beide auf vom DWD entwickelten numerischen Wettervorhersagemodellen basieren. Diese sind das Modell „REMO“, welches beim MPI-M angewandt wird und das „CLM“ (Climate Local Model). Letzteres wird von einem Konsortium von verschiedenen Hochschulinstituten, der GKSS und dem DWD unter Koordination der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus gepflegt.

Zu den statistischen Downscaling-Verfahren gehören die Modelle „STAR“ des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) sowie das „WETTREG-Verfahren“ von CEC. Beide Modelle basieren auf einer Neuzusammensetzung typisierter Witterungsabschnitte des Ist-Klimas. Die Typisierung beruht dabei auf unterschiedlicher Grundlage, bei „STAR“ ausschließlich auf der Basis beobachteter regionaler Temperaturverteilungen, bei „WETTREG“ auf der Basis einer Zuordnung der großräumigen Wetterlage zur bodennahen Witterung. Zur Erzeugung regionaler

Klimaprojektionen werden die Häufigkeiten der typisierten Witterungsabschnitte aus den globalen Klimaprojektionen abgeleitet und mittels statistischer Beziehungen in regionale Felder umgesetzt.

Um die Auswirkungen der Klimaänderung auf die unterschiedlichen Lebensbereiche quantifizieren zu können, sind so genannte Wirkmodelle erforderlich. Ein Beispiel für ein derartiges Wirkmodell ist das „Klima-Michel-Modell“. Mit ihm kann unter Vorgabe der benötigten Eingangsdaten aus den Zeitreihen der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit und des Wolkenbedeckungsgrades die Zahl der Tage mit Wärmebelastung für den Menschen berechnet werden.

Für den Bereich der Stadt- und Umweltklimatologie können mit dem Stadtklimamodell „MUKLIMO_3“ die sich innerhalb der Stadtgebiete einstellenden klimatologischen Verhältnisse für ausgewählte Wettersituationen detailliert simuliert werden. Unter den Vorgaben der genannten regionalen Klimaprojektionen und Verwendung des „Klima-Michel-Modells“ wird es damit möglich sein, Aussagen über die in Zukunft zu erwartende Wärmebelastungsverteilung in Städten zu treffen.

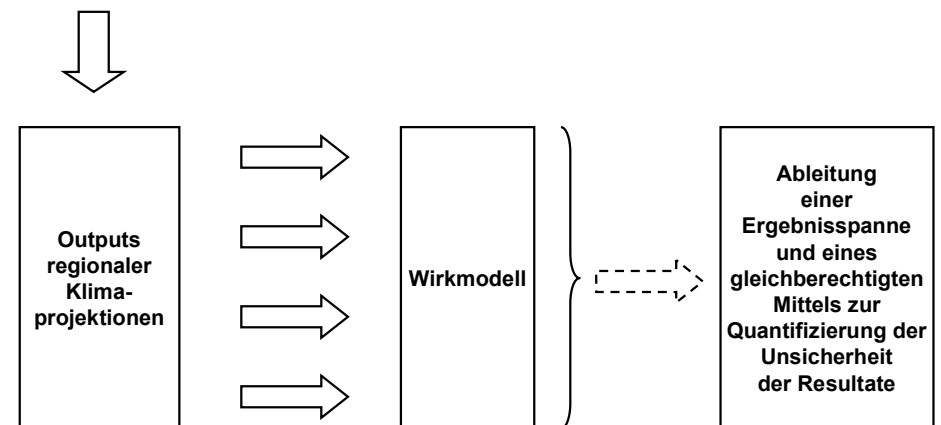
Eine Reduzierung der Unsicherheiten bei regionalen Klimaprojektionen kann und sollte dabei über die Zusammenführung der unterschiedlichen Outputs der Modelle in den Wirkmodellen erfolgen. So kann eine Ergebnisspanne unterschiedlich starker Wirkungen abgeleitet und v.a. der Grad der Unsicherheit über die verschiedenen Modelle hinweg quantifiziert werden. Damit sind die Ergebnisse für die Planung transparent und können besser für die weitere Arbeit genutzt werden.

Zur künftigen Unterstützung der Regionalplanner und der Bundesländer bei der Kartierung klimasensibler Flächen/Gebiete können die Klimateignungskarten des DWD eingesetzt werden. Mit ihnen können Durchlüftungsgrade und vorrangig zu sichernde Freiflächen ausgewiesen werden. Beide Größen werden bei der zu erwartenden steigenden Wärmebelastung eine zunehmende Rolle in der Flächennutzungsplanung einnehmen.

Der Deutsche Wetterdienst leistet somit neben dem Klima-Monitoring auch wichtige Beiträge zur Klimamodellentwicklung, zur Abschätzung der künftigen regionalen Klimaänderung, deren Auswirkungen und zur Entwicklung von lokalen Planungsmaßnahmen zur Milderung der Klimafolgen. ■

Reduzierung der Unsicherheit bei regionalen Klimaprojektionen

► Bereitstellung aller verfügbaren Klimaprojektionen



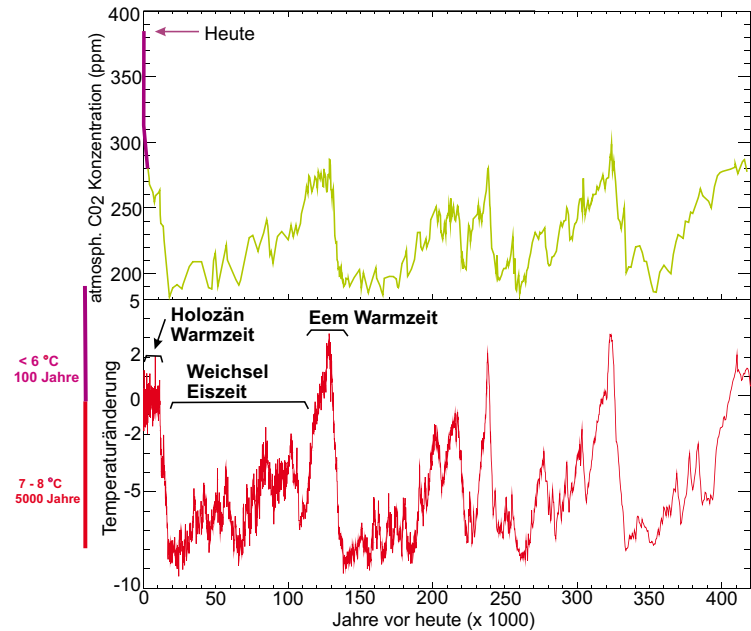


Abb. 1: Rekonstruktion der globalen Mitteltemperatur und der atmosphärischen CO_2 -Konzentration für die letzten 400.000 Jahre (Vostok Eisbohrung, Petit et al. 1999, die Eisbohrkerne des EPICA-Projektes, vgl. Siegenthaler et al. 2005, die ca. 700.000 Jahre in die Vergangenheit reichen, bestätigen im wesentlichen die Vostok Ergebnisse). Seit dem Ende der Weichsel-Kaltzeit setzte vor ca. 13.000 Jahren eine langsame Erwärmung um ca. 7°C binnen 5.000 Jahren ein. Seit ca. 12.000 Jahren lebt die Menschheit in einer stabilen Warmzeit, dem sogenannten Holozän, während derer die globale Mitteltemperatur nicht mehr als $\pm 2^\circ\text{C}$ schwankte. Dadurch verbesserten sich die Lebensbedingungen, vor allem während mehrerer Temperaturoptima im Zeitraum 8.000-4.000 Jahre vor heute. Zu dieser Zeit entstanden erste Hochkulturen. Die heutige atmosphärische CO_2 -Konzentration ist die höchste seit 700.000 Jahren.

© Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

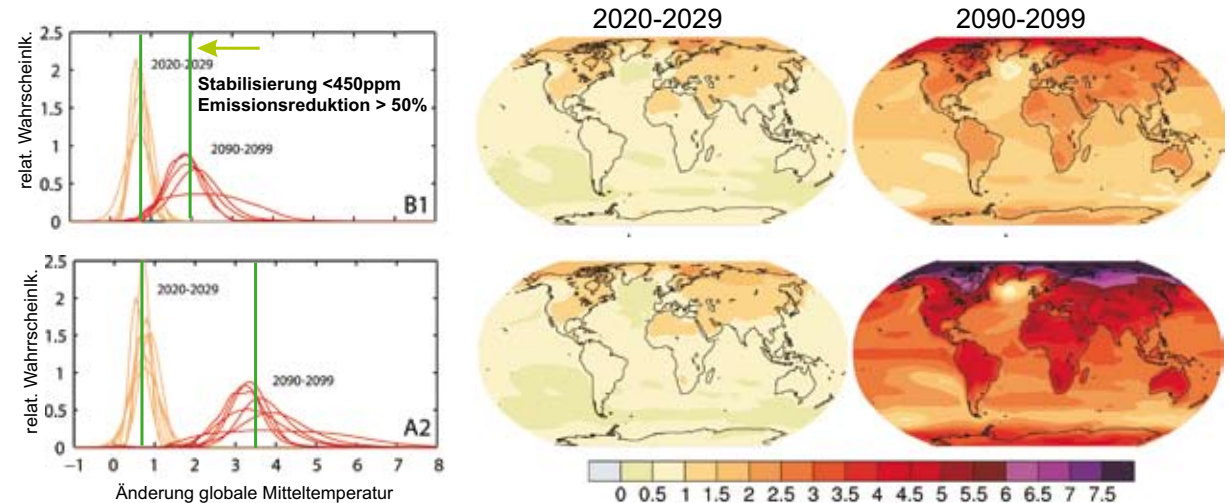


Abb. 2: Änderung der Oberflächentemperatur für die beiden Antriebsszenarien B1 und A2. Links ist ein Vergleich der Resultate für die verwendeten Modelle dargestellt. Die Mitteltemperatur ändert sich in jedem Fall um weitere 0.8°C (2020-2029), denn die dafür verantwortlichen Gase sind längst in die Atmosphäre entlassen. Im Fall des B1-Szenarios (schnelle Einführung ressourceneffizienter Technologien, Stabilisierung der Weltbevölkerung auf 7 Mrd. im Jahr 2100, Stabilisierung der CO_2 -Konzentration auf weniger als 450ppm, Nord-Süd-Gerechtigkeit) wäre es möglich, bei entsprechenden Reduktionsverpflichtungen, die Erderwärmung auf ca. 2°C zu beschränken. Verfolgen wir einen Weg wie im Fall des Szenarios A2 (15 Mrd. Weltbevölkerung in 2100, regionale Lösungen, die Nord-Süd Lücke wird nicht geschlossen), kann der Temperaturanstieg mindestens $3,5^\circ\text{C}$ betragen; im schlimmsten Fall (A1) sogar bis zu 6°C . Rechts wird ein Eindruck über die regionale Verteilung der Temperaturänderungen vermittelt. Auffällig ist, dass vor allem die Nordhemisphäre von einem überproportionalen Temperaturanstieg betroffen sein wird.

© Abbildungen nach IPCC 2007

Innerhalb von 150 Jahren ist die CO₂-Konzentration um mehr als 35% angestiegen (Abb. 1). Bei anhaltender Emission der Treibhausgase droht bis 2100 ein Temperaturanstieg, der demjenigen am Ende der letzten Eiszeit durchaus vergleichbar wäre, mit dem wesentlichen Unterschied, dass dieser Prozess dann in nur 100 Jahren abläuft. Analysieren wir die vergangenen 100 Jahre, so wird eine Änderung der klimatologischen Verhältnisse bereits offensichtlich, d.h. wir leben bereits mitten im Klimawandel.

Allein dieses Wissen stellt bereits neue Anforderungen an die Raumplanung. Generell ergeben sich für die regionale Planung zwei zentrale Herausforderungen:

1. Wir müssen zukünftig die vorhandene Infrastruktur sichern und robust planen, um uns gegen die Folgen des Klimawandels zu wappnen. Das bedeutet, wir brauchen resiliente Raumstrukturen.
2. Wir müssen zu Planungsstrategien kommen, die klimaneutral sind, um den Wandel nicht noch weiter zu verstärken.

