

Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland

– Regionale Szenarien und nationale Aufgaben –

Inhalt

1. Einführung	1
2. Bereits beobachtete Klimaänderungen.....	3
Beispiel 1: Starkniederschläge und Elbehochwasser im August 2002	4
Beispiel 2: Hitzesommer 2003.....	4
3. Zu erwartende Klimaänderungen in Deutschland	6
4. Anpassung an Klimaänderungen	13
Beispiel 1: Hochwasserschutz.....	13
Beispiel 2: Forstwirtschaft.....	15
Beispiel 3: Hitzewarnsystem.....	16
5. Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung im Umweltbundesamt	19

1. Einführung

Es war spektakulär: Mitte Juli diesen Jahres brachen große Gesteinsmassen aus der Ostflanke des Eiger. Eine Ursache dafür, so vermuten Wissenschaftler, ist der Wandel unseres Klimas. Die Temperaturen steigen, die Gletscher schmelzen sichtbar – auch in den Alpen. Die Folge sind Felsstürze wie der in der Schweiz. Ob verheerende Wirbelstürme, extreme Starkniederschläge oder austrocknende Landstriche. Diese Ereignisse nahmen in den vergangenen Jahrzehnten deutlich zu und haben mittlerweile einen fes-

ten Platz in den Nachrichten. Sie sind, so die Klimaforschung, Zeugnis dafür, dass sich unser Klima bereits spürbar ändert.

Der Klimawandel ist eine der großen Herausforderungen für die Menschheit. Wichtigstes Ziel der Politik zum Schutz des Klimas ist es, den vom Menschen verursachten Ausstoß an Treibhausgasen zu verringern. Der Ausstoß an Treibhausgasen – wie Kohlendioxid (CO₂) und Methan – sorgt dafür, dass sich die Erde immer schneller aufheizt.

Um diesen Trend zu brechen und gefährliche Klimaänderungen zu vermeiden, steckten sich die Staaten der Europäischen Union bereits 1996¹ ein anspruchsvolles Klimaschutzziel: die globale Erwärmung auf höchstens zwei Grad Celsius (°C) über dem Niveau des 19. Jahrhunderts zu begrenzen. Um dies zu erreichen, empfiehlt das Umweltbundesamt (UBA) eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration unterhalb 400 ppm (parts per million = ein Teil auf eine Million) für alle Treibhausgase. Hierzu ist erforderlich, den Treibhausgasausstoß weltweit um 50 Prozent bis 2050 gegenüber 1990 zu senken. Da auch die bislang weniger entwickelten Länder einen höheren Wohlstand anstreben, und sie trotz des Klimawandels diese Chancen nutzen sollten, muß der Treibhausgasausstoß der Industrieländer überproportional zurückgehen. Das UBA hält es technisch für möglich und wirtschaftlich für tragfähig, dass Deutschland bis zum Jahre 2020 seinen Treibhausgasausstoß um 40 Prozent und bis 2050 um 80 Prozent reduziert.

Selbst ein vergleichsweise geringer Anstieg der mittleren globalen Lufttemperatur um bis zu 2°C kann gravierende Folgen für Menschen und Umwelt nach sich ziehen – auch in Deutschland. Daher braucht eine zeitgemäße Klimaschutzpolitik ein zweites, festes Standbein: Die Anpassung an die heute nicht mehr abwendbaren Folgen des Klimawandels als Folge des Treibhausgasausstosses von gestern. Um die menschliche Gesundheit zu schützen und wirtschaftliche Schäden gering zu halten, ist es dringend erforderlich, sich bereits heute auf zu erwartende Klimaänderungen einzustellen.

Das Wissen über den Klimawandel sowie darüber, was Entscheidungsträger in Politik und Unternehmen tun können, um künftige Risiken zu mindern und sich bietende Chancen zu nutzen, wuchs in den vergangenen Jahren beachtlich. Wie Mosaiksteine fügen

¹ Bekräftigt durch den Europäischen Rat im März 2005.

sich die verschiedenen wissenschaftlichen Studien nach und nach zu einem Bild über die zu erwartenden Klimaänderungen und deren voraussichtliche Folgen zusammen. Doch braucht dieses Bild noch Tiefenschärfe. Es kommt jetzt darauf an, zukünftige, regionale Auswirkungen des Klimawandels frühzeitig zu erkennen und durch aktive Anpassung Schäden zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen.

Um dies zu unterstützen gaben Bundesumweltminister Sigmar Gabriel und UBA-Präsident Prof. Dr. Andreas Troge am 17. Oktober 2006 den Startschuss für das neue Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) im UBA. KomPass will die Risikowahrnehmung der Entscheidungsträger in Unternehmen und Verwaltung schärfen. Mittelfristig erlaubt die Arbeit mit KomPass den Unternehmen und den Verwaltungen, ihre Anfälligkeit gegenüber Klimaänderungen besser einzuschätzen, systematisch Risikovorsorge gegenüber dem Klimawandel zu treffen und so treibhausbedingte Schäden zu vermindern.

2. Bereits beobachtete Klimaänderungen

Die Jahresmitteltemperatur stieg in Deutschland in den vergangenen 100 Jahren um etwa 0,8 °C. Dieser Erwärmungstrend beschleunigte sich im Laufe der vergangenen Jahrzehnte deutlich und ist nun mit 0,15°C je Dekade auf fast das Doppelte gestiegen. Vor allem die Wintermonate wurden wärmer. Die letzten zehn Jahre des 20. Jahrhunderts waren das wärmste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts. Neun der Jahre zwischen 1990 bis 2000 und auch alle bisherigen Jahre des 21. Jahrhunderts, waren wärmer als die langjährige Durchschnittstemperatur von 8,3°C. In den vergangenen 100 Jahren nahmen vor allem im Westen Deutschlands die Niederschläge deutlich zu. Am stärksten war diese Zunahme im Winter. Im Osten hingegen nahmen vor allem die sommerlichen Niederschläge ab. Klimaänderungen zeigen sich auch in ungewöhnlichen Ausmaßen extremer Wetterereignisse, wie Hitzeperioden und Starkniederschläge. Diese treten länger, häufiger oder intensiver auf. Wegen des hohen Schadenspotentials solcher Extremereignisse sind sie auch volkswirtschaftlich besonders bedeutsam. Verschiedene

Modellrechnungen der Klimaforschung kommen zu dem Ergebnis, dass Extremereignisse in Zukunft häufiger und heftiger auftreten werden.²

