Die Bundesregierung

Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

ENTWURF

Konsultationspapier

Stand: 26.05.2015

Das vorliegende Konsultationspapier setzt sich zusammen aus ausgewählten Elementen des Fortschrittsberichts zur Deutschen Anpassungsstrategie (im Inhaltsverzeichnis gelb hervorgehoben). Die Textauszüge spiegeln den gegenwärtigen Stand der Diskussionen in der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung (IMA Anpassung) wider und können im Zuge der weiteren Bearbeitung Änderungen unterliegen. Die Ergebnisse der Konsultation fließen in den weiteren Prozess der Erstellung des Fortschrittberichts ein. Die Bundesregierung wird den Fortschrittsbericht mit konkreten Schritten zur Weiterentwicklung und Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) Ende 2015 beschließen.

INHALTSVERZEICHNIS

A Einleitung

A 1 Ziel des Fortschrittsberichts

A 2 DAS Prozess und Grundsätze

A 3 Verbindungen zu anderen Strategieprozessen

B Umsetzung erster Aktionsplan (2011)

B 1 Säule 1: Wissen bereitstellen, Informieren, Befähigen

B 2 Säule 2: Rahmensetzung durch den Bund

B 3 Säule 3: Aktivitäten in direkter Bundesverantwortung

B 4 Säule 4: Internationale Verantwortung

B 5 Haushaltswirksame Ausgaben im Rahmen der nationalen Anpassungspolitik

B 6 Aktivitäten der Länder

B 7 Gute Beispiele anderer Akteure

B 8 Querauswertung der wissenschaftlichen Vorhaben des Bundes

B 9 Schlussfolgerungen

C EU und Internationales

C 1 EU-Anpassungsstrategie

C 2 Anpassung im Rahmen UNFCCC

C 3 Schlussfolgerungen für DAS-Prozess

D Prioritäre Klimafolgen und Handlungsbereiche

D 1 Klimaänderungen und Extremereignisse (Neue Ergebnisse aus der Klimaforschung)

D 2 Beobachtete Klimawirkungen und begonnene Anpassung

D 3 Vulnerabilitätsanalyse

D 4 Klimafolgen im Ausland, Rückwirkungen auf Deutschland

D 5 Prioritäre Handlungsbereiche

E Weiterentwicklung von DAS und APA

E 1 Verstetigung des DAS-Prozesses, neue Schwerpunkte, Verantwortlichkeiten

E 2 Empfehlungen aus Forschungsverbünden, Modellvorhaben etc.

E 3 Fortschreibung des APA (APA II)

E 3.1 Querschnittsaktivitäten des Bundes

E 3.2 Aktivitäten des Bundes, der Länder und Handlungsmöglichkeiten anderer Akteure

E 4 Internationale Verantwortung (Säule 4 des APA 2011)

E 5 Künftiges Monitoring

E 5.1 Monitoringbericht

E 5.2 Berichterstattung (EU, UNFCCC)

E 6 Nächste Meilensteine

Anhang

1 Vulnerabilitätsanalyse

2 Aktionsplan Anpassung II

3 Klimaänderungen und Extremereignisse - Langfassung

Quellen

A Einleitung

Der Klimawandel ist weltweit eine der größten Herausforderungen, um zukunftsfähige Lebens- und Umweltbedingungen zu erhalten. Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) hat in seinem 5. Sachstandsbericht nachdrücklich aufgezeigt, dass rechtzeitige Anpassung an den Klimawandel zunehmend bedeutsamer wird, um Schäden und Risiken durch Klimaänderungen zu verringern und höhere Schadens- und Anpassungskosten zu einem späteren Zeitpunkt zu begrenzen. Denn je stärker der Klimawandel wird, desto eher werden die Grenzen für die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen erreicht. Der IPCC stellt klar: Klimawandel birgt klare Risiken für eine nachhaltige Entwicklung und Klimawandel steht dabei in wechselseitiger Wirkung mit den Trends des globalen Wandels, wie zunehmende Verstädterung, anwachsende Weltbevölkerung, Landnutzungsänderungen und zunehmende Ressourcenknappheit, die künftige Risiken weiter verstärken.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, hat das Bundeskabinett unter Federführung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Dezember 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel beschlossen. Übergreifendes Ziel der DAS ist es, die Vulnerabilität Deutschlands gegenüber den Wirkungen des Klimawandels zu vermindern und die Anpassungskapazität Deutschlands an den Klimawandel zu erhöhen und damit bestehende Handlungsziele der verschiedenen Politikfelder auch unter den Bedingungen des weiter fortschreitenden Klimawandels möglichst realisierbar zu halten. Zur Konkretisierung der DAS folgte der vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossene Aktionsplan Anpassung (APA). Der APA unterlegt die DAS mit spezifischen Aktivitäten des Bundes und zeigt Verknüpfungen mit anderen nationalen Strategieprozessen auf.

Ziele von DAS und APA

Die langfristigen Ziele der DAS und des APA sind die Verminderung der Verwundbarkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels sowie der Erhalt und die Steigerung der Anpassungsfähigkeit natürlicher und gesellschaftlicher Systeme an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels (DAS 2008: 4f.). Dabei sollen Chancen des Klimawandels genutzt werden (APA 2011: 8).

Die Begleitung und ressortübergreifende Abstimmung der Arbeiten zur DAS läuft über die Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung (IMA), die Federführung liegt bei BMUB. Darüber hinaus richtete die Umweltministerkonferenz (UMK) einen Ständigen Ausschuss zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (StA AFK) ein, der Teil der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Klima, Energie, Mobilität und Nachhaltigkeit (BLAG KliNa) ist und an den Arbeiten zum Fortschrittsbericht beteiligt ist.