Spekulationen darüber, wie sich der Klimawandel in den nächsten 100 Jahren konkret äußert, sind aus dieser Perspektive sogar zweitrangig. Denn was genau passieren wird, hängt von den Entscheidungen heute ab: Die Klimaszenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) spannen lediglich einen Möglichkeitsraum potenzieller Entwicklungen auf, der maßgeblich davon bestimmt wird, wie sich die Menschheit verhält. Die wichtigste Aufgabe ist deshalb, Problemlösungswissen für die zu erwartenden Änderungen bereitzustellen und allgemein verfügbar zu machen.

Der IPCC hat in seinem letzten Bericht sehr eindringlich darauf hingewiesen, dass für eine Beschränkung des Klimawandels auf ein erträgliches Maß für Mensch und Umwelt

rasche und effiziente Maßnahmen erforderlich sind. Hierunter wird eine Größenordnung von +2°C seit Beginn der Industrialisierung (Richtwert 1871) verstanden. Dieser Wert ist auch wesentlicher Bestandteil der EU-Klimapolitik und basiert auf der Annahme, dass sich bis zu einem solchen Wert die Konsequenzen eines Wandels global begrenzen lassen, ganz unabhängig davon, dass es regionale Auswirkungen geben kann, die verheerende Folgen haben können. Die Frage ist die Realisierbarkeit dieses Ziels (Abb. 2). Dazu müssen mindestens 50% der Treibhausgasemissionen bezogen auf das Jahr 1990 reduziert werden. Berücksichtigen wir die berechtigten Entwicklungsinteressen der Entwicklungsländer, so bedeutet dies für die Industrieländer durchaus eine Reduktionsrate von 80%. Wesentliche Anteile davon müssen bereits bis Mitte dieses Jahrhunderts erreicht werden. Dies impliziert eine technologische Revolution, die zu einer nachhaltigen und Klima schonenden Energieerzeugung führen muss. Falls wir dieses Ziel nicht erreichen, dann wird die Frage der Anpassung in der Zukunft umso bedeutsamer werden.

Anpassung als strategische Herausforderung für die Raumplanung

Das grundsätzliche Konzept des IPCC zur Bewältigung des Klimawandels und dessen Folgen verfolgt zwei obligatorische Handlungsstränge (Abb. 3). Planungsrelevant ist vor allem die Anpassung, da hier naturgemäß Raumnutzungsfunktionen angesprochen werden. Im Zusammenhang mit der Anpassung spielt die Vulnerabilität (Verwundbarkeit) – und hier der Grad der Verwundbarkeit eines „Systems“ hinsichtlich nachteiliger Effekte des Klimawandels – eine entscheidende Rolle.

Klimawandel: Verwundbarkeit, Bewältigung von Folgen und Anpassung

Dr. Jürgen Kropp

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Resilienz: Kapazität eines Systems, einer Stadt, Gemeinde, oder Gesellschaft Verlusten oder Schäden hervorgerufen durch ein Disaster zu widerstehen, bzw. sich von einem Impakt zu erholen. Je höher die Resilienz, desto geringer die Wahrscheinlichkeit wird ein Schaden sein, bzw. desto schneller die Erholung. Ein resilientes System ist nicht sensitiv hinsichtlich der klimatischen Variabilität und hat die Kapazität sich anzupassen.

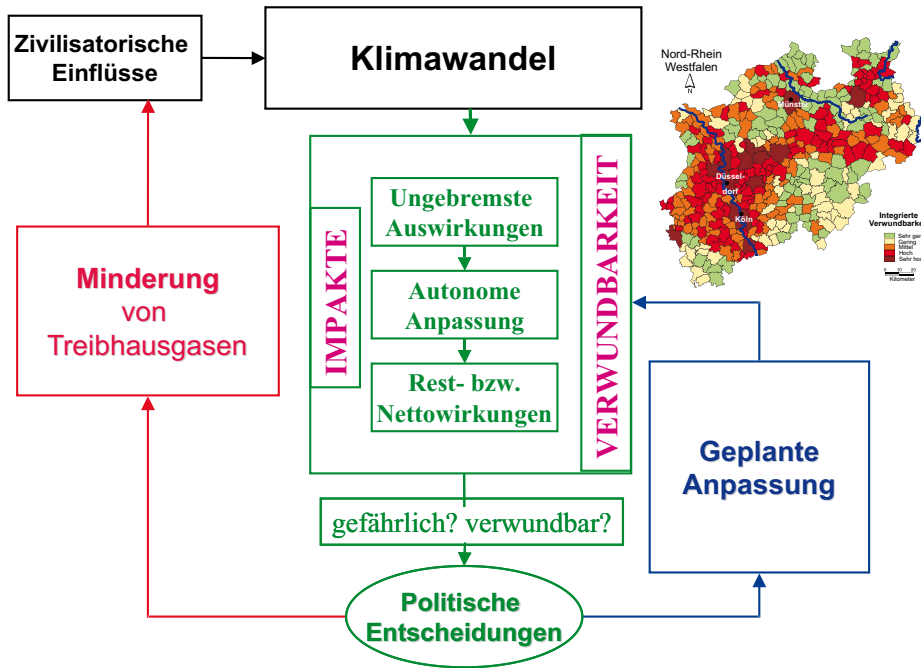


Abb. 3: Darstellung der zwei obligatorischen Handlungsstränge (Minderung von Treibhausgasen und geplante Anpassung) zur Bekämpfung des Klimawandels und dessen Folgen. Im Zusammenhang mit der geplanten Anpassung spielt das Konzept der Verwundbarkeit gegenüber einem Klimawandel eine zentrale Rolle.
© Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

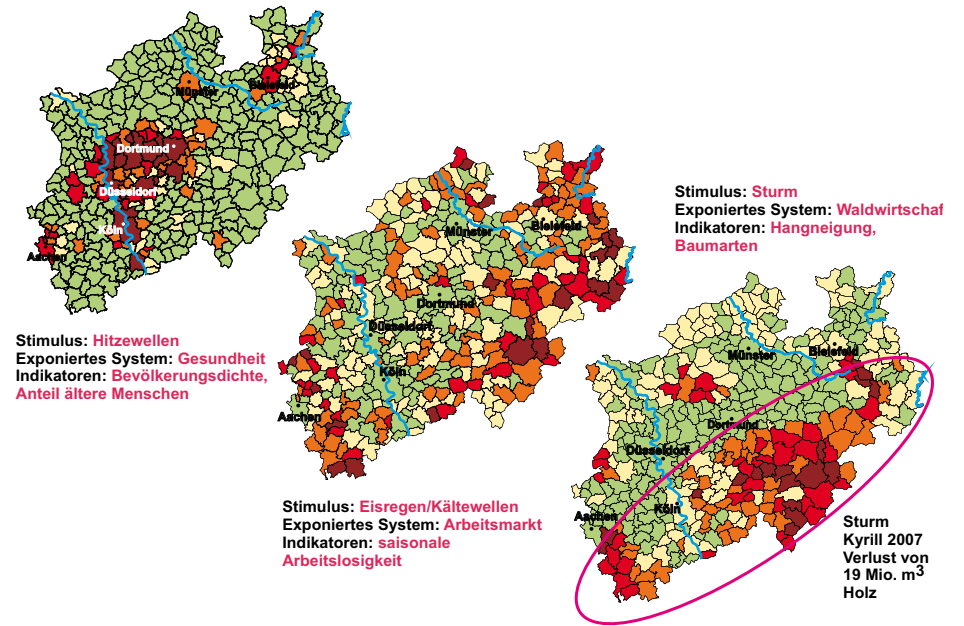


Abb. 4: Beispiel für die Abschätzung einer sektoralen Vulnerabilität (Skala von grün nach rot) gegenüber Extremereignissen, wie Sturm oder Hitzewellen, für die Kommunen in Nord-Rhein Westfalen gültig für das Jahr 1998 (für Details siehe Kropp et al. 2006). Die Verwundbarkeit des Forstsektors wurde gut prognostiziert, wie der Sturm Kyrill in 2007 verdeutlicht hat. © Kropp et al. 2006, Climatic Change

Die räumliche Darstellung der Vulnerabilität kann aufzeigen, welche Regionen gegenüber einem Klimastimulus verwundbar sind, und macht damit deutlich, wo Planungshandeln in Zukunft notwendig werden könnte (Abb. 4). Denn Überschwemmungen, Stürme, Waldbrände und andere wetterbezogene Katastrophen verursachen auch erhebliche ökonomische Verluste, die bei entsprechender Anpassung verhindert bzw. abgemildert werden könnten.

Anpassungsstrategien die auf der Basis von Vulnerabilitätsanalysen entwickelt werden, sollten sich durch Flexibilität auszeichnen. Das heißt in der Planung sollte anstatt der statischen Zuweisung von Raumfunktionen eine dynamische Raumentwicklung mit reversiblen Raumfunktionen und Kompensationssystemen treten. Dadurch kann schneller und effektiver auf potenzielle Bedrohungen reagiert werden. Es sollte auch darüber nachgedacht werden, Kompensationsinstrumente für in Zukunft auftretende klimainduzierte Umweltschäden zu entwickeln. Denn die öffentliche Hand allein wird diese Schäden zukünftig nicht mehr abdecken können. Hier können zudem Anreizinstrumente unterstützen, denn in Gemeinden und Regionen, in denen aktiv in Anpassung investiert wird, würden zukünftig dann geringere Prämien für die Absicherung von Elementarschäden fällig werden.

Am Beispiel des Küstenschutzes lässt sich aufzeigen, wie die Gesellschaft von vorausschauender Planung profitieren kann. Neuere Ergebnisse verdeutlichen, dass das Problem des Meeresspiegelanstieges insgesamt unterschätzt wird (u.a. auch im letzten IPCC Report). Satellitenmessungen durch die GRACE-Mission und Beobachtungen, z.B. auf Grönland, machen klar, dass sich der Meeresspiegelanstieg beschleunigt (vgl. WBGU 2006). Zudem reagiert der Ozean äußerst träge im Vergleich zur Atmosphäre. Dies bedeutet, dass das Problem zwar insgesamt später sichtbar, aber auch noch über Jahrhunderte existent bleiben wird. Denn ebenso wie zwischen Temperatur und CO₂-Konzentration besteht auch zwischen Temperatur und Meeresspiegelanstieg auf langen Zeitskalen ein Gleichgewicht, welches – vermittelt über den Temperaturanstieg – ebenfalls durch den Menschen beeinflusst wird.

Welche Effekte eine Erwärmung haben kann, zeigt wiederum ein Blick zurück, denn seit dem Ende der letzten Eiszeit vor ca. 13.000 Jahren ist der Meeresspiegel allein um ca. 100m angestiegen. Berücksichtigt man die grundlegenden Effekte (thermische Ausdehnung, Abschmelzen von Landgletschern, Landsenkungen an der Nordseeküste) ist bis Ende des Jahrhunderts ein Anstieg von ca. 50 bis 75 cm oder darüber durchaus ein ernstzunehmendes Szenario.

Wetter und Klima: Zur Einordnung des Klimawandels ist es wichtig, die Begriffe Klima und Wetter voneinander abzugrenzen. Wetter ist das tagtäglich wahrnehmbare und fühlbare Geschehen. Unter Klima dagegen versteht man die langfristige (30 Jahre) statistische Beschreibung atmosphärischer Größen (z. B. Temperatur, Niederschlag, etc.), wobei eine Mitteltemperatur eine abstrakte, nicht direkt fühlbare Größe darstellt.

Vulnerabilität: Die Vulnerabilität ist eine Funktion des Stimulus, seiner Größenordnung und der Rate der Klimavariabilität, der gegenüber dem System exponiert ist, seiner Sensitivität (Grad der Beeinträchtigung) und seiner adaptiven Kapazität. Das Vulnerabilitätskonzept ist in mehreren wissenschaftlichen Disziplinen unabhängig voneinander entwickelt worden. Während die Klimaforschung die eher langfristige Dimension betrachtet und z.B. die Anpassungskapazität mit berücksichtigt, ist in der Disasterforschung dieser Begriff mit der Risikoterminologie verknüpft und eher ereignisbezogen. Dies führt in der Diskussion oft zu Verwirrungen.