Zahlen der Versicherungswirtschaft quantifizieren die Folgen dieser Entwicklung: Etwa 64 Prozent der größeren Schadensereignisse in Europa und 79 Prozent der von diesen verursachten volkswirtschaftlichen Schäden seit 1980, haben unmittelbaren Bezug zu Klima und Wetter (Stürme, Hochwasser). Weitere 25 Prozent der Ereignisse – wie Erdbeben, Lawinen, Trockenperioden und Hitzewellen – haben indirekten Bezug. Im Mittel verdoppelte sich die Zahl größerer Schadensereignisse in den 1990er Jahren gegenüber den 1980er Jahren nahezu.³

Folgende Beispiele jüngerer Extremereignisse in Deutschland und Europa zeigen, welche Schäden solche Ereignisse hervorrufen können:

Beispiel 1: Starkniederschläge und Elbehochwasser im August 2002

Extreme Niederschläge im Einzugsgebiet der Elbe lösten im August 2002 eine dramatische Hochwassersituation in Sachsen aus: Mehrere sächsische Messstationen erfassten neue Rekordwerte für den 24stündigen Niederschlag. So registrierte Dresden 158 Millimeter (mm)⁴ Niederschlag (bisheriger Rekord 77 mm am 02.08.1998). Die Station Zinnwald-Georgenfeld verzeichnete sogar 312 mm⁵. Den gesamtwirtschaftlichen Schaden der Flutkatastrophe bezifferte die Bundesregierung im November 2002 für Deutschland auf 9,2 Milliarden Euro; es waren 18 Todesopfer zu beklagen.⁶

Beispiel 2: Hitzesommer 2003

In der ersten Augushälfte des Jahres 2003 suchte eine Hitzewelle Europa heim, deren Dauer und Intensität neue Temperaturrekorde in vielen europäischen Städten erreichte. Unter den lang anhaltenden hohen Temperaturen litten besonders alte und kranke Menschen. In den ersten beiden Augustwochen 2003 stieg die Sterblichkeitsrate in der EU

² Vgl. u.a. Schönwiese et. al. (2005): Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Extremereignissen durch Klimaänderungen, Climate Change 07/05, (UFOPLAN 201 41 254), Dessau.
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2946.pdf>.

³ Münchener Rück (2004): Jahresrückblick Naturkatastrophen 2003, München.

⁴ 1 Millimeter entspricht dabei 1 Liter Niederschlag pro Quadratmeter.

⁵ Vgl. Klimastatusbericht 2002 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sowie Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Bewertung der Gewässerbelastung im Elbe-Einzugsgebiet.

⁶ Münchener Rück (2003): Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002, München.
http://www.munichre.com/publications/302-03630_de.pdf?rdm=29373

deutlich. Statistiker zählten zwischen 22.000 und 35.000 Tote mehr als sonst in Europa zu erwarten gewesen wäre. In Deutschland gab es nach vorsichtigen Schätzungen des Deutschen Wetterdienstes 7.000 vorzeitige Sterbefälle, davon 2.000 allein in Baden-Württemberg. Gemessen an der Zahl der Todesopfer war es die größte europäische Naturkatastrophe der vergangenen 500 Jahre.⁷

⁷ Koppe, C. und Jendritzky, G. (2004): Die Auswirkungen der Hitzewelle 2003 auf die Mortalität in Baden-Württemberg, Sozialministerium Baden-Württemberg, Stuttgart.

3. Zu erwartende Klimaänderungen in Deutschland

Im Auftrag des UBA erstellten das Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI), Hamburg, und die Firma Climate & Environment Consulting GmbH, Potsdam, unter der Leitung von Dr. Daniela Jacob und Dr. Wolfgang Enke Szenarien für mögliche Klimaänderungen in Deutschland bis zum Jahr 2100. Diese Szenarien simulieren mögliche Entwicklungen des Klimas, die auf der Grundlage plausibler, oft vereinfachter Annahmen über den künftigen demographischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Wandel bestimmt werden. Die Klimaänderungsszenarien lassen sich somit als plausible, mögliche Darstellungen der Zukunft, jedoch nicht als Vorhersagen des Wetters für morgen oder übermorgen verstehen.

Für die Ableitung der regional hoch aufgelösten Klimaszenarien aus globalen Klimamodellen setzt das Forscherteam zwei Verfahren ein: Mit dem Modell REMO bilden die Forscher die dynamischen Vorgänge in der Atmosphäre ab. Das Modell WETTREG nutzt die statistischen Wechselbeziehungen bisheriger Klimabeobachtungen – vor allem den Einfluss der Großwetterlagen auf das Lokalklima.

Erste Ergebnisse des Modells REMO zur künftigen Entwicklung der Temperatur und der Niederschläge in Deutschland, stellte das UBA im April 2006 vor⁸. Mit den Ergebnissen des WETTREG-Modells, steht nun der zweite Baustein, mit für Deutschland regionalisierten Klimaszenarien, zur Verfügung. Die Klimaszenariendaten dieses Modells beschreiben den mittleren, typischen Verlauf des Klimas in einer Region, repräsentiert durch eine bestimmte Gruppe von Messstationen. Die Daten sind somit ein Indiz für den jeweiligen Zustand des großräumigen Klimas. Eine Aussage zum künftigen Wettergeschehen an einer Station zu einem beliebigen Tag in der Zukunft ist jedoch nicht möglich.

Mit der Vorlage der WETTREG-Klimaszenarien ist jetzt eine umfassendere Projektion der möglichen Entwicklung des Klimas in Deutschland als Folge des globalen Wandels möglich. Mit der Verwendung verschiedener Modelle sind Entwicklungstrends besser erkennbar und die Spannweite der möglichen Klimaänderungen besser zu beurteilen. In

⁸Siehe Hintergrundpapier und Workshop unter <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/> (Workshop Regionale Klimaszenarien für Deutschland)

der Summe stehen aus REMO und WETTREG mehrere Realisierungen für die drei untersuchten Szenarien⁹ zur Verfügung. Darüber hinaus können die Forscher die Unsicherheit der Szenariendaten, die wegen der unterschiedlichen Regionalisierungsmethoden entsteht, besser interpretieren.