A 1 Ziel des Fortschrittsberichts

Mit dem Kabinettsbeschluss zum APA wurde die Erstellung eines Fortschrittsberichtes mit konkreten Schritten zur Weiterentwicklung und Umsetzung der DAS vereinbart. Dieser Bericht

schreibt den Handlungsrahmens zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland fort. Er stellt dabei die Aktivitäten und die Perspektive des Bundes dar. Der Fortschrittsbericht zeigt den derzeitigen Stand dieser Aktivitäten im Sinne einer Zwischenbilanz auf: Was wurde erreicht und was sind die nächsten Schritte, um die vereinbarten Ziele zu erreichen? Der Fortschrittsbericht ist daher ein wichtiger Meilenstein in einem längerfristigen Prozess, um Anpassung an den Klimawandel dauerhaft in allen gesellschaftlichen Bereichen und bei den relevanten Akteuren zu verankern. Die Bundesregierung wird hierzu auch künftig den Dialog mit gesellschaftlichen Gruppen suchen und über den weiteren Fortschritt berichten. Die im Fortschrittsbericht und APA II dargestellten Maßnahmen liegen in der Verantwortung der jeweils zuständigen Ressorts und werden – vorbehaltlich verfügbarer Haushaltsmittel – im Rahmen der jeweils geltenden Haushalts- und Finanzplanungsansätze (einschließlich Stellen / Planstellen) finanziert. Die Maßnahmen haben unterschiedliche Tragweiten. Einige Maßnahmen sind für die Umsetzung der DAS von handlungsfeldübergreifender Bedeutung und müssen als einheitliche Grundlage des Handelns für Planer und Entscheider als neue Daueraufgabe etabliert werden. Andere Maßnahmen sind sektorspezifisch.

A 2 DAS Prozess und Grundsätze

Waren die letzten 10-15 Jahre in Deutschland vordringlich der Strategieentwicklung und dem Schließen von Wissenslücken gewidmet (siehe Abb. 1), hat sich der Fokus der Arbeit der letzten Jahre zunehmend in Richtung einer beginnenden Strategieumsetzung auf Ebene der Anwender verschoben (siehe nachfolgende Textbox zu den Grundsätzen von DAS und APA). Durch angewandte Vorlaufforschung wurden erste Werkzeuge und Instrumente entwickelt, die die Auswirkungen des Klimawandels auf regionaler und lokaler Ebene belastbarer für Planer und Entscheider abbilden und die nun sukzessive operationalisiert werden müssen. Ferner war die Umsetzung bisher wesentlich dadurch gekennzeichnet, den Klimawandel in bestehenden Instrumenten zu verankern. Dieser Prozess des „mainstreaming“ wird fortgesetzt werden, um in bestehende Planungs- und Betriebsabläufe in der Praxis das Handwerkszeug zu etablieren, um so auf geringe oder moderate Klimarisiken in den betroffenen Bereichen und Regionen vorbeugen bzw. angemessen reagieren zu können. Dies trägt dazu bei, gesellschaftliche Akteure in die Lage zu versetzen, durch Eigenvorsorge oder unterstützt durch staatliche Einrichtungen flexibel auf die Risiken des Klimawandels reagieren zu können.

Grundsätze von DAS und APA

Die Bundesregierung orientiert sich an folgenden Grundsätzen:

- Offenheit und Kooperation
- Wissensbasierung;
- Subsidiarität, Eigenvorsorge, Anpassungskapazität und Verhältnismäßigkeit;
- Integraler Ansatz und Berücksichtigung von Klimafolgen in Planungen und Entscheidungen;
- Handeln unter Unsicherheiten;
- Internationale Verantwortung;
- Nachhaltigkeit und Vorsorgeorientierung.

Im APA wurde festgelegt, dass der Fortschrittsbericht aus folgenden Teilen besteht:

- Analyse und Bewertung der Verwundbarkeit Deutschlands inklusive Prioritätensetzung der Risiken durch den Klimawandel, der Handlungserfordernisse und der Maßnahmen des Bundes.
- Evaluationsbericht zur Umsetzung des Aktionsplans Anpassung sowie einen Indikatoren gestützten Monitoringbericht.
- Fortgeschriebener Aktionsplanung inklusive konkretem Zeit- und Finanzierungsplan.
- Die nächsten Schritte zur Weiterentwicklung der DAS und zur regelmäßigen Evaluierung des Anpassungsprozesses.

Abbildung 1: DAS-Prozess (größere Ansicht am Ende des Dokuments)