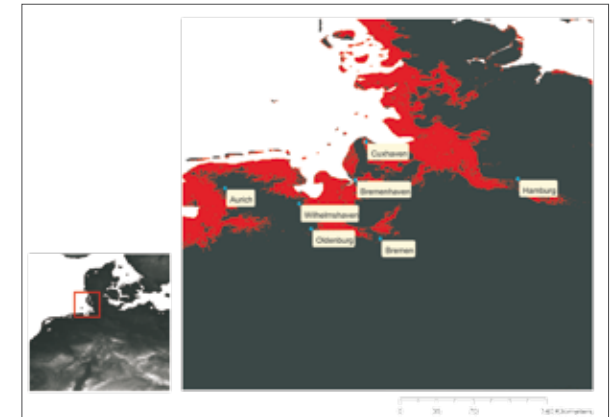
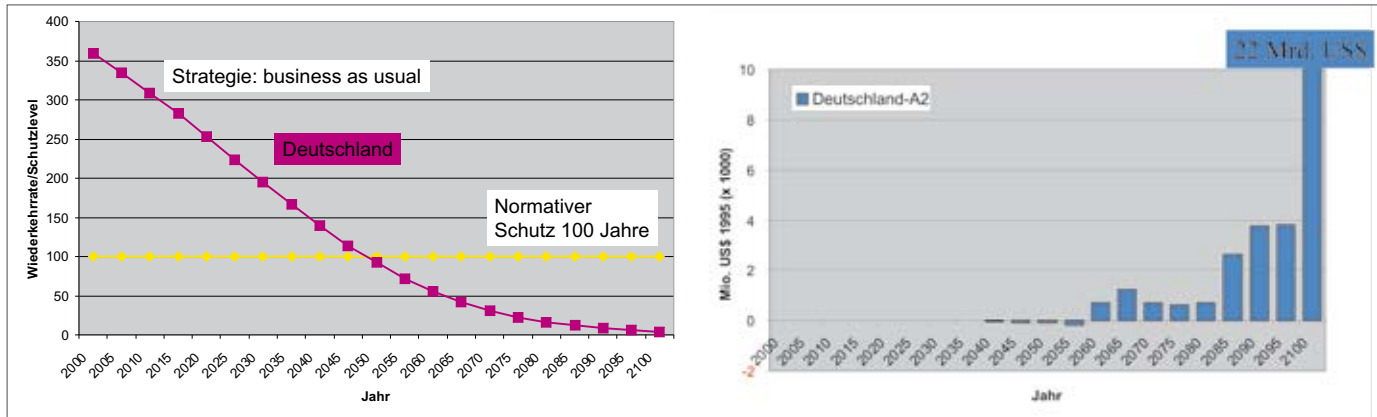


Abb. 5: Links sind zwei Fälle miteinander verglichen. Die Änderung des Schutzlevels für die deutsche Küste falls der Meeresspiegel bis Ende des Jahrhunderts auf bis zu 1 m (magenta) ansteigt. Das zweite Szenario ist ein normatives Ziel, d.h. eine politische bzw. Planungsentscheidung die Küsten gegenüber einer Sturmflut zu schützen, die alle 100 Jahre wieder auftritt – und zwar unter dem gleichen Anstiegsszenario. Mittig ist der Nutzen dargestellt, der sich im Fall adäquater Anpassungsstrategien erzielen lässt. Insgesamt fallen in der ersten Hälfte des Jahrhunderts kaum negative Kosten (blau) an. Dies ist darin begründet, dass an der Küste bereits eine gut Deichinfrastruktur besteht, die nur entsprechend unterhalten und nachgerüstet werden muss. Dennoch sind weite Areale Norddeutschlands potenziell verwundbar (rechts).

© Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Abbildung 5 zeigt am Beispiel Deutschlands, was eine Anpassung an eine solche Entwicklung bedeuten würde. Zurzeit sind deutsche Küsten gegen Sturmfluten mit Wiederkehrzeiten von mehr als 350 Jahren geschützt (Durchschnittswert). Wenn allerdings eine Entwicklung wie oben diskutiert eintritt, dann sinkt dieser Schutzlevel bereits im Jahre 2050 auf eine Jährlichkeit von unter 100 Jahren ab. Abbildung 5 vergleicht zwei Fälle miteinander. Erstens den Fall, dass vorhandene Küstenschutzbauten nur unterhalten und keine neuen errichtet werden (business as usual), und zweitens ein normatives Schutzziel gegenüber einer 100-jährlichen Sturmflut, welches für den gesamten Zeitraum des 21. Jahrhunderts eingehalten werden soll. Für beide Fälle werden potenzielle Schadenskosten, Kosten für die Anpassung, d.h. für Deichbau und Unterhaltung, berechnet und verglichen. Das Ergebnis zeigt, dass sich Anpassung lohnen kann. Ökonomische Vergleichsrechnungen dieser Art haben aber nur eingeschränkten Nutzen für konkrete Planungen, denn im konkreten Fall benötigt man weitere Informationen, beispielsweise wo gegebenenfalls die verwundbaren Regionen liegen. Dies ist mit Hilfe von geeigneten GIS-Instrumenten möglich (Abb. 5).

Beide Handlungsoptionen, d.h. die Minderung und schließlich die Stabilisierung von Treibhausgasen, sowie die Anpassung an unvermeidliche Änderungen sind ökonomisch sinnvoll und alternativlos.

Dies gilt vor allem unter dem Aspekt einer sicheren Zukunfts- und Lebensperspektive zukünftiger Generationen. Für die öffentliche Planung kann wissenschaftliche Unterstützung aus dem Bereich der Anpassungsforschung durchaus von Interesse sein. Denn es existieren zwar nationale und regionale Anpassungspläne; diese bleiben bezogen auf reale Probleme jedoch unkonkret. Daneben liegen zahlreiche Impaktstudien vor, die von unterschiedlichen Institutionen und Experten

hinsichtlich verschiedener Fragestellungen durchgeführt wurden. Entsprechend stehen dem Planer bzw. Entscheidungsträger häufig nur verstreute bzw. schlecht zugängliche Daten über lokale Auswirkungen des Klimawandels sowie potenzielle Anpassungskonzepte zur Verfügung. Für Akteure, die Klimarisiken und Möglichkeiten des Umgangs damit in ihrer jeweiligen Region identifizieren wollen, verursacht dies erhebliche „Such-“ und „Entwicklungskosten“. Daher würde eine offen zugängliche Datenbank, die Anpassungskonzepte selbst kategorisiert, konkrete Problemlösungsstrategien beinhaltet und Maßnahmen zur Anpassung hinsichtlich ihres Erfolges bewerten kann, einen fundamentalen Fortschritt darstellen. Eine solche Datenbank soll am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung entwickelt werden und würde zudem Wissen aus Klimaforschung und Planung sinnvoll vereinen und damit eine wertvolle Schnittstelle zu Entscheidungsträgern bilden. ■

Weiterführende Literatur

Kropp JP, Block A, Reusswig F., et al. (2006): Semiquantitative Assessment of Regional Climate Vulnerability: The North-Rhine Westphalia Study. *Climatic Change* 76: 265–290.

Kropp JP & Scheffran J (2007): *Advanced Methods for Risk Management and Decision Making in Sustainability Science*. Nova Science Publishers: New York.

IPCC-SRES (2000): *Special Report on Emissions Scenarios*. Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge: Cambridge University Press

IPCC (2007): *Climate change 2007: The Physical Science Basis*. WG I of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press.

Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis J., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V., Lorius C., Pépin L., Ritz C., Saltzman E., Stievenard M. (1999). *Climate and Atmospheric History of the Past 420,000 years from the Vostok Ice Core, Antarctica*, *Nature*, 399: 429-436.

Rahmstorf S & Schellnhuber HJ (2006) *Der Klimawandel*, Verlag CH Beck, München

Siegenthaler U, Stocker TF, Monnin E, Lüthi D, et al. (2005): *Stable Carbon Cycle? Climate Relationship During the Late Pleistocene*. *Science* 310(5752): 1313 – 1317.

WBGU (2006): *The future of the oceans – to warm, to high, to sour*. German Advisory Council on Global Change to the Federal Government. Special Report, Berlin.

Prof. Dr. Wilfried Endlicher: Die **Hitzewelle** von 2003 hat nach offiziellen Zahlen europaweit 55.000 zusätzliche Todesopfer gefordert. Das ist die größte Katastrophe seit der großen „Mannstränke“, seit die Deiche in Norddeutschland gebrochen sind. Wir hatten 1994 in Berlin eine Hitzewelle – stärker als die von 2003 und mit einer zweieinhalbfachen Erhöhung der Mortalität! Die meisten Menschen leben nun in Städten, und unsere Gesellschaft wird immer älter. Dies ist sicher ein Fokus, der der Forschung und der Modellstudien bedarf. Allerdings möchte ich das Konzept der „kompakten Stadt“ als klimafreundlicher Stadt in Frage stellen. Bei einer „kompakten Stadt“ haben wir aufgrund der kurzen Wege zwar Einsparungen an CO₂-Emissionen, gleichzeitig jedoch eine hohe Hitzebelastung, insbesondere bei Hitzewellen, die in Zukunft zunehmen werden. Möglicherweise bietet gerade eine „perforierte Stadt“ bessere Optionen der Adaption.

Dr. Achim Daschkeit: Wir tun gerne so, als hätten wir den **Küstenschutz** über technische Sicherungsmaßnahmen – Deiche, Sperrwerke und ähnliches mehr – im Griff, jedenfalls bis Ende des Jahrhunderts. Allerdings gehen Projektionen des IPCC und anderer Institutionen davon aus, dass der Meeresspiegel doch stärker steigen, die Intensität der Stürme in der zweiten Jahrhunderthälfte deutlicher zunehmen könnte. Deshalb müssen alle Optionen des Küstenschutzes diskutiert werden, beispielsweise dass bestimmte Gebiete ganz anders oder vielleicht kleinere Regionen gar nicht mehr genutzt werden können. Es wäre sinnvoll, die raumplanerischen Instrumentarien intensiver zu nutzen, einerseits um die Küsten so sicher wie möglich zu machen, andererseits um die vielfältigen Nutzungsansprüche in diesen Räumen – beispielsweise Siedlungen, Tourismus und Naturschutz – in eine Gesamtstrategie zum Küstenschutz einbetten zu können.

Dr. Karl-Heinz Rother: Für den **Katastrophenschutz** stehen Schutzmaßnahmen und Adaption im Vordergrund. Interessanterweise gibt es für den Begriff der Adaption zwei Interpretationen: 1.) vorhandene Schutzstrukturen müssen nachgerüstet werden; 2.) Vulnerabilität muss reduziert werden. Eine nachhaltige Katastrophenvorsorge sollte sich dabei vor allem der Verminderung von Vulnerabilität stellen. Hierfür wird ein umfassendes raum- und fachübergreifendes Risikomanagement erforderlich. Darin liegt eine besondere Chance für die Raumordnung!

Dr. Bettina Matzdorf: Bei der **Landwirtschaft** spielen sowohl Adaption als auch Mitigation eine wichtige Rolle. Sie muss sich an frühere Einsaattermine und trockenere Sommer anpassen. Gleichzeitig kann sie durch die erhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre – auch wenn das nicht überbewertet werden sollte – höhere Ernteerträge realisieren. Der „Verursacher“ Landwirtschaft muss seine Emissionen, insbesondere Methan- und Lachgas, zurückfahren. Gleichzeitig können Landwirte durch den Einstieg in die Biomasseproduktion aktiv ökonomische Chancen nutzen und zum Klimaschutz beitragen. Bei der Landwirtschaft ist es somit schwierig zu sagen, ob sie Verlierer oder Gewinner ist. In jedem Falle ist sie ein sehr anpassungsfähiges System.



In der Diskussion: Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf die räumlichen Fachpolitiken

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen alle räumlichen Fachpolitiken. Im Rahmen der Podiumsdiskussion wurden die potenziellen raumrelevanten Folgen des Klimawandels näher beleuchtet:

- **Stadtklima:** zunehmender Hitzestress und die Erhöhung der Mortalität, besonders in den großen Städten. Ist die „kompakte“ oder „perforierte“ Stadt resilienter gegenüber dem Klimawandel? Lässt sich die Bedeutung von Freiräumen für den Klimawandel quantifizieren?
- **Küstenschutz:** erfordert der Küstenschutz über technische Sicherungsmaßnahmen hinaus eine integrative Perspektive und Koordination von Nutzungsansprüchen, die die Raumplanung leisten müsste?
- **Katastrophenschutz:** Müssen vorhandene Schutzstrukturen nachgerüstet werden? Oder sollte eher die Vulnerabilität von Raum- und Infrastrukturen vermindert werden? Was bedeutet dies für so genannte „kritische Infrastrukturen“?