Beide Modelle zeigen für die zukünftige Temperaturentwicklung ein konsistentes Bild (Abbildung 1): In Deutschland ist eine rasche Erwärmung sehr wahrscheinlich. Abhängig von der Höhe des künftigen globalen Treibhausgas-Ausstoßes, ist eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur bis zum Jahr 2100, im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 1990, um 1,5 bis 3,7 °C zu erwarten. Sehr wahrscheinlich ist dabei eine Erwärmung um 2 bis 3 °C. Diese Erwärmung würde sich saisonal unterschiedlich stark ausprägen. Der größte Temperaturanstieg wäre im Winter zu erwarten.

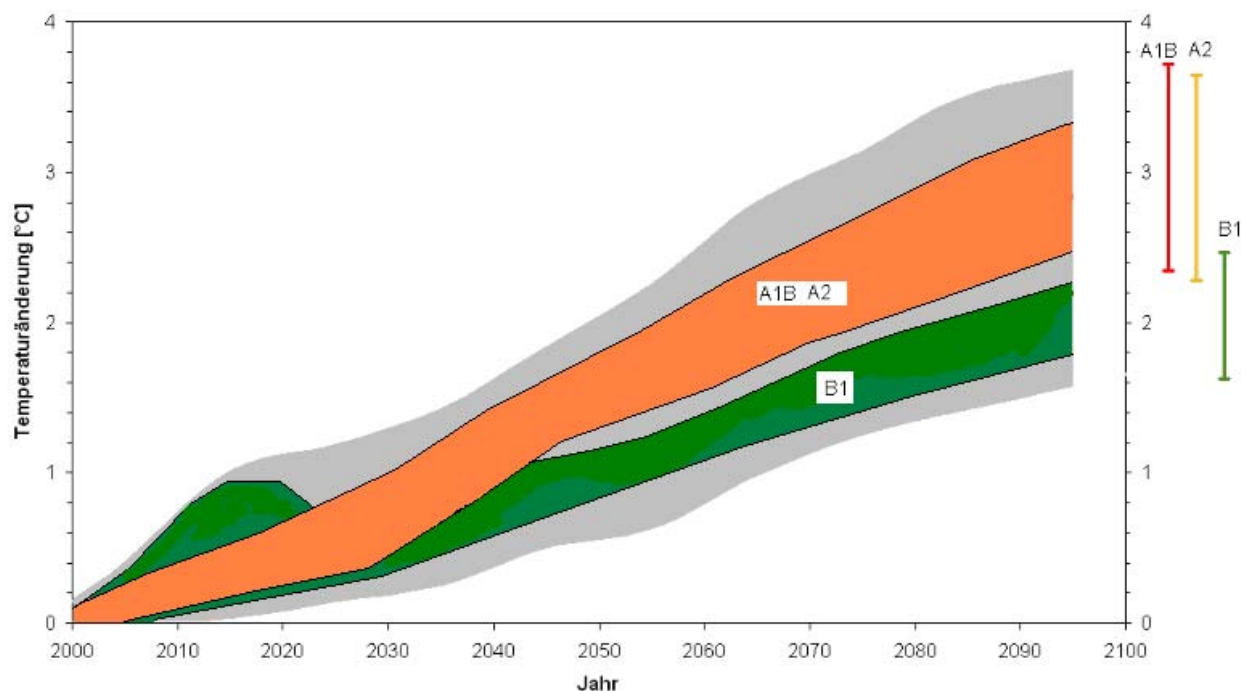


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Lufttemperatur gegenüber der Periode 1961 bis 90 in Deutschland. Die einzelnen Korridore (Orange für A1B und A2, Grün für B1) stellen das Mittel aus 10 WETTREG-

⁹ Die Zukunftsszenarien B1, A1B und A2 wurden vom Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) definiert und beschreiben sich unterschiedlich entwickelnde Welten. Im Ergebnis unterschiedlicher Entwicklungen steigen die globalen Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen in allen Szenarien bis 2050 an auf etwa 9, 16 bzw. 17 GtC (Gigatonnen, eine Gigatonne = 1000 Tonnen CO₂). Anschließend sinken sie in B1 unter die Werte von 1990 und in A1B auf 13 GtC. In A2 steigen sie ungebremst auf fast 30 GtC. Die entsprechenden CO₂-Konzentrationen betragen im Jahr 2100 etwa 540, 710 bzw. 840 ppm CO₂. Zum Vergleich: die CO₂-Konzentration lag 1880 bei etwa 280 ppm und hat momentan 381 ppm CO₂ erreicht.

Simulationen und dem REMO-Lauf dar. Die rechte Achse gibt die Spannweite der Ergebnisse für jedes Szenario an. Die graue Fläche verdeutlicht die Spannweite aller drei Zukunftsszenarien.

Ergebnisse aus dem WETTREG-Modell für Deutschland:

Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur bewirkt ganzjährig höhere Temperaturen. Das bedeutet, dass Tage mit Frost – und auch Schnee – deutlich abnehmen und Tage mit einer Maximumtemperatur über 30°C deutlich zunehmen (Abbildung 2). Neben größerer Hitze am Tag gäbe es zudem häufiger „Tropennächte“, in denen die Temperatur nicht unter 20°C sank. Für die Bevölkerung könnte dies klimatisch bedingte Stresssituationen zur Folge haben: Für Freiburg etwa könnte sich die Zahl der heißen Tage bis 2100 gegenüber dem Vergleichszeitraum 1961-90 fast verdoppeln, die Zahl der Tropennächte beinahe verdreifachen.