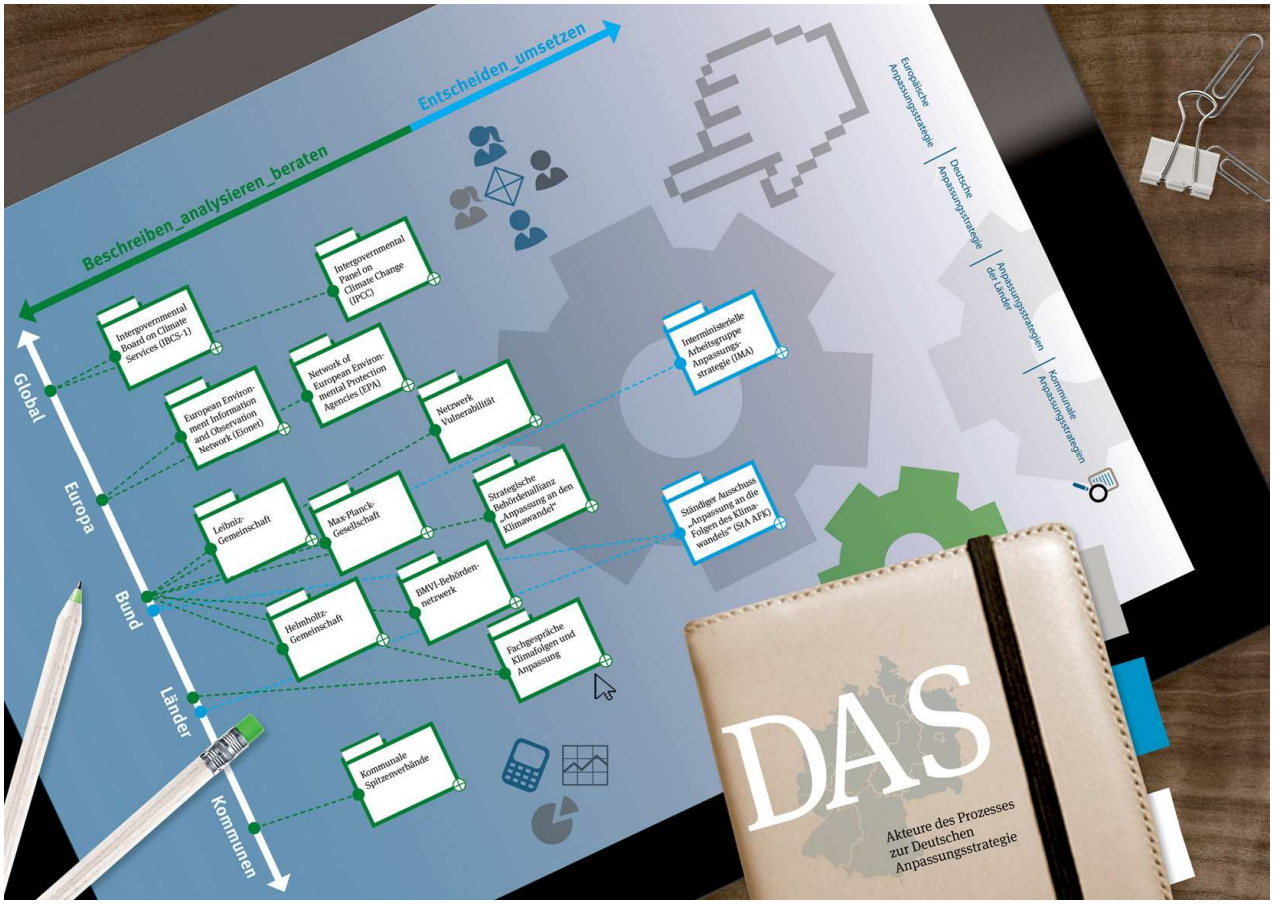


Abbildung 2: DAS-Akteurslandschaft (größere Ansicht am Ende des Dokuments + Akteurslisten folgender in der Grafik aufgeführter Netzwerke: Netzwerk Vulnerabilität, Strategische Behördenallianz, Fachgespräche Klimafolgen, Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie, Ständiger Ausschuss „Anpassung an die Folgen des Klimawandels")

A 3 Verbindungen zu anderen Strategieprozessen

Anpassung an den Klimawandel wird in den fachpolitischen Strategieprozessen der Bundesressorts unterschiedlich aufgegriffen und findet auch unter Berücksichtigung europäischer Aktivitäten, z. B. der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie, statt.

Wenn die Ziele der Anpassung an den Klimawandel mit den Zielen anderer Strategien übereinstimmen, können sie sich unmittelbar gegenseitig unterstützen. Ebenso können Konflikte zwischen verschiedenen Strategieprozessen verringert oder vermieden werden, wenn die Verbindungen zueinander identifiziert sind.

Starke Übereinstimmung besteht zwischen den Zielen der DAS und der **Nationalen Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen** in Hinblick auf Verminderung der Verwundbarkeit sowie Erhalt und Steigerung der Anpassungsfähigkeit von kritischen Infrastrukturen gegenüber Extremwetterereignissen. Eine Konkretisierung von Zielen der DAS weist das **Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien im Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels**[i] auf. Anpassung an den Klimawandel ist eine der Voraussetzungen, um Nachhaltigkeit zu erreichen: Die **Nationale Nachhaltigkeitsstrategie** bietet mehrere Anknüpfungspunkte zur Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an den

Klimawandel. Anpassung an den Klimawandel ist eng mit Nachhaltigkeit verknüpft: Klimawandelanpassung ist notwendig, um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen. Zudem orientieren sich die Umsetzung der DAS sowie Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel an den Zielen und Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung. Für die **Deutsche Rohstoffstrategie** und das **Ressourceneffizienzprogramm ProgRess** kann Anpassung an den Klimawandel als zusätzlicher Faktor der Sicherheit der Rohstoffförderung und –lieferketten im Ausland an Bedeutung gewinnen. Hier kommt es darauf an, entsprechende Ansätze nachhaltig auszugestalten, so dass ökonomische, ökologische und soziale Aspekte gleichberechtigt berücksichtigt und Innovationen als Motor der Wirtschaft unterstützt werden. Durch die Umsetzung und Weiterentwicklung von ProgRess können wesentliche Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel geleistet werden, insbesondere in den Bereichen nachhaltiges Bauen und Stadtentwicklung sowie nachhaltige Biomassenutzung. DAS und **Waldstrategie 2020** zielen darauf ab, die Klimarisiken für die Forstwirtschaft und die Waldfunktionen zu minimieren. Ziel des Handlungsfeldes 1 „Klimaschutz und Klimaanpassung“ der Waldstrategie 2020 ist es, den Beitrag der Forst- und Holzwirtschaft zum Klimaschutz zu sichern und zu steigern. Daneben gilt es, die Wälder an die Klimaänderungen anzupassen, um weiterhin alle Funktionen des Waldes für die Gesellschaft, Eigentümer, Natur und Umwelt gewährleisten zu können. Mit dem gemeinsamen Förderinstrument von BMEL und BMUB Waldklimafonds (Juli 2013) wurde eine wichtige Voraussetzung zur Zielerreichung geschaffen. Zwischen der DAS und der **Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt** bestehen umfassende Querbezüge auf der Ziel- und Maßnahmenebene. In der Umsetzung wird Anpassung an den Klimawandel z.B. im **Bundesprogramm Biologische Vielfalt** berücksichtigt. Im Rahmen der Agendaprozesse der **Hightech-Strategie 2020** wurde der Forschungsbedarf zu Anpassung an den Klimawandel für die Nationale Plattform Zukunftsstadt konkretisiert.