- **Landwirtschaft:** Wie lässt sich die Produktion von Biomasse mit einer multifunktionalen Raumnutzung vereinbaren? Wie können die Förderpolitiken integrative und nachhaltige Raumentwicklungen (Stichwort Gesamt-Energiebilanz) unterstützen? Wie lassen sich Nutzungskonkurrenzen auf der Fläche lösen?
- **Anpassungsfähige Raumstrukturen:** Welche Rolle kann die Raumplanung bei der Definition adaptiver oder resilienter Raumstruktur übernehmen? Wie lässt sich ein Diskurs über Risiken, auch im Bestand, initiieren? Brauchen wir ein Risikomanagement?

Es diskutierten Dr. Bettina Matzdorf (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.), Dr. Achim Daschkeit (Umweltbundesamt, KomPass), Prof. Dr. Wilfried Endlicher (Humboldt-Universität Berlin) und Dr. Karl-Heinz Rother (Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.). Durch die Diskussion führten Andrea Hartz (Planungsgruppe agl) und Prof. Dr. Jürgen Aring (Büro für angewandte Geographie).



Dr. Karl-Heinz Rother: In Deutschland haben wir keine ausgeprägte **Risiko-kultur**. Hier kann die Raumordnung Aufklärung leisten. Dabei reicht es nicht aus, sich auf den unbebauten Bereich zu beschränken, vielmehr liegen die größten Risiken im Bestand.

Dr. Achim Daschkeit: **Risikobewusstsein** ist eine ganz entscheidende Größe. Es gibt manche Regionen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste, die seit über 100 Jahren keinen Sturmfluten mehr ausgesetzt waren. Die Deiche wiegen die Bewohner in Sicherheit, das Risikobewusstsein sinkt oder geht ganz verloren. Deshalb ist es an der Zeit, einen Dialog über steigende Risiken und die Wahrnehmung von Risiken zu initiieren.

Dr. Karl-Heinz Rother: Die Raumordnung sollte sich nicht damit begnügen, die Welt von morgen in einem Landesentwicklungs- oder Regionalplan zu regeln, vielmehr sollte sie sich in Richtung eines flexiblen **Risikomanagements** weiterentwickeln. Hierzu gehört auch, über vorhandene Risiken zu informieren. Dieser Anspruch geht sicherlich über die aktuellen gesetzlichen Regelungen weit hinaus, die Raumplanung ist vermutlich auch personell nicht dafür ausgerüstet. Nur – wenn wir uns in Zukunft besser aufstellen wollen – dann wäre das ein viel versprechender Weg.

Dr. Bettina Matzdorf: Ein veränderter **Umgang mit Risiken**, auch mit individuellen Risiken, kann durchaus bestimmte Steuerungsprobleme lösen, sei es in der Landwirtschaft oder in hochwassergefährdeten Gebieten. Raumordnung kann hier mit ihren Instrumentarien Akzente setzen und versuchen, andere Subventionspolitiken zu beeinflussen.

Dr. Karl-Heinz Rother: Es gibt aus meiner Sicht zwei Leitbilder, die eine Gesellschaft verfolgen kann: zum einen das tradierte Leitbild einer statisch-resistenten Gesellschaft, zum anderen **das zukunftsorientiert-nachhaltige Leitbild einer adaptiv-resilienten Gesellschaft**. Für den Hochwasserschutz bedeutet das erste Leitbild: Wir bauen uns Deiche, und wenn diese nicht ausreichen, erhöhen wir sie. In der Diskussion um den Hochwasserschutz wird deutlich, dass dieser Fokus auf technische Sicherungsmaßnahmen noch sehr weit verbreitet ist, auch wenn die Hochwasserrichtlinie als zukunftsweisendes Produkt der Europäischen Union in eine andere Richtung zeigt. Es wäre wünschenswert, dass die Raumordnung mit integrativen Raumentwicklungsstrategien das Leitbild einer adaptiv-resilienten Gesellschaft offensiv unterstützt.

Dr. Jörn Birkmann (United Nations University Bonn): Was kann die Bundesraumordnung in Bezug auf den Klimawandel leisten, und welche Vorgaben liefert sie für die Regionalplanung? Wenn das Leitbild einer adaptiven oder resilienten Raumstruktur umgesetzt werden soll, dann müsste auf Bundesebene definiert werden, was dies konkret bedeutet, beispielsweise mit Blick auf so genannte **kritische Infrastrukturen** wie Kraftwerke, Krankenhäuser oder Transportinfrastruktur. Es stellt sich zudem die Frage, was andere Akteure von der Bundesraumordnung und der Regionalplanung erwarten.

Prof. Dr. Max Welch Guerra (Bauhaus-Universität Weimar): Diese Fachtagung und die Modellvorhaben der Raumordnung sind wichtige Initiativen, um ein derart komplexes Thema wie den Klimawandel anzugehen und diese Diskussion zu nutzen, um offensiv die **Energie- und Ressourceneffizienz** der gesamten Volkswirtschaft zu optimieren.

Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne (Ministerium für Umwelt des Saarlandes): Mit Hilfe der Raumordnung lassen sich Klimaschutzziele durchaus operationalisieren, allerdings wurde aus meiner Sicht sehr deutlich, dass hierzu eine **strategische Partnerschaft** zwischen Klimaforschung und Raumplanung notwendig wird. Dabei müssen wir den wissenschaftlichen Code der Klimaforscher in einen politischen Code übersetzen.

Prof. Dr. Wilfried Endlicher: Die Folgen des Klimawandels werden in Deutschland überlagert von anderen, weit reichenden gesellschaftlichen Veränderungsprozessen, beispielsweise dem **demographischen Wandel**. Diese Prozesse greifen ineinander: Eine immer älter werdende Gesellschaft ist gegenüber zunehmender Hitzebelastungen besonders empfindlich. Daraus ergibt sich ein enormer Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich effektiver Maßnahmen zum Klimaschutz: Solarnutzung, passive Kühlung, klimagerechte Außenraumgestaltung, „climate proofed“ Infrastrukturen und Verkehrssysteme sind hier nur einige Stichworte...

Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne (Ministerium für Umwelt des Saarlandes): In der Auseinandersetzung um die perforierte Stadt wird klar, dass es raumrelevante Zusammenhänge zwischen dem Klimawandel und dem demographischen Wandel gibt. Interessant wäre eine Untersuchung der **lokalklimatischen Effekte einer Perforierung schrumpfender Städte**. Es stellt sich u.a. die Frage, inwieweit sich hierdurch Optionen für neue Ventilationsleitbahnen ergeben, um das Stadtklima zu verbessern.

Christian Strauß (Universität Leipzig, Institut für Stadtentwicklung und Bauwirtschaft): Die Implikationen des Klimawandels sind zwar neu, aber im Zuge der Auseinandersetzungen mit dem demographischen Wandel wurden durchaus **integrative und kooperative Steuerungsmodelle** erprobt. Hier lassen sich sicherlich Erfahrungen aus Ostdeutschland nutzen, um diese neueren Herausforderungen der räumlichen Strukturanpassung bewältigen zu können.

Hans Gabányi (Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg): Es wurden bereits einige prioritäre Handlungsfelder für Anpassungsstrategien genannt, aber meines Erachtens fehlt bislang die Freiraumplanung. Meine These ist, dass derzeit noch der operative Nachweis fehlt, in welcher Weise Freiräume in Abhängigkeit von der jeweiligen Ausgestaltung einen positiven Effekt auf z.B. die Abkühlung der Stadt haben. Zwischen der aktuellen Klimaforschung und dem, was wir in unserer Ausbildung zu Freiraumplanung und Stadtklima gelernt haben, gibt es meines Erachtens eine Lücke. In Hamburg wird deshalb gegenwärtig an einer Kooperation zwischen meiner Behörde, dem Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften und der HafenCity Universität gearbeitet, um hierzu Erkenntnisse zu gewinnen. Im Rahmen der auf dieser Fachtagung diskutierten Forschungsstrategien sollten die **Zusammenhänge zwischen Freiräumen und Stadtklima** ein Schwerpunkt werden.



© Bergischer Ring e.V., Wolf Birke, aufgenommen am 9. Mai 2006, Stadt Haan, Stadtteil Gruiten; Zapfsäule www.wwf.de/uploads/pics/260_Kollage_Biofuel_Zapfsaeule.jpg

Dr. Bettina Matzdorf: Anpassungs- und Klimaschutz-Maßnahmen sollten im Rahmen **multifunktionaler Entwicklungsstrategien für den ländlichen Raum** gebündelt und abgestimmt werden. Hier kommt der Raumordnung eine wichtige Rolle zu, nicht zuletzt um die Umsetzung von Energiezielen und daraus resultierenden Nutzungskonkurrenzen sinnvoll integrieren zu können. Dieser integrative Ansatz sollte auch innerhalb der Förderpolitiken verfolgt werden. Wenn es uns gelänge, die Bereiche, wo subventioniert und steuernd eingegriffen wird, im Sinne des Klimaschutzes zu optimieren, wäre das sicherlich schon ein Erfolg.

Dr. Jürgen Kropp (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung): Bei der Diskussion um **Flächenkonkurrenzen im Rahmen der Energiepflanzenproduktion** müssen wir auch Phänomene wie den Import von Palmöl berücksichtigen. Das heißt, wir müssen die CO₂-Bilanz von Palmöl, das um die ganze Welt transportiert wird und dessen Produktion zum Abholzen der Tropenwälder beiträgt, einbeziehen, um auf der Fläche wirklich über Nutzungskonkurrenzen entscheiden zu können, sonst laufen Förder-, Subventions- und Raumordnungspolitiken möglicherweise in eine ganz falsche Richtung.

Prof. Dr. Gerd Tetzlaff (Universität Leipzig, Institut für Meteorologie, DKKV): Vor dem Hintergrund der Zunahme und den Auswirkungen von Extremereignissen ist es eine vordringliche Aufgabe, die Bevölkerung zu schützen. Damit Katastrophenschutz effektiv funktionieren kann, müssen insbesondere **Informationen zu Vulnerabilitäten und „Hot Spots“** räumlicher Auswirkungen bereit und zur Verfügung gestellt werden. Dazu besteht sicherlich noch erheblicher Forschungsbedarf.

Dr. Achim Daschkeit: Die Veranstaltung ist sehr wichtig, um Rolle und Aufgabe der Bundesraumordnung zu klären, allerdings lässt sich wohl nicht erwarten, mit einfachen Antworten und einem „Instrumentenkasten“ nach Hause gehen zu können. Wir sollten zudem die **Kompetenzen anderer Fachressorts nutzen**, um einen Rahmen für überregionale, regionale und kommunale Aktivitäten zu Klimaschutz und Klimaanpassung zu definieren. Das Bundesministerium für Umwelt und das Umweltbundesamt arbeiten gemeinsam in diese Richtung. Es geht auch darum, Kenntnislücken, beispielsweise hinsichtlich der regionalisierten Klimafolgen, zu schließen.

Prof. Dr. Wilfried Endlicher: Wir müssen von guten Beispielen lernen; deshalb wäre ein Datenpool hier außerordentlich hilfreich. Viele Städte und Regionen haben bereits Erfahrungen zu Mitigation und Adaptation gesammelt und könnten hierzu Beiträge leisten. **Europa hat hier auch eine Vorbildfunktion** für andere Regionen und Städte auf der Welt.

Ulrich Tasch (Innenministerium Schleswig-Holstein, Landesplanung): Was noch gar nicht berücksichtigt wurde, ist die Frage, in welchem **rechtlichen Rahmen** wir uns bewegen, wenn wir den Klimaschutzaspekt für die Raumplanung weiter in den Vordergrund rücken wollen. Nehmen Sie das Beispiel Landwirtschaft und landwirtschaftliche Anbauflächen: Baue ich nachwachsende Rohstoffe oder Nahrungsmittel an? Bisher ist die Landwirtschaft baugesetzlich privilegiert und entzieht sich raumordnerischer Steuerung. Die Landwirte orientieren sich beim Anbau im Wesentlichen an Marktmechanismen. Soll die Raumordnung hier zukünftig steuernd eingreifen?