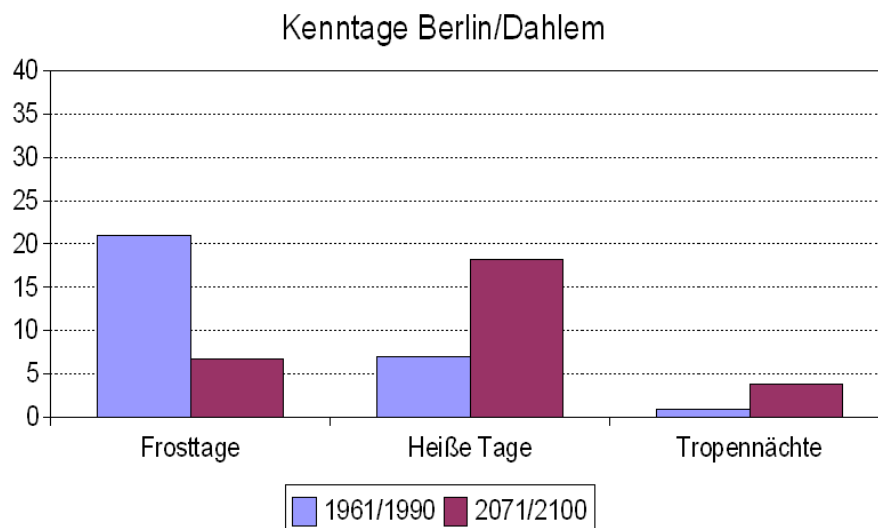
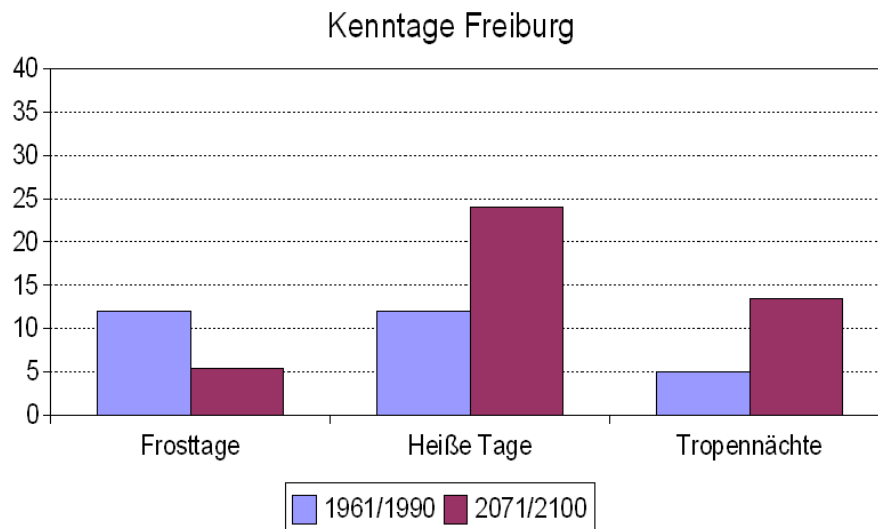


Abbildung 2:
Veränderung der Zahl der
Frosttage (Minimumtemperatur < 0°C),
heißen Tagen (Maximumtemperatur > 30°C) und
Tropennächte (Minimumtemperatur > 20°C)
für die Jahre 2071-2100 gegenüber
dem Vergleichszeitraum 1961-90 in
a) Berlin-Dahlem
b) Freiburg im Breisgau



Bei den Niederschlägen ist ein Trend für den Gesamtjahresniederschlag weniger gut sichtbar. Hier zeichnet sich eher eine Umverteilung innerhalb der Jahreszeiten ab. Abbildung 3 zeigt dies für das gesamte Gebiet Deutschlands.

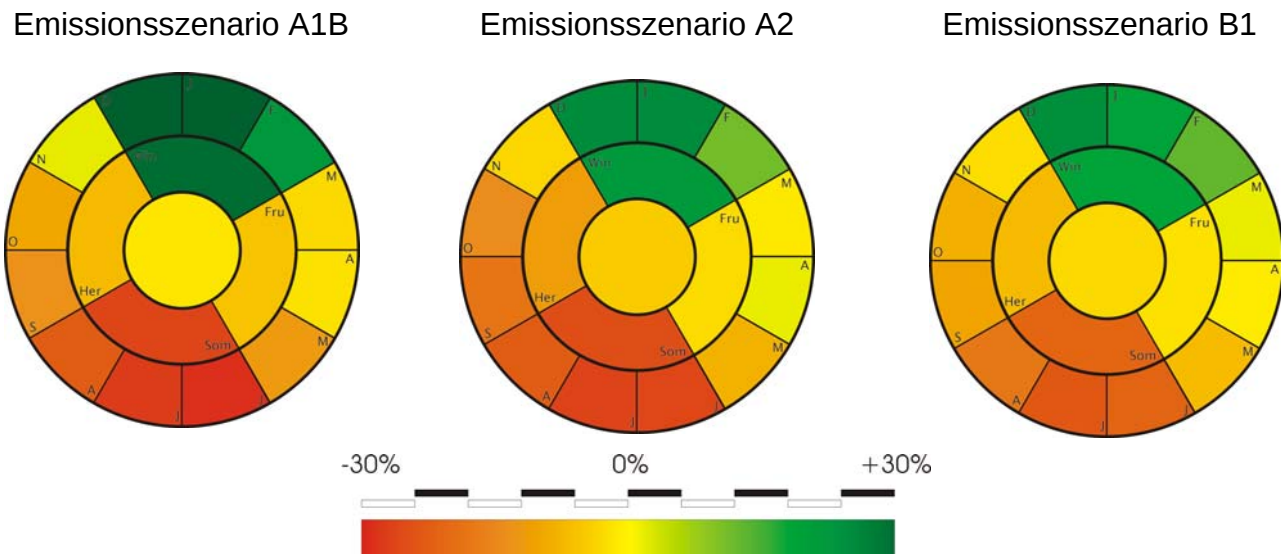


Abbildung 3: Niederschlagstrend für Deutschland im Vergleich der Zeiträume 2071/2100 – 1961/1990. Die Angabe erfolgt in Prozent. Dabei stellt der äußere Ring die Angabe für die einzelnen Monate, der mittlere die Jahreszeiten und das Zentrum das Jahr dar; nur WETTREG Ergebnisse. Welche Treibhausgasemissionen den drei Emissionsszenarien zugrunde liegen erläutert Fußnote 9, Seite 7.

Hier ist erkennbar, dass sich die sommerlichen Niederschläge durchschnittlich um 30 Prozent verringern könnten. Am stärksten wäre dieser Niederschlagsrückgang im Nordosten und Südwesten Deutschlands ausgeprägt (Abbildung 4). Hier könnten gegen Ende dieses Jahrhunderts etwa nur noch zwei Drittel oder sogar noch weniger Niederschläge fallen, als bisher gewohnt. Hohe sommerliche Temperaturen sorgten neben dieser ungewohnt niedrigen Regenmengen dafür, dass sich – falls Wasser zur Verdunstung verfügbar ist – diese Verdunstung deutlich erhöhte. Diese Entwicklung könnte in Regionen, die schon heute Trockenheiten erleben – wie der Nordosten Deutschlands – ohne geeignete Anpassung zu Problemen führen: Beispielsweise müssten Land- und Forstwirtschaft mit weniger Wasser auskommen. Die Untersuchungen lassen darüber hinaus im Sommer erwarten, dass die Flüsse weniger Wasser führen. Dies könnte die Wasserqualität beeinträchtigen und die Kühlleistung der Kraftwerke beeinträchtigen.