„Mainstreaming“ von Anpassung an den Klimawandel erfolgt im nationalen Umsetzungsprozess von **EU-Richtlinien**, z.B. werden erste Ansätze bereits in der Umsetzung der **Wasserrahmenrichtlinie** und insbesondere der **Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie** vollzogen. Zukünftig bietet auch die **EU-Richtlinie zur Maritimen Raumordnung** einen Handlungsrahmen, um Aspekte der Anpassung an den Klimawandel beim Meeresschutz und der Küstenentwicklung zu integrieren.

In der Umsetzung verschiedener Strategien können sowohl Konflikte als auch Synergien auftreten, wenn sich einzelne Maßnahmen zur Zielerreichung einer Strategie mit einzelnen Maßnahmen einer anderen Strategie sachlich oder räumlich überlagern. Nicht immer sind mögliche Konflikte auf der Maßnahmenebene bereits in den Zielformulierungen verschiedener Strategien erkennbar. Für die Zukunft besteht verstärkter Bedarf, die verschiedenen Strategieprozesse mit Bezug zur Anpassung an den Klimawandel weiter miteinander zu verknüpfen, um dadurch das „mainstreaming“ von Anpassung an den Klimawandel zu verstärken. Zudem wird durch die stärkere Verknüpfung von Strategieprozessen die Vorsorge gegenüber großen Risiken durch den Klimawandel in den Strategien der Bundesressorts gestärkt. Um Strategien künftig stärker miteinander zu verbinden, sind Offenheit, Beteiligung, Transparenz und die Klärung von Verantwortungsbereichen bei der Strategieentwicklung und –umsetzung grundlegend.

B Umsetzung erster Aktionsplan (2011)

B 6 Aktivitäten der Länder

Im Folgenden wird ein Überblick über die Aktivitäten der Bundesländer seit Veröffentlichung des APA I gegeben. Dabei werden übergreifende Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufgezeigt. Die einzelnen Beiträge der Bundesländer inklusive kommentierter Links und Literaturverweisen sowie eine Auflistung der wichtigsten Institutionen und Ansprechpartner finden sich auf der Webseite des Kompetenzzentrums Klimafolgen und Anpassung im Umweltbundesamt[ii].

Politischer Rahmen: Inzwischen haben alle Bundesländer einen eigenen politisch-administrativen Rahmen zur Anpassung an den Klimawandel gesetzt. Seit 2011 sind in den meisten Ländern Strategien und Aktionspläne neu erstellt oder bestehende überarbeitet worden. Teilweise wurden eigenständige Strategien zur Anpassung an den Klimawandel erstellt, oft sind diese auch unter dem Dach einer gemeinsamen Klimastrategie mit Klimaschutzzielen verbunden. Vereinzelt gibt es direkte Verbindungen zu weiteren Strategieprozessen, vorrangig sektoraler Art wie Naturschutz- & Biodiversitätsstrategie oder Küstenschutz. Nur selten wird Anpassung an den Klimawandel in einen übergreifenden politischen Rahmen gestellt, wie etwa Nachhaltigkeit oder Landesentwicklung.

Der Grad der Verbindlichkeit des politischen Rahmens ist sehr unterschiedlich. In allen Fällen gibt es wissenschaftlich-deskriptiv gehaltene Darstellungen möglicher Klimafolgen. In vielen Fällen werden Hilfen für Bürger, Kommunen und Unternehmen gegeben, die jedoch selten verpflichtend sind. In rund der Hälfte der Länder gab es formelle Beschlüsse der Landesparlamente mit detaillierten Arbeits- und Maßnahmenplänen. Einige Länder arbeiten bereits an der Umsetzung spezieller Klimawandelanpassungsgesetze bzw. die Übernahme von Klimawandelanpassungsaspekten in den bestehenden Rechtsrahmen. Damit könnte die Vorsorge vor Klimawandelrisiken rechtlich verbindlich werden. Dies wäre eine wichtige Grundlage besonders für kommunale Entscheidungen.

Länderspezifische Klimafolgen und Vulnerabilität: In allen Bundesländern liegen inzwischen Studien zur spezifischen Folgen des Klimawandels und möglichen Risiken vor. Die Flächenländer beachten übereinstimmend besonders die klimasensitiven Handlungsfelder Wald und Forstwirtschaft sowie Landwirtschaft. Bei letzterer wird vorrangig der Schwerpunkt Ackerbau behandelt, während andere Bereiche der Pflanzenproduktion oder die Tierhaltung bisher nur selten betrachtet werden. In den städtischen Regionen und den Stadtstaaten werden vor allem die Folgen von Hitzephasen für die Stadtplanung thematisiert. Zunehmend werden Klimafolgen in detaillierten Wirkmodellen analysiert und in hoher Auflösung berechnet. Dabei betrachten die meisten Studien rein sektorale Risiken. Nur wenige Bundesländer analysieren bereits sektorübergreifende Wirkungsketten oder Wechselwirkungen. Somit liegen bisher auch nur wenige regionale sektorübergreifende Vulnerabilitätsanalysen vor. Auch werden regionale Klimafolgen bisher selten systematisch mit anderen Herausforderungen wie demographischer Wandel oder Landnutzungswandel in Verbindung gesetzt.[iii]