Können und sollen die Kommunen z.B. über das BauGB noch stärker in die Pflicht genommen werden, Klima schonende Bauleitplanung zu betreiben? Dies wäre meines Erachtens eine wichtige Basis für die Landes- und Regionalplanung, um entsprechende Ziele so in die Raumordnungspläne aufzunehmen, dass sie auf kommunaler Seite auch operationalisierbar sind. Hier müssen Verknüpfungen hergestellt werden, damit Ziele der Raumordnung nicht ins Leere laufen.

Manfred Sinz (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung): Wir passen das Raumordnungsgesetz und vor allem das Baugesetzbuch ständig an, um diese Nutzungskonflikte gesellschaftsverträglich zu lösen. Dass hierbei nicht immer der gewünschte Erfolg erzielt wird, liegt in erster Linie daran, dass die Nutzungssysteme im Wesentlichen von den Märkten geregelt werden. **Der Markt ist der große Integrator, nicht die Planung.** Die Frage, ob Palmöl angebaut, hierher transportiert und verbrannt wird, ist zunächst einmal eine Frage, die der Markt regelt. Alle Regulative, die wir als Planer anwenden, haben Risiken und Nebenwirkungen, häufig auch unerwünschte Nebenwirkungen. Die Rolle der Raumordnung und Regionalplanung ist deshalb immer mit der Frage verknüpft, wie viel unter dem Verweis auf das Allgemeinwohl geregelt werden soll, ohne eine unerwünschte Nebenwirkung zu provozieren. Ein typisches Beispiel sind technische Sicherungsmaßnahmen in Gefahrenzonen, die oftmals dazu führen, dass das Risikobewusstsein sinkt und damit auch die Bereitschaft der Betroffenen, Eigenverantwortung zu übernehmen. Hier eine sinnvolle Balance zu erreichen, ist äußerst kompliziert.



Parallele Workshops: Raumentwicklungsstrategien

Workshop 1: Flussraummanagement und Küstenschutz

Moderation: Andrea Hartz
(Planungsgruppe agl)

Ergebnisbericht: Dr. Gerhard Overbeck
(Akademie für Raumforschung und Landesplanung)

Fallbeispiel: Johann Weber vom Bayerischen Landesamt für Umwelt berichtete über die Ergebnisse der Fallstudie zur Fränkischen Saale im Rahmen des Interreg IIIB-Projektes ESPACE (Europe Spatial Planning: Adapting to Climate Events).

Workshop 2: Anpassungsstrategien für die Freiraumnutzungen

Moderation: Prof. Dr. Jürgen Aring
(Büro für Angewandte Geografie)

Ergebnisbericht: Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne
(Ministerium für Umwelt des Saarlandes)

Fallbeispiel: Margit Hiller vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie leitete das Thema mit einem Ergebnisbericht zu „Klimawandel, Auswirkungen und Anpassungsstrategien im Alpenraum“ als Arbeitspaket des Interreg III B-Projekt ClimChAlp ein.

Workshop 3: Integrierte Anpassungsstrategien für Stadt und Region

Moderation: Dr. Stefan Köhler
(Regionalverband Bodensee-Oberschwaben)

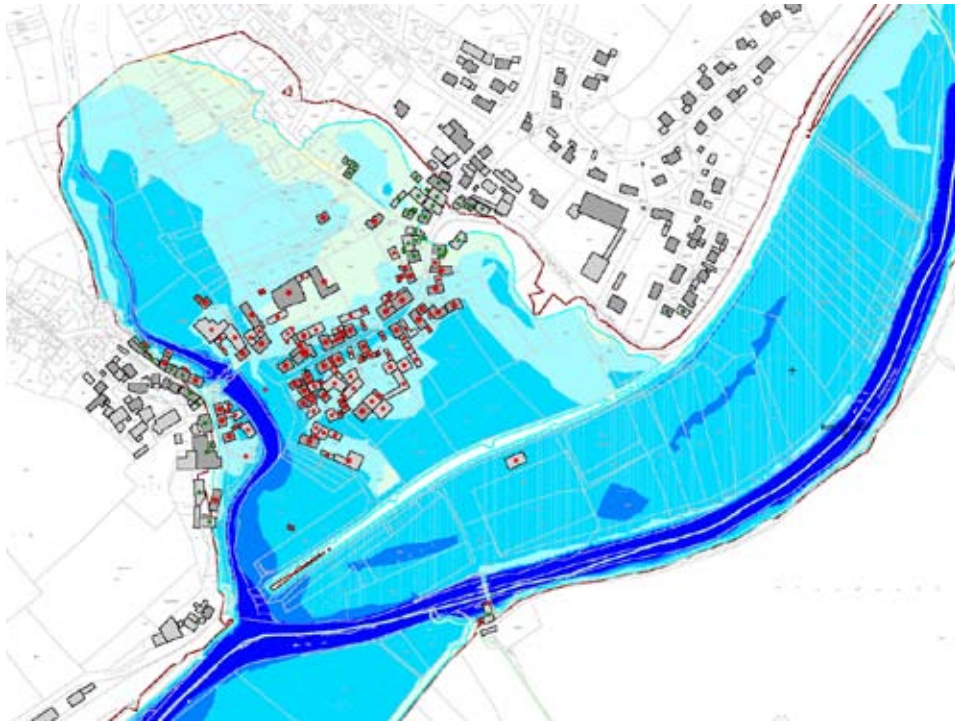
Ergebnisbericht: Dr. Ivo Gerhards
(Regierungspräsidium Gießen)

Fallbeispiel: Andreas Drack, Klimabeauftragter des Landes Oberösterreich, gab einen Überblick zu integrierten Anpassungsstrategien in Oberösterreich und Österreich sowie bei den Partnern des Interreg IIIC-Projektes AMICA (Adaptation and Mitigation – an Integrated Climate Policy Approach).

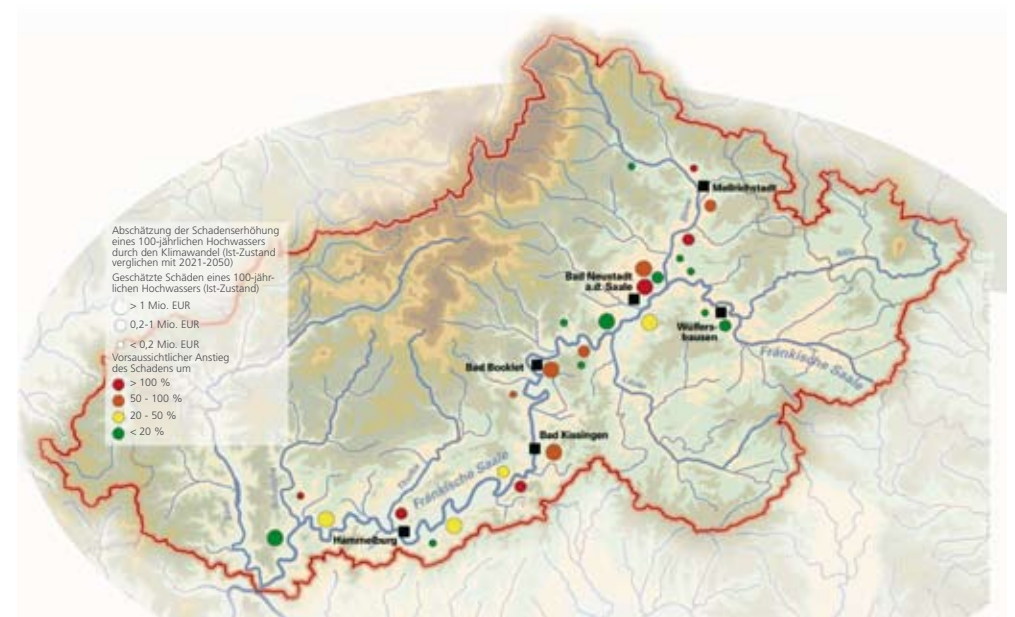
Am Nachmittag vertieften die Teilnehmer/-innen im Rahmen von drei parallelen Workshops die Frage nach der Rolle und den Aufgaben der Raum- und Regionalplanung. Die Workshops wurden jeweils mit einem Impulsreferat eröffnet. Die Ergebnisse wurden dem Plenum präsentiert und nochmals aus Sicht der Klimaforschung und der Raumwissenschaften kommentiert.

Kritische Reflexion: Dr. Manfred Stock (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) und Dr. Mark Fleischhauer (Universität Dortmund)

Fazit: Hanno Osenberg (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung)



Auswirkungen auf Überschwemmungsflächen und -tiefen: physische Betroffenheit
 © Ing. Büro Hydrotec, Aachen



Klimabedingte Änderung der Schäden bei einem HQ_{100}
 © Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ref. 81



ESPACE-Projektpartner
 © Hamshire County Council Winchester, GB (HCC)

Im Rahmen des Interreg IIIB-Projekts „ESPACE – European Spatial Planning: Adapting to Climate Events“ (www.espace-project.org) kooperierten Partner aus Großbritannien, den Niederlanden, Belgien und Deutschland. Ziel war es, die Bevölkerung für den Klimawandel und die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen zu sensibilisieren sowie Raumplanungsstrategien zur Adaptation im Rahmen wasserwirtschaftlicher Kontexte zu erarbeiten.

Aus den insgesamt 14 Handlungsempfehlungen des Abschlussberichts lassen sich drei Hauptaspekte herausgreifen:

1. Die Anpassung an den Klimawandel muss ein Kernziel einer zukunftsorientierten Raumplanung sein.
2. Der Klimawandel fordert eine über die Lebenszeit einer Maßnahme hinausgehende langfristige Betrachtung; der bayerische Ansatz hierzu ist eine „flexible No Regret-Strategie“. Dies bedeutet, es werden Konzeptionen und Maßnahmen angestrebt, die künftig eventuell notwendige weitere Anpassungen möglichst problemlos zulassen.
3. Die Einbindung von Anpassungsmaßnahmen in die Raumplanung erfordert die Kombination von „Change-Management“ (Bewusstseinswandel) und „Risk-Management“ (Umgang mit sich ändernden Risiken).

Das bayerische Teilprojekt bezog sich auf die Flussgebietsplanung an der Fränkischen Saale im Einzugsgebiet des Mains (www.klimaprojekt-espace.bayern.de). Grundlage für die Abschätzung des Klimawandels im Einzugsgebiet des Mains war zunächst die Analyse langjähriger klimatologischer Messungen sowie die Betrachtung der regionalisierten Ergebnisse von Klimamodellen. Die langjährigen statistischen Daten (1931-2000) zeigen eine Zunahme der durchschnittlichen Temperatur um 1°C im Winterhalbjahr, eine Zunahme der mittleren Niederschlagsmengen sowie der Starkniederschläge längerer Andauer (um bis zu 30%).

Die regionalisierten Klimamodelle basierten auf dem globalen Modell ECHAM 4; das Szenario B2 des dritten IPCC-Berichts bildete die Grundlage für die regionalisierten Modelle im KLIWA-Projekt, dessen Daten für ESPACE genutzt wurden. Als Mischform der Szenarien A2 und B1 geht dieses von einer moderaten Wirtschaftsentwicklung mit mittleren Treibhausgasemissionen aus. Die Regionalisierung selbst wurde in KLIWA anhand von statischen und dynamischen Verfahren getestet. Aufgrund der erhaltenen Bandbreiten der Ergebnisse, die nach verschiedenen fachlichen Kriterien wie z.B. Modellierungsgüte bewertet wurden, hat man sich schließlich für das „Meteo-Research-Modell“ entschieden. Für die Periode 2021-2050 könnte daher die durchschnittliche Temperatur im Winterhalbjahr um 2°C gegenüber dem Vergleichszeitraum 1971-2000 steigen, im Sommerhalbjahr um etwa 1,3°C. Die Niederschläge könnten um bis zu 35% im Winter zunehmen, im Sommer um bis zu 20% sinken. Vermehrte Dürregefahr im Sommer steht somit einer verstärkten Hochwassergefahr im Winterhalbjahr gegenüber.