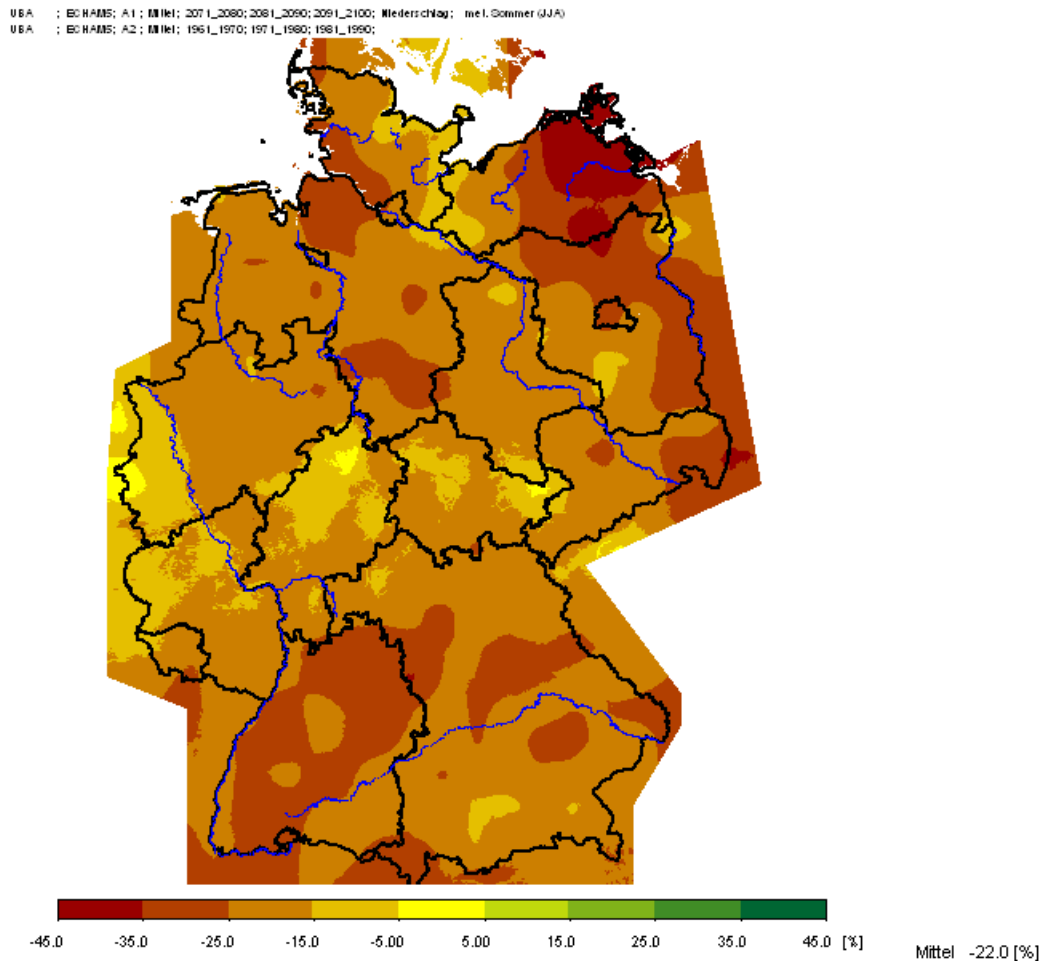


Abbildung 3: Veränderung der Sommerniederschläge (in Prozent) für die Jahre 2071–2100 gegenüber dem Vergleichszeitraum 1961–90. Szenario A1B.

Wie diese Beispiele zeigen, könnten die schnellen und tief greifenden Veränderungen des Klimas in Deutschland erhebliche Folgen für Mensch und Umwelt haben.

Die Schadenspotentiale als Folge extremer Wetterereignisse – wie Hitzewellen, Starkniederschläge und Stürme – sind oftmals noch wesentlich größer als jene der allmählichen Klimaänderungen. Bis zum Abschluss des Forschungsprojektes (Ende 2007) arbeiten die Forscherinnen und Forscher an der detaillierten Datenauswertung, um noch genauere Aussagen zur Häufigkeit und Stärke künftiger Extremereignisse treffen zu können. Für detaillierte Untersuchungen der Klimafolgenforschung sind diese Klimaszenarien eine unverzichtbare Basis.

Eine solche umfassende Untersuchung für das gesamte Gebiet Deutschlands legte im vergangenen Jahr erstmals das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung unter der Leitung von Prof. Dr. Wolfgang Cramer im Auftrag des UBA vor. Die Studie beantwortet die Frage, welche Regionen in Deutschland von Klimaänderungen besonders betroffen sein könnten und in welchen Bereichen die Betroffenen – Staat, Unternehmen sowie die Bürgerinnen und Bürger – handeln müssen. Das Ergebnis: Südwestdeutschland (Oberrheingraben), die zentralen Teile Ostdeutschlands (Nordostdeutsches Tiefland, Südostdeutsche Becken und Hügel) und die Alpen haben die höchste Anfälligkeit gegenüber Klimaänderungen.

Wasserressourcen, Gesundheit und Tourismus gelten für die Wirkungen des Klimawandels als besonders anfällig. Auch die Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Biodiversität und Naturschutz sowie Verkehr sind als anfällig gegenüber Klimaänderungen identifiziert. Eine weitere wichtige Erkenntnis: Für alle Regionen und Handlungsfelder gibt es – mehr oder weniger aufwändige – Möglichkeiten der Anpassung. Würden diese umgesetzt, reduzierte sich die Anfälligkeit in fast allen Handlungsfeldern und Regionen entscheidend.¹⁰ Wie sich Staat, Unternehmen sowie Bürgerinnen und Bürger in einzelnen Bereichen an den Klimawandel anpassen könnte, beschreibt das folgende Kapitel 4.