Anpassungsmaßnahmen: Nur wenige Länder haben verbindliche, sektorübergreifende Maßnahmenpläne durch die Länderparlamente beschlossen. Oft sind Maßnahmenpläne auf wenige Handlungsfelder gerichtet, etwa Küstenschutz, Land- und Forstwirtschaft oder Stadtplanung, dann aber durchaus ambitioniert und umfangreich. Viele Pläne folgen dem Prinzip des ‚no-regret'. Hier werden vor allem solche Maßnahmen beschlossen, die generell positive Effekte haben, d.h. auch unter verschiedenen zukünftigen Klimaszenarien, oder wenn der Klimawandel geringer ausfallen sollte als derzeit erwartet, wirksam sind. Weitere Maßnahmen haben oft eher empfehlenden Charakter und nur eine geringe Verbindlichkeit. Dies mag auch daran liegen, dass viele Maßnahmen lokal mit der kommunalen Ebene abgestimmt werden müssen und nicht allein durch die Länder beschlossen werden können.

Lokale Maßnahmen: Die Länder berichten über eine Vielzahl an engagierten lokalen Prozessen zur Anpassung an den Klimawandel. Seit 2011 werden in Städten und Gemeinden vermehrt Anpassungskonzepte erarbeitet, die Klimawandel in lokalen Entscheidungen berücksichtigen und konkrete Maßnahmen umsetzen. Eine wichtige Vorreiterrolle spielen dabei Modellvorhaben, die durch den Bund unterstützt wurden. Die Finanzierung erfolgte insbesondere aus den Förderprogrammen KLIMZUG (BMBF) und KlimaMORO (BMVI) des ersten Aktionsplans.[iv] Diese Modellvorhaben sind inzwischen ausgelaufen. Sie haben eine ganze Reihe an Erkenntnissen und Erfahrungen geliefert, auf welche Länder und Kommunen jetzt aufbauen können. Eine Synthese bietet das Kapitel E 2. Eine wesentliche Herausforderung besteht jetzt darin, von den Modellprojekten in eine breite landes- und bundesweite Umsetzung in der Fläche zu gehen.

Der Bund führte in Zusammenarbeit mit verschiedenen Ländergruppen eine **Reihe an Regionalkonferenzen** zu spezifischen Anpassungsthemen durch. Das BMUB gab jeweils eine Anschubfinanzierung. Die Konferenzen sollten das Bewusstsein für die Zusammenhänge und Auswirkungen des Klimawandels in der jeweiligen Region bei Entscheidungsträgern und Multiplikatoren stärken sowie Orientierungshilfen für das Handeln von Entscheidungsträgern bereitstellen und damit die Umsetzung der DAS unterstützen und Anpassung an den Klimawandel in den Regionen verankern. Zudem sollten die Regionalkonferenzen die Zusammenarbeit von regionalen Akteuren aus Wissenschaft, Politik, Verwaltung, Verbänden stärken. In den vergangenen Jahren fanden insgesamt 5 solcher Konferenzen mit jeweils etwa 250 bis 450 Teilnehmern statt.

Tabelle 1: Übersicht Regionalkonferenzen

Thema	Küste I	Oberrheingraben	Küste II	ostdeutsche Trockenregionen	Land- und Forstwirtschaft Norddeutschland
Ort	Hamburg	Karlsruhe	Bremerhaven	Leipzig	Lübeck
Datum	März 2011	März 2012	November 2012	April 2014	Juni 2014

Die Reihe bot eine gute Plattform für die Diskussion der Ergebnisse von Modellvorhaben und ist damit ein Beitrag zur Umsetzung in der Fläche. Die Konferenzen erhielten durchweg eine hohe politische Aufmerksamkeit, hochrangige politische Vertreter wirkten etwa bei Podiumsdiskussionen mit. Bund und Länder werden die Reihe weiterführen und Anstrengungen unternehmen, die Kommunen stärker in die Regionalkonferenzen einzubinden und ihnen die

Anpassung an den Klimawandel als wichtige Aufgabe der Daseinsvorsorge darzustellen. Unterschiedliche Ansätze bei den Regionalkonferenzen sind künftig - je nach Rahmenbedingungen und regionaler Situation - sinnvoll und gewünscht.

B 7 Gute Beispiele anderer Akteure

Der **Deutsche Städtetag** hat im Jahr 2012 ein Positionspapier „Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte“[v] veröffentlicht. Das Positionspapier stellt einen kompakten Maßnahmenkatalog für die Handlungsfelder Gesundheit, Katastrophenschutz, Stadtplanung, Städtebau, Stadtgrün, Mobilität/Verkehr, Wasser, Boden sowie Biotop-/Artenschutz vor. Die im Deutschen Städtetag organisierten Großstädte haben diese Arbeitsgrundlage für die Aufstellung von lokalen Anpassungskonzepten genutzt. Zudem bietet die Fachkommission Umwelt des Deutschen Städtetags ein halbjährliches Forum für den multilateralen Austausch der Mitgliedsstädte zu Anpassung an den Klimawandel.

Der **Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches** (DVGW) sowie die **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.** (DWA) beziehen sich in ihren jeweiligen Aktivitäten auf Anpassung an den Klimawandel. Die DWA publizierte im Jahr 2013 einen Themenband „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“[vi]. Der DVGW berichtete verstärkt im Jahr 2014 in seinem Vereinsorgan „DVGW energie | wasser-praxis“ in verschiedenen praxisorientierten Fachaufsätzen zu Anpassung an den Klimawandel[vii]. DVGW und DWA vermitteln wasserbezogene Aspekte zum Thema zusätzlich in Foren und Seminaren für ihre Zielgruppen.