Für das ESPACE-Projekt an der Fränkischen Saale wurde seitens des Wasserwirtschaftsamts Bad Kissingen die Verbesserung des Hochwasserschutzes vor dem Hintergrund des Klimawandels überprüft. Zur Quantifizierung der wasserwirtschaftlichen Folgen des Klimawandels wurden die Ergebnisse der beschriebenen Temperatur- und Niederschlagsentwicklung mit Wasserhaushaltsmodellen gekoppelt. Für das Einzugsgebiet der Fränkischen Saale wurden dann mit Hilfe hydraulischer Berechnungen die Abflussmengen und die daraus resultierenden Hochwasserstände berechnet. Statistisch wurde zudem berechnet, wie hoch die Wasserstände bei unterschiedlichen Jährlichkeiten ausfallen. So sind im Zeitraum 2021 bis 2050 am Pegel Bad Kissingen die

Abflüsse beim 2-jährlichen Hochwasser um 40% gegenüber den Abflüssen von 1971 bis 2000 erhöht. Der Abfluss von 100 m³/s erhöht sich damit auf 140m³/s. Bei den extremeren Ereignissen fällt die Zunahme immer geringer aus: Beim 10-jährlichen Hochwasser beträgt die Zunahme noch 30%, beim 50-jährlichen noch 20% und beim 100-jährlichen 15%.

Der konkrete Wasserspiegel vor Ort ist dabei von vielen Faktoren abhängig. Beim 100-jährlichen Hochwasser im Zeitraum 2021 bis 2050 steigt z.B. für die Stadt Hammelburg der maximale Wasserstand um bis zu 30 cm gegenüber dem 100-jährlichen Ereignis heute an. Welche Flächen bei welchen Hochwasserereignissen überflutet werden, wurde für die Fränkische Saale ebenfalls berechnet und auf 274 Karten dargestellt. Diese Karten Grundlagen bilden die Basis, um die Schäden, die durch die Hochwässer entstehen können,

besser abzuschätzen. Die ökonomischen Schäden werden dabei v.a. anhand der Wasserspiegellagen und der davon abhängigen Einstaubereiche ermittelt.

Sowohl die großen als auch die häufigen kleineren Hochwasserereignisse werden künftig häufiger auftreten und damit zu mehr ökonomischen Schäden als bislang führen. Die Kosten der Schäden können dabei aufgrund der erhöhten Abflussmengen und Wasserspiegellagen bei einem 100-jährlichen Hochwasser in Einzelfällen überproportional zunehmen. Dabei sind nicht nur die Siedlungsgebiete und die Infrastruktur betroffen. Durch die häufigeren

kleinen Hochwässer werden auch andere Nutzungen wie die Landwirtschaft mit vermehrten ökonomischen Schäden rechnen müssen.

Aus den Simulationen der Hochwasserereignisse lassen sich mehrere Handlungsoptionen ableiten, welche in die Anpassungsstrategie zum Hochwasserschutz integriert werden sollen:

- Über einen 15%-Zuschlag auf das bisherige HQ 100 bei der Bemessung neuer technischer Hochwasserschutzanlagen kann die Sicherheit gegenüber zukünftigen Niederschlagsereignissen erhöht werden.
- Über Kosten-Nutzen-Betrachtungen kann abgeleitet werden, welche technischen und finanziellen Vorsorge- und Schadensvermeidungsmaßnahmen wirtschaftlich sind. Sie bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für Planungen des technischen Hochwasserschutzes.

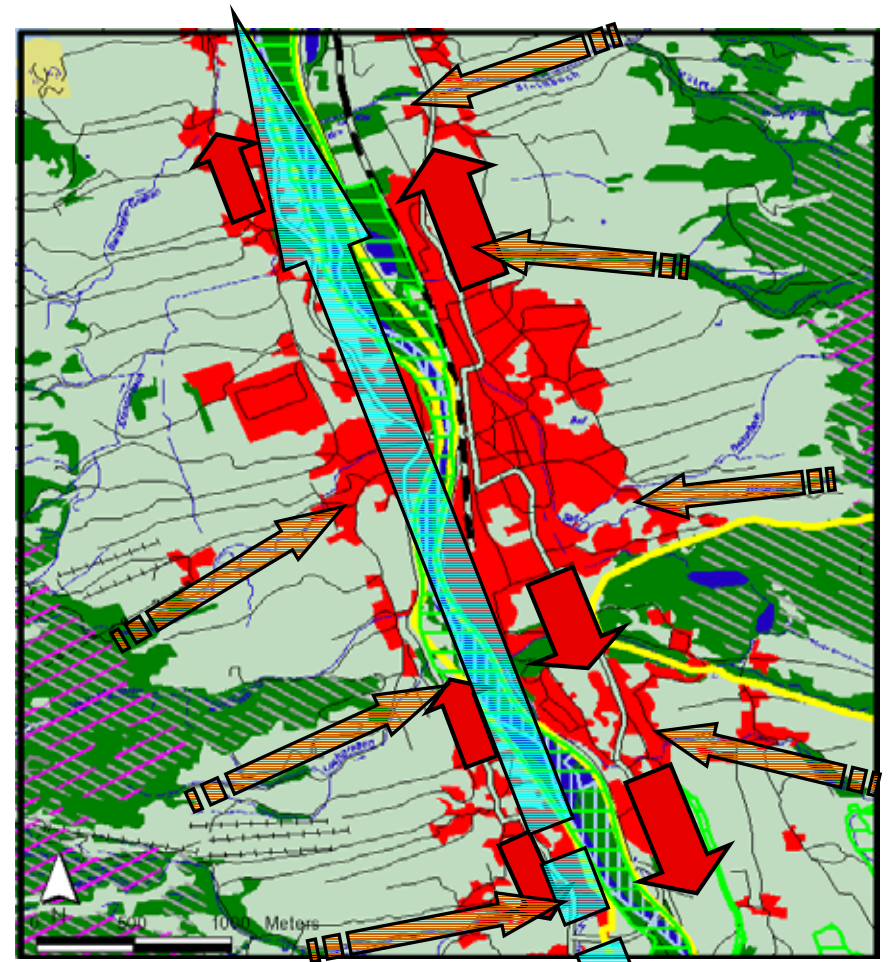
Workshop 1 – Fallbeispiel Klimawandel und Flussgebietsplanung: Fallstudie Fränkische Saale

Johann Weber
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Daneben dienen die Daten als wertvolle Informationsgrundlage zur Sensibilisierung der betroffenen Akteure. Dies beeinflusst die wasserwirtschaftlichen Planungen, die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung sowie die sonstigen Nutzungen der von Überflutung und Retentionsmaßnahmen betroffenen Flächen. Es sollen auch die Grenzen staatlichen Handelns aufgezeigt werden, um eine verstärkte private Eigenvorsorge zu initiieren, da es keinen absoluten Schutz gibt und die Unsicherheiten durch den Klimawandel zunehmen werden. ■



© Thomas Probst, Alpenforschungsinstitut GmbH



- | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|  | Überschwemmungsgebiet |  | Siedlungsentwicklung |
|  | FFH-Gebiet |  | Hochwasser |
|  | Landschaftsschutzgebiet |  | Schlammlawinen |
|  | Waldfunktionen | | |
|  | Bodenschutz | | |
|  | Lawinenschutz | | |

Vulnerabilität in einem fiktiven Hochalpendorf
© Thomas Probst, Alpenforschungsinstitut GmbH

Das Interreg III B-Projekt „ClimChAlp“ (www.climchalp.org) als strategisches Projekt untersucht die Auswirkungen des Klimawandels im Alpenraum und will Adaptationsstrategien zum Umgang mit den zu erwartenden Klimafolgen aufzeigen. Das zweijährige Projekt wird bis März 2008 federführend vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz unter Beteiligung von 22 Projektpartnern aus allen Alpenländern durchgeführt.

Das Gesamtprojekt umfasst neben organisatorischen vier thematische Arbeitspakete: Im Arbeitspaket fünf stehen die Art der Klimaänderung im Alpenraum und die sich hieraus ergebenden Naturgefahren im Mittelpunkt. Die Erarbeitung von regionalen Klimaszenarien soll eine Datengrundlage für die Untersuchungen in den anderen Arbeitspaketen bieten sowie die Informationsbasis für die weitere Arbeit der politisch-administrativen Ebene verbessern (z. B. Auswirkungen auf die Hochwasserentwicklung auf der Basis hydrologischer Modelle). Das Arbeitspaket 6 beschäftigt sich mit Monitoring, Vorbeugung und Management spezifischer Auswirkungen des Klimawandels auf den Naturraum, mit den Schwerpunkten Permafrostböden, Hangmonitoring und Geschiebemanagement.

Das Arbeitspaket 7 betrachtet die Auswirkungen des Klimawandels auf die Raumentwicklung und die Wirtschaft. Das Arbeitspaket 8 „Flexible Response Network“ widmet sich den Reaktionsmöglichkeiten auf Naturgefahren im Alpenraum. Innerhalb verschiedener Modellregionen werden unterschiedliche Reaktionsstrategien auf verschiedene Naturgefahren erprobt. Der Dialog über die Naturgefahren und die damit verbundenen Risiken für die einzelnen (Wirtschafts-)Bereiche wird initiiert sowie Handlungsempfehlungen differenziert für unterschiedliche Anforderungen erarbeitet.

Workshop 2 – Fallbeispiel

Auswirkungen des Klimawandels auf Raumentwicklung und Wirtschaft (Interreg III B-Projekt ClimChAlp)

An der Bearbeitung des Arbeitspakets 7 – die Auswirkungen der Klimawandels auf die Raumentwicklung und Wirtschaft – beteiligen sich acht Projektpartner aus sechs Ländern. In Modellregionen in Frankreich, der Schweiz, Deutschland (Landkreis Berchtesgadener Land), Österreich, Slowenien und Italien werden die Folgen des Klimawandels für die Bereiche Naturgefahren, Siedlungsentwicklung und Verkehr, Tourismus, Land-, Forst- und Wasserwirtschaft sowie die gesamtäumliche Entwicklung analysiert. Darauf aufbauend werden Strategien erarbeitet, wie die Modellregionen auf die Veränderungen reagieren können, um eine nachhaltige Raum- und Wirtschaftsentwicklung zu gewährleisten. Als letzter Schritt soll eine Synthese der Ergebnisse erfolgen, die auch Transfermöglichkeiten auf andere Modellregionen berücksichtigt und Empfehlungen für ein change management im gesamten Alpenraum ausspricht.

Zunächst wurde eine Bestandsaufnahme zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Raumentwicklung und Schlüsselfaktoren der Wirtschaft vorgenommen. Zukunftsszenarien mit Zielhorizont 2030/2050 wurden entworfen, um sowohl positive wie negative Folgen zu identifizieren und Reaktionsmöglichkeiten mit den Partnern vor Ort auf Ebene der Landkreise und Kommunen aufzuzeigen. Die nachfolgenden Darstellungen stellen vorläufige Ergebnisse (preliminary results) der einzelnen Modellregionsstudien dar, die durch die Partner des Arbeitspaketes 7 übermittelt wurden.

Für die Auswirkungen des Klimawandels auf die **Raumentwicklung** zeichnet sich ab, dass die Herausforderungen in der Zunahme der

Eintrittswahrscheinlichkeit von Naturgefahren und größeren Schadenspotenzialen liegen werden. Daneben verringern sich die ökonomischen Bodenwerte. Schließlich kommt es zu einer Verschärfung von Nutzungskonflikten, etwa zwischen Siedlungsentwicklung und Hochwasserschutz oder Landwirtschaft und (Flächen-)Management im Kontext von Naturgefahren. Als mögliche Reaktionsmöglichkeiten werden zunächst die Verbreitung „Guter Beispiele“ für Anpassungsstrategien, eine verbesserte Koordination zwischen Raumplanung und Risikovorsorge wie auch die steigende Bedeutung der Raumplanung im Bereich der „Schlichtung“ von Nutzungskonflikten identifiziert.

In der **Landwirtschaft** werden sich die Folgen des Klimawandels regional unterschiedlich auswirken. Extremwetterereignisse, Hitzewellen und Dürren werden die Ernteergebnisse beeinträchtigen und die Schadensanfälligkeit gegenüber Krankheiten erhöhen. Aber auch positive Wirkungen wie etwa die Verlängerung der Vegetationsperiode verändern die Anbaubedingungen und Anbauprodukte, z.B. Umwidmung von Grasland in Ackerland und Flächen für Wein- und Obstbau in nördlicheren Regionen. Reaktionsmöglichkeiten liegen u.a. in der Änderung von Anbaumethoden, der Diversifizierung der Einkommensalternativen für Landwirte und der Anpassung der Agrarpolitiken auf EU- bis zur regionalen Ebene.