¹⁰ Zebisch et al. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Climate Change 08/05 (UFOPLAN 201 41 253). Dessau. (<http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2947.pdf>)

4. Anpassung an Klimaänderungen

Nur wer die Trends künftiger Änderungen kennt, ist in der Lage, sich rechtzeitig an den Klimawandel anzupassen. Die Crux: Die Notwendigkeit und Möglichkeiten der Anpassung sind in der Öffentlichkeit sowie bei Entscheidungsträgern in Politik und Unternehmen noch wenig bekannt. Das UBA möchte das Bewusstsein für Risiken schärfen. Die folgenden Beispiele der Anpassung zeigen Bereiche, die außergewöhnlich empfindlich auf Klimaänderungen reagieren. Das Positive an diesen Beispielen: Hier hat die Entwicklung der Gegenmaßnahmen bereits begonnen. In vielen anderen Bereichen gibt es dagegen noch eklatante Defizite bei Wahrnehmung und Tun.

Beispiel 1: Hochwasserschutz

Die Entstehung eines Hochwassers hängt von der Stärke des Niederschlags, den Eigenschaften des Einzugsgebietes – wie Topographie und Bodenbeschaffenheit – und den Besonderheiten des Flusses – wie Fließgeschwindigkeit und Tiefe – ab. Diverse Studien kommen zu dem Schluss, dass wir uns in Deutschland infolge des Klimawandels häufiger auf Hochwasser einstellen müssen.¹¹ Wegen an die Flußläufe dicht heranrückter Deiche sowie anderer Flussausbaumaßnahmen entfielen natürliche Überschwemmungsgebiete, die Flussläufe wurden so kürzer. Als Folge bewegen sich die Wasser der Flüsse mit höherer Geschwindigkeit, denn der Abfluss vieler Zuflüsse konzentriert sich schneller in einem Flussbett. Hochwasserwellen laufen daher schneller als früher, sind heutzutage erheblich „steiler“, und es fließt in kürzerer Zeit mehr Wasser ab – die Gefahr der Schäden durch Hochwasser steigt. Vor allem Gebäudeeigentümer, regionale Verwaltungen und Unternehmen müssen sich darauf einstellen.

Eine gute Grundlage dafür bietet das 2005 verabschiedete Hochwasserschutzgesetz. Ein wichtiger Baustein des vorbeugenden Hochwasserschutzes ist die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete. Auf diesem Wege lassen sich so genannte Retentionsflächen (Rückhalteflächen), in denen sich das Hochwasser schadlos ausbreiten kann, erhalten und die Schäden bei Hochwasser verringern. Das neue Hochwasserschutzgesetz schafft hier erstmals verbindliche Regeln über die Grenzen der Bundesländer hinweg. Die Länder müssen es nun zügig umsetzen. Zudem sollten die Planungen für den

¹¹ U.a. in KLIWA (2004): Klimaänderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft. KLIWA Berichte, Heft 4. <http://www.kliwa.de>

Hochwasserschutz – sowohl für Deiche als auch für Überschwemmungsgebiete – künftige Wirkungen des Klimawandels berücksichtigen.¹²

Untersuchungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in Baden-Württemberg (LUBW) zeigen, dass – als Folge der Klimaänderungen – die Hochwasserabflüsse an fast allen Pegeln des Neckar-Gebietes zunehmen könnten. Bei der Planung neuer wasserwirtschaftlicher Anlagen – wie Deiche, Schutzmauern oder Rückhaltebecken – ist es daher aus heutiger Sicht notwendig, die Auswirkungen des Klimawandels in Form eines so genannten „Klimafaktors“ zu berücksichtigen. Dies geschieht mit einem Zuschlag zum bereits vorhandenen Bemessungswert. Berechnungen ergaben für das Flusseinzugsgebiet des Neckars eine Zunahme beim hundertjährigen Hochwasserabfluss (HQ100) von rund 15 Prozent. Unter HQ100 versteht man ein Hochwasser, das – statistisch betrachtet – nur alle 100 Jahre einmal auftritt. Künftig ist daher im Neckargebiet der Wert für HQ100 mit dem Klimafaktor 1,15 zu multiplizieren.

Eine mögliche Strategie besteht darin, technische Schutzbauten derart flexibel zu gestalten, dass sie bei Bedarf einfach zu erweitern sind. Beispielsweise sind Dämme so zu planen und zu bauen, dass spätere Dammerhöhungen durch Vergrößerung der Böschungsneigungen oder Verschüttung auf der Landseite möglich sind. Spätere Verschüttungen vom Land aus setzen voraus, dass die Flächen hinter dem Damm frei und damit unbebaut bleiben.¹³

¹² Das Gesetz verpflichtet die Länder unter anderem bis März 2012 mindestens jene Gebiete als Überschwemmungsgebiete festzusetzen, in denen ein Hochwasser statistisch einmal in hundert Jahren zu erwarten ist. Für Gebiete mit einem hohen Schadenspotenzial, insbesondere in Siedlungsgebieten, endet die Frist für die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten zwei Jahre vorher. Diese Regelung soll zu einer Vereinheitlichung über Ländergrenzen hinaus führen. Nähere Informationen hierzu unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3019.pdf>

¹³ Projekt KLIWA, Klimaänderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft, <http://www.kliwa.de>

Beispiel 2: Forstwirtschaft

Die Erträge der Forstwirtschaft hängen besonders davon ab, wie sicher die Wasserversorgung ist, wie tolerant die Bäume gegenüber Temperaturänderungen sind und wie der Wald bewirtschaftet wird. Als Folgen des Klimawandels kann sich künftig besonders die Waldbrandgefahr erhöhen, während sich gleichzeitig die Wachstumsbedingungen verschlechtern und die Belastung durch Schädlinge und Wetterextreme steigt. Dies trifft in Ost- und Südwestdeutschland die Wälder insgesamt und in ganz Deutschland besonders Buchen- und Fichtenwälder. Da Wälder sehr langsam wachsen, können sie sich folglich nur über einen längeren Zeitraum veränderten klimatischen Bedingungen anpassen.

Bei mäßiger Geschwindigkeit der Klimaänderungen und Stabilisierung des Klimas auf anderem Niveau versprechen Anpassungsmaßnahmen Erfolg; bei schnellen und anhaltenden Veränderungen wird es dagegen weniger wahrscheinlich. Die Ablösung zunehmend schlechter angepasster, instabiler Nadelbaumbestände – wie Fichtenwälder – ist über den ökologischen Waldumbau in vertretbaren Zeiträumen möglich. Der Erfolg dieser Waldumbaumaßnahmen hängt in entscheidendem Maße von der Kenntnis der Standortverträglichkeit der betroffenen Arten sowie deren Verfügbarkeit bei der Walderneuerung ab. Bund und Länder fördern den Waldumbau im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“.