Das **Deutsche Institut für Normung** (DIN) hat seit 2012 über die Koordinierungsstelle Umweltschutz den Arbeitskreis Anpassung an den Klimawandel eingerichtet (DIN KU-AK 4). Das Ziel ist die bessere Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels in Normen. Der Arbeitskreis setzt dabei zwei Schwerpunkte: Erstens die Betroffenheit der verschiedenen Normen von möglichen Klimaänderungen zu identifizieren und zweitens die Erarbeitung einer DIN SPEC zum Umgang mit Unsicherheiten.[viii] Eine Umfrage unter den Normungsgremien sieht Schnittstellen vor allem bei Ökosystemen sowie bei Anlagen und Einrichtungen, die besonders den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind. Weiterhin werden Wechselwirkungen zum Klimaschutz aufgezeigt, etwa bei der Energieerzeugung und Energieeffizienz in Gebäuden. Am Ende der Arbeiten sollen praxisnahe Umsetzungshilfen für die Normenausschüsse des DIN stehen.

Zwei weitere **DIN SPEC Dokumente** zur Anpassung an den Klimawandel entstanden aus KLIMZUG-Vorhaben. Das Dokument zu Stakeholder Engagement gibt Handlungsempfehlungen für die effektive Einbindung von Interessensgruppen in Anpassungsprozesse.[1] Ergänzend dazu gibt das Dokument zu Szenarioplanung eine Richtlinie vor, wie Unternehmen die Auswirkungen aktueller Wandelerscheinungen (z. B. Klimawandel, aber auch demographischer oder technologischer Wandel) für ihr Unternehmen identifizieren sowie mögliche Zukunftsbilder entwickeln und geeignete Anpassungsstrategien ableiten können.[2]

[1] Vgl. http://www.spec.din.de/cmd?level=tpl-art-detailansicht&artid=223284082
[2] Vgl. http://www.spec.din.de/cmd?level=tpl-art-detailansicht&artid=206125384

D Prioritäre Klimafolgen und Handlungsbereiche

D 1 Klimaänderungen und Extremereignisse (Neue Ergebnisse aus der Klimaforschung)

Methodische Grundlagen für die Analyse der Klimaentwicklung in der Vergangenheit

Für Deutschland sind seit dem Jahr 1881 für die beiden wichtigsten meteorologischen Größen Temperatur und Niederschlag ausreichend Daten vorhanden, um Veränderungen des Klimas auch in der Fläche detailliert zu bestimmen. Über solch langfristige Auswertungen hinaus ist es in Anlehnung an die Empfehlungen der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) üblich, als Klimareferenzperiode den Zeitraum von 1961–1990 zu wählen, um im Rahmen von statistischen Betrachtungen Veränderungen des aktuellen Klimas zu beschreiben. Für die Untersuchung von Extremereignissen werden tägliche Messwerte benötigt, die erst seit 1951 zur Verfügung stehen. Da solche Ereignisse aufgrund ihres hohen Schadenspotentials die größte Gefahr für unsere Gesellschaft bergen, erfolgte die Analyse der bisherigen Änderungen dieser Ereignisse trotz der beschränkten Datenverfügbarkeit.

Klimaänderungen in Deutschland in der Vergangenheit und Projektionen für die Zukunft

Für Klimaanalysen auf einer regionalen Skala reichen die Ergebnisse Globaler Klimamodelle (GCM) aufgrund ihrer geringen räumlichen Auflösung (ca. 150 km × 150 km) in aller Regel nicht aus. Um Aussagen für regionale Fragestellungen zu erhalten, wurden zusätzlich regionale Klimamodelle (RCM) mit einer räumlichen Auflösung von ca. 25 km x 25 km entwickelt und mit den globalen Modellen verknüpft. Die im Folgenden erläuterten Ergebnisse beruhen auf Analysen aus dem KLIWAS-Ensemble[3], genauere Informationen finden sich unter http://www.kliwas.de.
Betrachtet werden die Änderungen der 30-jährigen Mittelwerte der betrachteten Klimaelemente jeweils für den Zeitraum 2021-2050 („nahe Zukunft“) und für den Zeitraum 2071-2100 („ferne Zukunft“), für Deutschland und angrenzende Flusseinzugsgebiete, basierend auf einem 5 km x 5 km-Gitter, für den Referenzzeitraum 1961-1990 dargestellt.

Das Jahresmittel der **Lufttemperatur** ist im Flächenmittel von Deutschland von 1881 bis 2013 statistisch gesichert um 1,2 °C angestiegen[4]. Auch im Vergleich „Klimareferenzperiode (1961-1990) zu aktuellem Bezugszeitraum (1981-2010)“ ist der Mittelwert der Lufttemperatur in Deutschland von 8,2 °C auf 8,9 °C gestiegen. In Deutschland stellt sich der bislang beobachtete Temperaturanstieg überwiegend einheitlich dar. Prinzipiell gilt dies auch für die unterschiedlichen meteorologischen Jahreszeiten. Nur im Winter (Dezember bis Februar) weicht der Wert mit einem Flächenmittel von 1,0 °C etwas deutlicher vom Jahresmittel ab. Die stärkste Erwärmung mit 1,3 °C wurde bisher für das Frühjahr (März bis Mai) registriert. Im Sommer (Juni bis August) und Herbst (September bis November) waren es ebenso wie im Kalenderjahr 1,2 °C.

[3] Die Interpretation der Ergebnisse von Klimaprojektionen sollte sich aufgrund von Modellunsicherheiten auf mehrere Modellläufe abstützen. Diese Vorgehensweise wird als Ensembleansatz bezeichnet. Für das Ressortforschungsprogramm KLIWAS (2009-2013) „Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt - Entwicklung von Anpassungsoptionen“ des BMVBS, wurde ein Ensemble gebildet.

[4] Sämtliche Angaben zu Änderungen von Temperatur und Niederschlag sowie den auf diesen Größen basierenden Extremindizes wurden mittels linearem Trend berechnet und werden als statistisch gesichert bezeichnet, sofern sie mindestens das 99%-Signifikanzniveau erreichen.