Die **Forstwirtschaft** wird ebenfalls durch die vermehrten Naturgefahren wie Sturmereignisse mit Windbruchgefahr, Lawinengefahr, etc. beeinträchtigt. Wie in der Landwirtschaft sind die erhöhte Anfälligkeit gegenüber

Margit Hiller

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

Krankheiten wie Borkenkäferbefall und die damit verbundenen ökonomischen Schäden sowie ein potenzieller Verlust an biologischer Vielfalt von Bedeutung. Wasserknappheit und Verdrängung von Arten werden sich auf die Erträge der Forstwirtschaft auswirken. Als Reaktionsmöglichkeiten werden bislang der standortgerechte Waldumbau, klimaangepasstes Forstmanagement sowie ökonomische Finanzausgleichsmechanismen angeführt.

Im **Tourismus** werden Herausforderungen in der verkürzten Winter- und verlängerten Sommer-, Frühjahrs- und Herbstsaison gesehen. Kürzere Winter mit teilweise Schneemangel können gerade in niedrig gelegenen Destinationen zu Problemen für den Skitourismus führen und sich hemmend auf Investitionen in der Wintersportinfrastruktur auswirken. Chancen bieten sich dagegen für den Sommertourismus. Alpine Destinationen werden angesichts der steigenden Temperaturen in Südeuropa an Bedeutung gewinnen. Kleinräumig können hier große Unterschiede im Hinblick auf den ökonomischen Impact auftreten, da nicht alle Orte gleichermaßen von den Wirkungen betroffen sind. Reaktionsoptionen liegen in der Neupositionierung einzelner Orte und Betrieb im Tourismusgeschäft. Dies kann verbunden sein mit einer Änderung der Angebotspalette, Alternativangeboten, einer Abkehr vom Schwerpunkt Skisport im Winter. Ökonomische Anpassungsmaßnahmen etwa in Form von Saisonzeitenverlängerungen durch Kunstschnee stehen hier ökologischen Strategien sowie dem Klimaschutz (CO₂-Vermeidung) entgegen. ■



Oberösterreich ist bereits seit vielen Jahren im Klimaschutz engagiert. Als Meilensteine werden u.a. der Beitritt zum Klimabündnis 1991 gesehen, die Einführung eines Klimaschutzbeauftragten im Jahr 2000, die Entwicklung einer nationalen Klimaschutzstrategie 2002, das oberösterreichische Klimaforschungsprogramm, die Einbeziehung von Nichtregierungsorganisationen in der Plattform „Klimaretter“ (www.klimaretter.at) sowie 2007 der Beginn zur Erarbeitung einer nationalen Anpassungsstrategie.

Das Hochwasser in Oberösterreich im Jahr 2002 mit einem ökonomischen Schaden von 1,1 Mrd. EUR wurde dabei als Chance genutzt, Politik und Bevölkerung für den Klimawandel und seine Folgen zu sensibilisieren und systematisch Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten. Hierzu wurden sechs Arbeitsgruppen zu den Themen „Katastrophenmanagement“, „Absiedelung“, „Schutzwasserbau“, „Raumordnung, Baurecht und Umwelt“ sowie „Klimaschutz“ gebildet. Im Zusammenhang mit dem Katastrophenschutz wurden die Zuständigkeiten neu geregelt und über finanzielle Entschädigungen auch die Hilfe von in Betrieben freigestellten Mitarbeitern angeregt. Beispiele für die erfolgreiche Arbeit sind:

- Nicht in allen hochwassergefährdeten Bereichen können Siedlungen vollständig rückgebaut werden. In einem häufig betroffenen Gebiet nahe der Donau wurden aber sämtliche Gebäude abgesiedelt. Dadurch konnte der geplante Hochwasserdamm auf ein geringeres und billigeres Schutzniveau dimensioniert werden. 237 Häuser wurden abgerissen und die Besitzer durch Bund und Land mit 80% des Zeitwerts sowie der Abbruchkosten entschädigt. **Absiedlung** spielt auch durch mediale Berichte eine wichtige Rolle in der Bewusstseinsbildung zu den Risiken von Naturgefahren.

- Der Finanzierungsschlüssel innerhalb von Gemeindeverbänden im Kontext des technischen **Hochwasserschutzes** erfolgt über die erwarteten Schutzwirkungen des Gesamtmaßnahmenplans. Die Veranschaulichung mit Hilfe von Karten über unterschiedliche Gefahrenzonen wird sowohl für die Planung als auch für die Sensibilisierung der Bevölkerung (Internet) genutzt. Schließlich werden Vorwarnsysteme installiert, um die Bevölkerung im Hochwasserfall frühzeitig zu informieren.
- Neben der Überprüfung von **Flächenwidmungen** im Zusammenhang mit Naturgefahren war im Entwurf der Bauordnungs-

novelle vorgesehen, beim HQ 30 keinen Neu-, Zu- und Umbau mehr vorzunehmen. Im Bereich des HQ 100 sollte nur hochwassersicher unter Berücksichtigung der Nachbargrundstücke gebaut werden. Die tatsächliche Regelung schreibt die **hochwassersichere Bauweise** in beiden Bereichen vor. Weitere Regelungen betreffen die Hochwassersicherheit von Ölheizungen.

In einigen Fachpolitiken wurden gleichfalls offensiv Anpassungsstrategien erarbeitet, beispielsweise in der Waldwirtschaft (gemischte Wälder, Verjüngung), der Landwirtschaft (Versicherungen, Grünland) und der Wasserversorgung (Diversifikation von Quellen, geringerer Anteil von Hausbrunnen). Andere Fachpolitiken zeigen sich dagegen eher zurückhaltend wie der Tourismus, die Energieversorgung, Verkehr und Gesundheit.

Die Erfahrungen zeigen, dass

- Anpassung auf lokaler Ebene einfacher argumentierbar ist.
- Anpassung dann leicht fällt, wenn Maßnahmen mit bisherigen Strategien kompatibel sind. Katastrophen können als „Chance“ genutzt werden, aber man sollte stets die „Vergessenskurve“ beachten.
- integrierte Koordinierung stets abhängig ist von freier Kapazität und persönlichem Engagement!

Versorgung insbesondere der alten Menschen Bezug nimmt, als auch auf die Bereitstellung „gekühlter Räume und Plätze“.

Am Beispiel **Energieversorgung** zeigt das AMICA-Projekt, wie Klimaschutz und CO₂-Einsparung mit Adaptation verbunden werden kann. Extremwetterereignisse wie Stürme oder Hochwasser sowie sommerliche Dürren können die zentrale Energieversorgung infolge von Schäden an der Infrastruktur oder Mangel an Kühlwasser bei der Stromerzeugung beeinträchtigen. Eine dezentrale Energieversorgung dagegen könnte hier Versorgungslücken decken helfen – bei gleichzeitigem Ersatz fossiler Brennstoffe durch regenerative Energien.

Workshop 3 – Fallbeispiel Integrierte Anpassungsstrategien – Aktivitäten in Oberösterreich, Österreich und bei AMICA-Partnern

Andreas Drack
Klimabeauftragter, Land Oberösterreich

Österreich ist zudem Partner im Interreg IIC-Projekt „AMICA Adaptation and Mitigation – an Integrated Climate Policy Approach“ (www.amica-climate.net). In diesem Kooperationsprojekt entwickelten zwölf Partner aus Deutschland, Frankreich, Italien, den Niederlanden und Österreich Strategien zum Klimaschutz und Adaptionstools auf kommunaler Ebene. Die vorgestellten Themen konzentrierten sich auf den Hochwasserschutz und den Umgang mit Hitzewellen in Städten. Am Beispiel Venedig wurde ein Frühwarnsystem zur Tidenbewegung vorgestellt, das auch die Wege als Lebensadern im Hochwasserfall in das Konzept integriert.

Als Reaktion auf die knapp 15.000 Hitzetoten in Frankreich im Sommer 2003 wurde dort ein **nationaler Hitzewellenplan** entworfen, der sowohl auf die bessere medizinische

Die CO₂-neutrale Energieversorgung kann somit zur Anpassung an Klimawandelfolgen beitragen. Am Beispiel bautechnischer Maßnahmen an Gebäuden wurde der Effekt der Energieeinsparung (und damit ein verminderter CO₂ Ausstoß) durch Wärmeisolierung beschrieben. Gleichzeitig hilft diese Isolierung, verbunden mit Maßnahmen zum außen liegenden Sonnenschutz und Dachbegrünung, zur Kühlung von Gebäuden. Die Beispiele zur Umsetzung dieser Prinzipien stammen aus Stuttgart und den Niederlanden.

Schlussendlich zeigt die Diskussion um Schneekanonen im Wintertourismus, dass Mitigation und Adaption zu Zielkonkurrenzen in der Raumentwicklung führen können. ■

Dr. Gerhard Overbeck (Akademie für Raumforschung und Landesplanung)

In der Diskussion um den Hochwasser- und Küstenschutz wurde deutlich, dass durch das Aufrüsten technischer Sicherungsmaßnahmen oftmals das Erfahrungswissen zu Risiken und das Gefühl für die Vulnerabilität verloren geht. Es besteht die Gefahr, dass Nutzungen in Risikozonen nachrücken, weil man sich sicher fühlt, und damit das Schadenspotenzial noch steigt. Wichtig wäre, in Risikozonen auf ein breiteres Portfolio von Maßnahmen zu setzen oder dieses zumindest auszuloten: Welche Alternativen gibt es zum rein baulich-technischen Schutz? In Kosten-Nutzen-Analysen sollten deshalb nicht nur **technische Schutzmaßnahmen sondern auch alternative Möglichkeiten** wie Nutzungszonierungen oder auch -aufgabe einbezogen werden. In diesem Kontext könnten präventive Maßnahmen im Rahmen von Kompensation und Lastenausgleich belohnt und damit gefördert werden.

Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne (Ministerium für Umwelt des Saarlandes)

Von besonderer Bedeutung ist, dass der Klimawandel aus raumordnerischer Perspektive nicht isoliert betrachtet, sondern mit **anderen gesellschaftlichen Veränderungsprozessen**, beispielsweise dem ökonomischen Wandel mit einem veränderten Zugriff auf Rohstoffe oder dem demographischen Wandel, rückkoppelt werden sollte. Eine zentrale Herausforderung für die Raumordnung ist die **Ermittlung von „Hot Spots“** neuer Nutzungskonkurrenzen. Die räumlichen Festlegungen sollten dabei den Prognoseunsicherheiten Rechnung tragen und Fehlertoleranzen aufweisen: Es geht eher um flexible Zonierungen – Stichwort: „verändern“ – anstelle starrer Grenzziehungen. Grundlage für die Ermittlung von Risikozonen, Nutzungskonkurrenzen wie auch von Anpassungsstrategien sind regionale Klimaprognosen, die bundesweit koordiniert werden sollten, damit wir in den Ländern von einer einheitlichen Datenbasis ausgehen. Wichtig ist auch, dass wir aus den Erfahrungen anderer lernen können, weshalb die Einrichtung einer **Plattform für Good-Practice-Lösungen** begrüßt wird.

Dr. Ivo Gerhards (Regierungspräsidium Gießen)

Wir können feststellen, dass nach Extremereignissen die „Vergessenskurve“ einsetzt. Nach kurzer Zeit sind Risiken und Schäden wieder aus dem Blickwinkel der Öffentlichkeit verschwunden, und vorgesehene Maßnahmen werden in der Umsetzung sehr stark zurück genommen. Deshalb ist das **Schaffen von Problembewusstsein** unabdingbar; hier zeigen sich durchaus Parallelen zum demographischen Wandel. Ein wesentlicher Punkt ist zudem die **Bildung von Verantwortungsgemeinschaften und Netzwerken**: Die Strategien zu Mitigation und Adaption setzen auf verschiedenen räumlichen und fachlichen Ebenen an; Bund, Länder, Regionen und Kommunen müssen zusammen arbeiten; die Fachpolitiken müssen einbezogen werden, ebenso die Wirtschaft, Banken, Versicherungen und andere gesellschaftliche Gruppen. Raumordnerische Instrumente müssten auch zur Qualität von Raumnutzungen Aussagen machen; gleichzeitig könnte die Raumplanung im Sinne einer Regionalentwicklung tätig werden und Schnittstellen zum Regionalmanagement bzw. der konkreten Umsetzungsebene aufzeigen. Wichtig ist es, dem Eindruck entgegenzuwirken, dass die Raumplanung im Zusammenhang mit dem Klimawandel nur eine Rolle als restriktiv wirkende Verhinderungsplanung spielt; insofern sollten durch den Klimawandel sich bietende, positive Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, die durch die Raumplanung vorbereitend gesteuert werden können.