Das Beispiel der Fichtenwälder

Die Anfälligkeit der Fichte gegenüber Klimaänderungen ist ökonomisch besonders bedeutsam, weil sie die am häufigsten angebaute Baumart in Deutschland ist. Alternative Baumarten wie Buchen – die im Vergleich zur Fichte als eher resistent gegen Trockenheit und die Wärme liebend gelten – versprachen in der Vergangenheit einen geringeren ökonomischen Erfolg. Da die Fichte schnell wächst, bestockte man mit ihr Wälder mit ihr oft auch außerhalb ihrer natürlichen Standorte. Bereits heute ist in vielen Fichtenwäldern ein wirtschaftlicher Anbau kaum mehr gewährleistet, weil sich die klimatischen Rahmenbedingungen bereits ändern. In Zukunft dürfte dies noch mehr Regionen betreffen. Zudem ist die Fichte gegenüber den indirekten Auswirkungen des Klimawandels beson-

ders anfällig, wie Schädlingsbefall durch Borkenkäfer und Windwurf durch extreme Stürme.¹⁴

Die Bayerische Forstverwaltung identifiziert derzeit ältere Fichtenbestände an Standorten, die zu trocken und zu warm für ein ökonomisch verträgliches Wachstum sind.¹⁵ An diesen kritischen Standorten werden sich die Bedingungen in Zukunft weiter verschlechtern. Hier sind Anpassungsmaßnahmen besonders dringend gefragt.

Eine mögliche Strategie sind Waldumbauprogramme hin zu Mischwäldern. Denn im Vergleich zu (Fichten-)Monokulturen sind Mischbestände verschiedener Baumarten wesentlich robuster gegenüber äußeren Einflüssen.¹⁶

Beispiel 3: Hitzewarnsystem

Die Gefahren des Klimawandels für die menschliche Gesundheit lassen sich durch verschiedene Vorsorgemaßnahmen, wie einen verbesserten Hochwasserschutz, reduzieren. Darüber hinaus wirken verbesserte Warnsysteme, die Aufklärung über adäquates Verhalten, verbesserte Notfallpläne sowie eine bessere Gebäudeisolation und -kühlung gegenüber zu erwartenden Hitzewellen. Im Gesundheitswesen verantworten weitgehend die Länder die Vorkehrungen im Hinblick auf künftige extreme Wetterereignisse. Die Bundesregierung unterstützt die Entwicklung geeigneter Konzepte der Länder: So hatte das Bundesgesundheitsministerium die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften beauftragt, eine Bewertung der Gefährdung durch Hitzewellen in Deutschland vorzunehmen und Empfehlungen zu erarbeiten. Die Arbeitsgemeinschaft empfiehlt unter anderem, ein System einzurichten, das bei gefährlichen Hitzewellen warnt, damit die Einrichtungen des Gesundheits- und Sozialwesens eingreifen können.

¹⁴ Zebisch et al. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Climate Change 08/05 (UFOPLAN 201 41 253). Dessau.
(<http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2947.pdf>)

¹⁵ Weitere Informationen z.B. bei der Bayerischen Forstverwaltung, <http://www.forst.bayern.de>, FORSTINFO 03/2006

¹⁶ Zebisch et al. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Climate Change 08/05 (UFOPLAN 201 41 253). Dessau.
(<http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2947.pdf>)

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) entwickelte ein - bis auf Landkreisebene reichendes - Hitzewarnsystem. Der DWD warnt seit Mai 2005 bei der Überschreitung bestimmter Schwellenwerte der gefühlten Temperatur, in Abhängigkeit von Jahreszeit und Region. Die Warnungen erfolgen differenziert nach Landkreisen sowie für Höhen unter und über 400 Meter über dem Meeresspiegel. Die Informationen des DWD richten sich an die Öffentlichkeit sowie direkt an die Institutionen in den Gesundheitsressorts der Länder oder an die Lagezentren der Innenministerien. Vor allem Pflegeheime und Krankenhäuser können hiervon profitieren. Die Einrichtungen des Gesundheits- und Sozialsystems – wie Altenheime, Pflegeeinrichtungen und Krankenhäuser – sollten dazu über spezielle Kenntnisse in der Prävention und Therapie von Hitzeschäden verfügen; zum Beispiel durch Informationsblätter der Gesundheitsbehörden oder spezifische Weiterbildung des Pflegepersonals. Einzelne Bundesländer setzten solche Maßnahmen bereits um: Ein größeres Aufklärungsangebot und Notfallpläne gibt es in Baden-Württemberg; Thüringen und Hessen. In Zusammenarbeit mit dem DWD führte Hessen ein abgestuftes Warnsystem ein, dessen Warnungen sich in einer ersten Stufe an Heime, Heimaufsichtsbehörden und Gesundheitsbehörden richten und in einer zweiten Stufe an Ärzte, Rettungsdienste, Krankenhäuser und die Öffentlichkeit.^{17 18}

Hochwasserschutz, Forstwirtschaft und Gesundheit sind ein Beleg dafür, dass die Diskussion über regionale Klimawirkungen und notwendige Anpassungen bereits begonnen hat. Leider sind das Ausnahmen. Eine Umfrage des UBA ergibt, dass die Gefährdung durch Klimawirkungen bisher nicht ausreichend wahrgenommen ist oder tagesaktuelle, kurzfristige Herausforderungen die Gefährdung verdrängen.¹⁹

Es bedarf nach Meinung des UBA einer stärkeren – auch öffentlichen – Diskussion darüber, welche Risiken als tolerierbar gelten sollten und welche Risiken unbedingt zu verhindern sind. Diese Diskussionen sollten eine Einigung zum Ziel darüber haben, welche

¹⁷ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2006): Vierter Nationalbericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland. Berichterstattung unter dem Kyoto-Protokoll der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Berlin..

¹⁸ Die Webseite des Hitzewarnsystems: www.wettergefahren.de

¹⁹ In Zebisch et al. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt, Climate Change 08/05 (UFOPLAN 201 41 253). Dessau. (<http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-l/2947.pdf>)

Güter und welche Nutzungen vorrangig zu schützen und welche erforderlichenfalls nachrangig sind.

Tabelle 1 zeigt mögliche Wirkungen des Klimawandels in verschiedenen Bereichen in Deutschland.