Hinsichtlich der räumlichen Unterschiede reicht die Spanne im Falle der Jahresmitteltemperatur von 1,0 °C bis 1,4 °C, wobei die Erwärmung in den westlichen und südlichen Bundesländern tendenziell bislang etwas höher und in den nördlichen Bundesländern sowie in Brandenburg und Berlin etwas geringer ausgefallen ist als im Landesdurchschnitt.

In der nahen Zukunft (2021-2050) ist für das Jahresmittel der Lufttemperatur in Deutschland und den angrenzenden Flusseinzugsgebieten eine Zunahme von mindestens 0,5 °C wahrscheinlich. Dabei ist eine Temperaturzunahme um mehr als 2 °C für Norddeutschland bzw. 2,5 °C für Süddeutschland jedoch eher unwahrscheinlich. Für den Zeitraum 2071 bis 2100 kann eine Erhöhung der mittleren Lufttemperatur von mindestens 1,5 °C und maximal 3,5 °C in Norddeutschland bzw. 4 °C in Süddeutschland als wahrscheinlich angesehen werden.

Im Gegensatz zur Temperatur weisen die beobachteten Änderungen des **Niederschlag**s in Deutschland insbesondere jahreszeitlich, aber auch räumlich deutliche Unterschiede auf. Während die mittleren Regenmengen im Sommer weitestgehend unverändert geblieben sind, ist es insbesondere im Winter signifikant feuchter geworden. In den Übergangsjahreszeiten sind die Niederschlagsmengen ebenfalls angestiegen, jedoch deutlich weniger stark und statistisch auch nicht nachweisbar. In der Summe ergibt sich daher im Flächenmittel von Deutschland seit 1881 ein Anstieg der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von 10,6 %. Während es insbesondere in den nord-westlichen Bundesländern mit bis zu 16 % in Schleswig- Holstein deutlich nasser geworden ist, nahmen die Niederschlagsmengen von Mecklenburg-Vorpommern bis Sachsen-Anhalt und Thüringen im Jahresmittel nur leicht zu (unter 10 %). In Sachsen ist es im selben Zeitraum sogar geringfügig trockener geworden.

Mit den Ensembleauswertungen der Klimaprojektionen für die Niederschläge zeigt sich für die Zukunft eine Tendenz zur Niederschlagsabnahme in den Sommermonaten, während in den Wintermonaten eine Niederschlagszunahme wahrscheinlich ist. Für die mittleren Sommerniederschläge lassen die ausgewerteten Klimaprojektionen für die nahe Zukunft (2021 bis 2050), in Westdeutschland mit etwa 10 % eine geringere und für die ferne Zukunft (2071 bis 2100) eine leichte bis mäßige Abnahme bis maximal 20 % erwarten. Insbesondere für die nahe Zukunft könnten die mittleren Niederschlagsmengen während der Monate Juni, Juli und August in einigen Regionen im Osten Deutschlands aber auch nahezu unverändert bleiben. Im Winter muss demgegenüber für die nahe Zukunft mit einer Zunahme von bis zu 10 % bzw. für die ferne Zukunft auch bis zu 15 % gerechnet werden.

Zur Analyse der **Temperaturextreme** wurde die Anzahl der Heißen Tage mit einer Höchsttemperatur über 30 °C betrachtet. Prinzipiell zeigt sich, dass die Zahl der warmen Extreme bereits zugenommen hat: Seit 1951 hat die Anzahl der Heißen Tage im Flächenmittel von Deutschland von im Mittel etwa drei Tagen pro Jahr auf derzeit im Mittel etwa acht Tage pro Jahr zugenommen. Dieser Anstieg ist trotz der großen Variabilität dieses Index von Jahr zu Jahr statistisch gesichert.

Bis zur Mitte des Jahrhunderts ist es wahrscheinlich, dass eine Zunahme um 5 bis 10 Heiße Tage

in Norddeutschland bzw. 10 bis 15 Heiße Tage in Süddeutschland nicht überschritten wird. Für das Ende des Jahrhunderts ist eine maximale Zunahme der Heißen Tage um 10 bis 15 Tage (Norddeutschland) bzw. 30 bis 40 Tage (Südwestdeutschland) zu erwarten.

Zur Analyse der **Niederschlagsextreme** wurde auf zwei unterschiedliche Indizes für Sommer und Winter zurückgegriffen. Während für die Sommermonate die Anzahl der Tage mit einer Niederschlagssumme von 20 mm und mehr ausgezählt wurde, wurde für den Winter ein aufsummierender Index, die maximale 5-Tagessumme des Niederschlags, verwendet.

Im Winter haben nicht nur die mittleren Niederschlagsmengen um 28 % zugenommen, sondern auch das Flächenmittel der maximalen 5-Tagessumme ist von im Mittel rund 38 mm zu Beginn des Auswertungszeitraums um ca. 7 mm auf aktuell im Mittel etwa 45 mm angestiegen. Infolge der großen Unterschiede dieses Index von Jahr zu Jahr ist dieser Anstieg derzeit aber statistisch nicht gesichert. In der räumlichen Betrachtung zeigen sich die größten Änderungen in den nordöstlichen Landesteilen. Hier lagen die Werte der mittleren maximalen 5-Tagessummen im Zeitraum 1954-1973 verbreitet unter 30 mm, teilweise auch unter 20 mm, und haben seitdem zumindest leicht zugenommen.

Die Zahl der Tage mit einer Niederschlagssumme von 20 mm und mehr im Sommer ist dagegen im Flächenmittel von Deutschland seit 1951 nahezu unverändert geblieben und verläuft somit ebenfalls parallel zu der Entwicklung der mittleren Niederschlagsmengen in den Monaten Juni bis August. Dies gilt ebenso für die räumliche Verteilung, für die über eine auch nur regional und sehr schwach ausgeprägte dekadische Variabilität hinaus bislang keine Änderungen auszumachen sind.