Ergebnisse der Diskussion in den Workshops

Die „Top Ten“ der Ergebnispräsentation:

- 1 Es wurde angeregt, die erforderlichen Datengrundlagen zum Klimawandel, wie beispielsweise regionalisierte Klima- und Wirkmodelle, bundesweit zu koordinieren und eine Plattform für Good-Practice-Lösungen zu installieren.
- 2 Gefahrenzonen und „Hot Spots“ der raumrelevanten Klimafolgen und Nutzungskonkurrenzen müssen räumlich hinreichend konkret identifiziert werden. Der Vulnerabilitätsaspekt muss hierzu stärker als bisher in die Planungspraxis integriert werden. Dies setzt eine Diskussion um Gefährdung und Wertigkeit von Schutzgütern voraus.
- 3 Eine zentrale Aufgabe der Raumplanung besteht darin, Leitbilder und Anforderungen für „resiliente“ Raumstrukturen zu formulieren. Darunter sind Raumstrukturen zu verstehen, die auf Schädigungen und Extremereignisse robust und flexibel reagieren. Dieser Aspekt kommt insbesondere in den Stadt- und Metropolregionen zum Tragen, da sich hier sowohl Bevölkerung als auch kritische Infrastrukturen konzentrieren – mit steigender Tendenz.
- 4 Anstatt einer Fokussierung auf technische Sicherungsmaßnahmen stehen integrierte Anpassungsstrategien, flexible Maßnahmen-Portfolios, No Regret-Strategien und umfassende Kosten-Nutzen-Analysen alternativer Maßnahmen im Vordergrund.
- 5 Anpassungsstrategien sollten mit Modellen ökonomischer Steuerung (Kompensationsmaßnahmen, Lastenausgleich) und mit sektoralen Förderpolitiken gekoppelt werden. Es wäre sinnvoll, präventive Maßnahmen anzurechnen und hinsichtlich Mitigation und Adaption „gut aufgestellte“ Städte und Regionen zu belohnen.
- 6 Die Auswirkungen des Klimawandels müssen in die bestehenden Instrumente der Raumplanung integriert werden. Neue Instrumente wie „Climate proofing“ oder „Vorranggebiete für den Klimaschutz“ wurden begrüßt, allerdings bestehen v.a. beim „Climate proofing“ Bedenken hinsichtlich einer Formalisierung.
- 7 Eine Flexibilisierung von Raumplanung ist unabdingbar, um mit Unsicherheiten umgehen zu können, beispielsweise durch den Einsatz von Szenariotechniken, durch Zonierungen anstelle starrer Grenzziehungen oder die Einbindung in begleitende Governance-Prozesse.
- 8 Risikokommunikation und -wahrnehmung, risk governance und Risikomanagement, strategische Partnerschaften und Verantwortungsgemeinschaften sind wesentliche Handlungsansätze zur Bewältigung der komplexen Herausforderung des Klimawandels.
- 9 Eine Rückkopplung des Klimawandels und seiner Folgen mit anderen Prozessen des gesellschaftlichen Wandels wie beispielsweise dem demographischen Wandel ist notwendig.
- 10 Eine gesellschaftliche Debatte um das notwendige Maß an Sicherheit und den Wert von Schutzgütern, um individuelle Risiken und Eigenverantwortung sowie den möglicherweise erforderlichen Rückzug von Bebauung und Funktionen aus Risikogebieten muss den normativen Rahmen für raumplanerisches Handeln setzen.

Die Ergebnisse der Workshops wurden dem Plenum von Dr. Gerhard Overbeck (Akademie für Raumforschung und Landesplanung), Prof. Dr. Dr. Olaf Kühne (Ministerium für Umwelt des Saarlandes) und Dr. Ivo Gerhards (Regierungspräsidium Gießen) präsentiert.

Dr. Manfred Stock (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung)

Die Veranstaltung ist ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Wir sind aber erst am Anfang; die Herausforderungen des Klimawandels sind immens und erfordern Innovationen in allen Bereichen.

In erster Linie müssen wir auch eine Werte- und Leitbilddebatte führen: Welche Werte sind der Gesellschaft wichtig? Welches Leitbild dient als Handlungsrahmen für Klimaschutz- und Anpassungsstrategien? Sind wir diesen Herausforderungen gewachsen?

Wenn Hans-Joachim Schellenhuber sagt, wir müssen unsere Städte neu erfinden, dann gilt dies insbesondere mit Blick auf deren Infrastrukturausstattung. Hier sind Innovationen gefragt. Das gilt auch für neue Infrastrukturen wie beispielsweise Pipelines für CO₂, wenn wir dieses in die Erde verpressen wollen, Pipelines für Biogas oder neue Trassen für europaweite Hochspannungsversorgungsnetze.

Ein flexiblerer Umgang mit Risiken ist ebenso notwendig wie die Berücksichtigung von Marktstrategien und Marktmechanismen im Rahmen von Raumentwicklungsstrategien. **Gleichzeitig müssen wir das Risikobewusstsein aller Beteiligten schärfen.**

Dr. Mark Fleischhauer (Universität Dortmund)

In allen drei Workshops ist deutlich geworden, **dass ein Bedarf besteht, das raumplanerische Instrumentarium im Sinne des Klimaschutzes und notwendiger Anpassungsstrategien besser zu nutzen bzw. auszubauen.** Am Beispiel des Bestandschutzes wird deutlich, dass der Raumplanung und ihrem formellen Instrumentarium teilweise enge Grenzen gesetzt sind, soll das Ziel einer resilienten Raumstruktur realisiert werden. Anpassungsstrategien im Bestand lassen sich mit planerischen Mitteln nur bedingt umsetzen. Wir müssen uns auch die Frage stellen, wie das formelle Instrumentarium der Raumplanung den Prognoseunsicherheiten der Klima- und Wirkmodelle begegnet.

Im Zusammenhang mit neuen Planungsansätzen – Stichwort „**risk governance**“ – kann die Raumplanung eine wichtige Funktion übernehmen – sei es durch Moderation von Prozessen oder durch das Einbringen ihrer Kernkompetenzen, also der Lösung von räumlichen Nutzungskonflikten.

Szenarien und Leitbilder spielen eine wichtige Rolle im Anpassungsprozess. Hier sollte die Raumplanung ihre Kompetenzen nutzen und beispielsweise Szenarien für die Frage öffnen, was möglich wäre, wenn Anpassung nicht mehr geht und ein Rückzug aus bestimmten Bereichen sinnvoll wäre. Leitbilder können unter dem Aspekt der Resilienz weiterentwickelt werden. **Schließlich könnte die Forderung nach einer „climate proofed“ Planung auf eine „change proofed“ Planung ausgeweitet werden, die auf raumstrukturelle Auswirkungen aller gesellschaftlichen Veränderungsprozesse robust und flexibel reagieren kann.**

Kritische Reflexion



Hanno Osenberg (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung)

Wenn das Ziel dieser Veranstaltung war, den Aufgabenzettel der Raumordnung und die Fokussierung zukünftiger Forschungsfragen für die Modellvorhaben der Raumordnung zum Thema Klimawandel reichlich zu füllen, dann haben wir dies sicherlich erreicht.

Ich sehe für die Raumordnung einen Schwerpunkt in der Informationsbereitstellung und -vermittlung, um die Wirkungen des Klimawandels sektoral und räumlich differenziert transparent zu machen und auf dieser Basis Handlungsspielräume der öffentlichen Hand und die Notwendigkeit der Eigenverantwortung auszuloten. Für die Entscheidungsfindung spielen belastbare Grundlagen, verfügbare „Gute Beispiele“, aber auch eine konsequente Einbindung des Vulnerabilitäts-

konzepts sowie von Kosten-Nutzen-Analysen für alternative Klimaschutz- und Anpassungsstrategien eine Schlüsselrolle. **Gleichzeitig müssen wir lernen, mit Prognoseunsicherheiten umzugehen, diese offen zu legen und mit Risikobandbreiten und Risikozonen zu arbeiten.**

Eine zentrale Aufgabe der Raumordnung ist die Integrations- und Steuerungsfunktion, um Ziel- und Flächenkonkurrenzen im Rahmen einer Integration verschiedener Interessen und sektoraler Sichtweisen bewältigen zu können. Raumordnung ist jedoch kein Solist, sondern ist in ihrer Moderationsrolle immer auf die Arbeit, Motivation und Innovationsfreudigkeit vieler Akteure angewiesen. Governance-Prozesse im Sinne von risk-governance gewinnen hier an Bedeutung, um Synergien nutzen und abgestimmte Strategien flexibel umsetzen zu können.

Kritische Reflexion und Ausblick

Raumordnung hat einen begrenzten Handlungsspielraum. Dennoch kann sie mit der Entwicklung von Leitbildern für resiliente (anpassungsfähige, belastbare) Raumstrukturen eine Vorreiterrolle und Vorbildfunktion übernehmen.

Den Dialog festigen

Die Veranstaltung zeigte, dass der sektorübergreifende Dialog und Austausch zwischen Raumplanung und Klimaforschung wertvoll ist. **Dieser Dialog sollte zum integralen Bestandteil des Forschungsprozesses gemacht werden, um die begonnene, sehr viel versprechende Diskussion weiterzuführen.** Viele Aspekte und offene Fragen zur Entwicklung adäquater Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel wurden angesprochen; die Ergebnisse werden in den weiteren Forschungsprozess einfließen.

Dr. Manfred Stock (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) und Dr. Mark Fleischhauer (Universität Dortmund) kommentierten die Diskussion. Hanno Osenberg (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) zog das Fazit des Tages.



Die Herausgeber haben versucht, alle Inhaber von Urheberrechten zu kontaktieren. Bei eventuellen Versäumnissen bitten wir, Kontakt mit den Herausgebern aufzunehmen. Alle Rechte verbleiben bei den Autoren.

Veranstaltungsfotos: BMVBS, BBR und Planungsgruppe agl

Titelbild: Einzelelemente: Deutscher Wetterdienst; Gestaltung: Planungsgruppe agl | **Seite 6:** BBR 2006; verändert | **Seite 8:** M. Zebisch, TUB/PIK 2002 | **Seite 10:** IPCC 2007 | **Seite 12:** BBR 2007 auf der Basis der ESPON-Projekte 1.3.1; 4.3.1 | **Seite 16:** links und rechts oben: Deutscher Wetterdienst 2007; rechts unten: IPCC 2007 (WGI-AR4, Summary for Policymakers, Feb. 2007) | **Seite 18:** links oben: Jacob, Kreienkamp u.a. (Max-Planck-Institut für Meteorologie, Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH): Regionale Klimaszenarien für Deutschland, 2006; unten: WETTREG: Spekat, Enke, Kreienkamp (Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH): Neuentwicklung von regional hochaufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios ..., Umweltbundesamt 2007; REMO: Max-Planck-Institut für Meteorologie, 2007; rechts: WWF Deutschland, M. Hübner, P. Klepper: Kosten des Klimawandels, 2007 | **Seite 19:** Dr. Paul Becker | **Seite 20:** Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung; rechte Abbildung nach IPCC 2007 | **Seite 22:** links: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung; rechts: Kropp et al. 2006, Climatic Change | **Seite 24:** Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung | **Seite 30:** Bergischer Ring e.V., Wolf Birke, aufgenommen am 9. Mai 2006, Stadt Haan, Stadtteil Gruiten; Zapfsäule www.wwf.de/uploads/pics/260_Kollage_Biofuel_Zapfsaeule.jpg | **Seite 34:** links oben: Ing. Büro Hydrotec, Aachen; rechts oben: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Ref. 81; rechts unten: Hamshire County Council Winchester, GB (HCC) | **Seite 36:** Thomas Probst, Alpenforschungsinstitut GmbH | **Seite 38:** Kosina/Land Oberösterreich.

Bildnachweis

Dokumentation der Fachtagung am 30. Oktober 2007 im Umweltforum Berlin