Tabelle 1: Beispiele für mögliche Wirkungen des Klimawandels in verschiedenen Bereichen

Gesundheit	durch Hitzewellen, Stürme, Überschwemmungen, Lawinen oder Erdbeben verursachte Erkrankungen und Verletzungen sowie veränderte Verbreitungsgebiete vektorübertragener Krankheiten (wie FSME ²⁰ , Borreliose)
Landwirtschaft	verringerte Ernteerträge, insbesondere in trockenen Gebieten Ost- und Südwest-Deutschlands sowie abnehmende Ertragssicherheit durch erhöhte Klimavariabilität
Forstwirtschaft	erhöhte Anfälligkeit nicht standortgerechter Baumarten vor allem in O- u. SW-Deutschland sowie erhöhte Waldbrandgefahr und zunehmende Belastung der Wälder durch Schädlinge und Wetterextreme
Wasserwirtschaft	steigende Gefahr für Hochwasser (Winter/Frühjahr) sowie häufigeres Niedrigwasser (Sommer), sinkende Grundwasserspiegel, insbes. in Ost-Deutschland
Naturschutz	Gefährdung der Artenvielfalt, insbes. in Feuchtgebieten und Gebirgsregionen
Verkehr	Beeinträchtigung des Flugverkehrs wegen sich verändernder Luftströmungsverhältnisse sowie der Binnenschifffahrt durch häufigere Hoch- und Niedrigwasser
Tourismus	Abnahme der Schneesicherheit in Gebirgsregionen sowie zunehmender Hitzestress in südlichen Destinationen, mögliche Verbesserung nördlicher Seestandorte
Finanzwirtschaft	höhere direkte Kosten in Haftungsfällen für Versicherer und Rückversicherer
Energiewirtschaft	Beeinträchtigung der Kühlleistung von Kraftwerken durch Hoch- und Niedrigwasser sowie der Stromnetze durch Eislasten, Starkwind und -regen
Städtebau und Stadtplanung	Überwärmung und mangelnde Durchlüftung von Innenstädten sowie zu gering bemessene Kanalisationsanlagen

²⁰ Frühsommer-Meningo-Enzephalitis – eine entzündliche Erkrankung des Gehirns oder der Hirnhäute. Sie wird durch Zeckenbisse übertragen.

Gebäudetechnik	stärkere Hitzebelastung in Innenräumen durch mangelnden Strahlungsschutz von Gebäuden und höhere Lufttemperaturen
----------------	---

5. Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung im Umweltbundesamt

Das UBA empfiehlt, jetzt mit den Arbeiten an einer nationalen Strategie zur Anpassung an die Wirkungen des Klimawandels in Deutschland zu beginnen und möchte mit dem neuen Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung wichtige Impulse geben. Im Koalitionsvertrag dieser Legislaturperiode steht: „Wir stehen vor großen Herausforderungen, die sich insbesondere aus den Gefahren des Klimawandels ...ergeben.“ Und „...die Folgen des Klimawandels ... stellen den Bevölkerungs- und Katastrophenschutz vor neue Herausforderungen.“

Im Nationalen Klimaschutzprogramm 2005 beschloss die Bundesregierung, die Arbeiten an einem Konzept zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland aufzunehmen. Um dieses Konzept zu unterstützen – einschließlich einer fachlichen und umweltpolitischen Begleitung der Realisierung – beauftragte das Bundesumweltministerium das UBA mit der Einrichtung eines Kompetenzzentrums „Klimafolgen und Anpassung“ (Kom-Pass).²¹

Auf einer Veranstaltung am 17. Oktober 2006 fiel der Startschuss für eine umfassende Diskussion über die Entwicklung einer nationalen Strategie zur Anpassung an Klimaänderungen in Deutschland. Eine maßgebliche Rolle spielt die Diskussion der Fragen: Wie lässt sich eine Anpassung an den Klimawandel verwirklichen? Was kostet die Anpassung, wo sind ihr Grenzen gesetzt und welche politischen Rahmenbedingungen sind notwendig?

²¹ Nationales Klimaschutzprogramm 2005 <http://www.bmu.de/klimaschutz/downloads/doc/35742.php>

KomPass wird das Fachwissen zu Klimafolgen und Anpassung vernetzen und an Entscheidungsträger sowie die Öffentlichkeit vermitteln. Damit will das UBA die Arbeit aller vereinfachen, die sich – sei es als Unternehmen, Verwaltung, sowie Wirtschafts- und Umweltverbände – mit der Anpassung an Klimaänderung befassen müssen. KomPass wird dazu eigene Klimaszenarien verschiedener Modelle verfügbar machen und das vorhandene Wissen zur Anpassung an Klimaänderungen bündeln.

Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung im Umweltbundesamt (KomPass) wird – zeitlich gestaffelt – folgende Dienstleistungen anbieten:

- o KomPass wird – unter breiter Beteiligung weiterer politischer Akteure auf Bundes- und Länderebene – das Bundesumweltministerium bei den Arbeiten zur Nationalen Anpassungsstrategie wissenschaftlich unterstützen.
- o KomPass fasst die Ergebnisse regional orientierter Klimafolgenforschungsprojekte zusammen und bereitet sie für Entscheidungsträger klar und verständlich auf. Die Synthese wird KomPass mittels eines Fachinformationssystems, Karten und Grafiken, Broschüren, Infomappen und Hintergrundpapieren publizieren.
- o Eine eigene Internetseite wird – kontinuierlich aktualisiert – Forschungsberichte, Hintergrundpapiere, Präsentationen und Workshopberichte enthalten. Ein Newsletter wird regelmäßig über den Stand der fachlichen Diskussion, die KomPass-Aktivitäten sowie Projekte kooperierender Organisationen berichten.
- o KomPass baut ein Netzwerk mit Akteuren aus Wirtschaft und Verwaltung auf, um erstens sektorale und regionale Ergebnisse zusammenzutragen und zweitens die Anforderungen sowie Anliegen der Partner aufzunehmen und in den Arbeiten des Zentrums zu berücksichtigen. Dazu wird KomPass Workshops und Seminare für Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Wirtschaft und Verwaltung durchführen.
- o Mit der Bereitstellung von Daten und wissenschaftlicher Informationen wird KomPass die regionale Klimafolgenforschung für Deutschland intensivieren.

Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) ist ab dem 17. Oktober 2006 unter www.umweltbundesamt.de/klimaschutz zu erreichen. Die E-Mailadresse lautet kompass@uba.de.