Die projizierte Änderung der maximalen 5-Tagessummen des Winterniederschlages weist für die nahe Zukunft eine Spanne von Abnahmen um 25 bis 50 mm (geringerer Wandel) bis zu Zunahmen um 125 mm (stärkerer Wandel) auf. Während die Abnahmen im Wesentlichen entlang des östlichen Schwarzwaldes, im südlichen Alpenvorland und stellenweise in Norddeutschland zu finden sind, treten die stärkeren Zunahmen der 5-Tagessummen von mehr als 50 mm im Wesentlichen in den Mittelgebirgen auf. Für die ferne Zukunft wird entweder keine wesentliche Zunahme oder eine Zunahme von 50 mm bis stellenweise 100 mm in den Mittelgebirgen und im Bereich der Nordseeküste als „stärkerer Wandel“ projiziert.

Eine Zunahme der Anzahl von Tagen mit sommerlichem Starkniederschlag von mindestens 20 mm von mehr als 4 Tagen, über dem südlichen Schwarzwald von mehr als 6 Tagen, ist für die nahe Zukunft unwahrscheinlich. Wesentliche Änderungen werden über dem Schwarzwald, dem Bayerischen Wald, in den Alpen sowie über dem südlichen Alpenvorland erwartet.

Für die ferne Zukunft wird zumindest über dem Schwarzwald eine Zunahme von mindestens 2 Tagen mit Starkniederschlag erwartet. Als stärkerer Wandel ist diese Änderungsklasse räumlich ausgedehnter, d.h. auch über dem Alpenvorland und stellenweise über den Mittelgebirgen zu finden.

D 3 Vulnerabilitätsanalyse

Die Analyse der Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel ist eine wissenschaftliche Querschnittsaufgabe. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und das Umweltbundesamt haben daher 2011 im Auftrag der Bundesregierung die Aufgabe übernommen, das „Netzwerk Vulnerabilität“ aufzubauen.
Das Netzwerk Vulnerabilität ist ein Netzwerk von 16 Bundesoberbehörden und -institutionen aus neun Ressorts und wird durch ein vom BMUB finanziertes und durch UBA geleitetes wissenschaftliches Vorhaben unterstützt. Es hat den Auftrag, eine aktuelle, konsistente, deutschlandweite und sektorenübergreifende Vulnerabilitätsanalyse als Grundlage für eine Priorisierung von Klimarisiken zu erstellen (Aktionsplan Anpassung 2011, S. 20). Das Netzwerk Vulnerabilität besteht seit September 2011. Grundlegend für die erfolgreiche Arbeit des Netzwerks sind die Bereitschaft zur interdisziplinären Zusammenarbeit und die sektorale Expertise der teilnehmenden Behörden.[ix]

Mittels der Vulnerabilitätsanalyse wurden in einem Screeningverfahren deutschlandweit und handlungsfeldübergreifend die Regionen und Systeme identifiziert, die besonders durch den Klimawandel gefährdet, das heißt vulnerabel, sind. Hierfür wurde dem Auftrag der Bundesregierung folgend eine handlungsfeldübergreifende Analysemethodik entwickelt und verwendet. Sie erlaubte es, auf der Basis des durch das Netzwerk Vulnerabilität erhobenen Kenntnisstands mittels eines einheitlichen Vorgehens und einheitlicher Kriterien, handlungsfeldspezifische und -übergreifende Aussagen zu treffen. Diese dienen im Folgenden als eine Grundlage für eine zielgerichtete Anpassungspolitik, indem sie Hinweise zu weiteren Handlungserfordernissen geben, und leisten somit einen wesentlichen Beitrag zur Fortschreibung des Aktionsplans Anpassung sowie als Orientierung für andere Akteure (siehe Kapitel E 2, Anhang 2 des Fortschrittberichts).
Die Vulnerabilität wird beeinflusst durch das Klima (Klimasignale[5]), durch die Empfindlichkeit der betroffenen Systeme (Sensitivität) sowie durch deren Möglichkeiten, sich an den Wandel anzupassen (Anpassungskapazität). Der Begriff „Klimawirkung“ beschreibt in dieser Analyse für die Gegenwart die Wirkung des heutigen Klimas auf das heutige System und für die Zukunft die Wirkung des zukünftigen Klimas auf ein zukünftiges System.
Die Untersuchung erfolgte für die Gegenwart, die nahe Zukunft (2021 bis 2050) und die ferne Zukunft (2071 bis 2100). Um die Bandbreite der zukünftigen klimatischen und sozioökonomischen Entwicklungen abzubilden, wurden zwei Szenariokombinationen für die nahe Zukunft untersucht: Starker Wandel und Schwacher Wandel. Für die ferne Zukunft lässt sich die sozioökonomische Entwicklung nur sehr unsicher projizieren. Daher basierte die Analyse im Zeitraum 2071 bis 2100 nur auf den Klimaprojektionen.

[5] Mit Klimasignale sind die Ausprägung der klimatischen Parameter, wie Niederschlag, in einem Zeitraum gemeint, inkl. Ausmaß und Geschwindigkeit der Klimaänderungen sowie klimatischer Extremereignisse. Hochwasser, Sturzfluten, Sturmfluten und Meeresspiegelanstieg sind Klimawirkungen 1. Ordnung im Handlungsfeld Wasser und Küste. Sie werden in den anderen Handlungsfeldern als Klimasignale benutzt. Unter Sensitivität werden nicht-klimatische Einflussfaktoren oder Eigenschaften verstanden, die ein System empfindlich gegenüber dem Klimawandel machen. Anpassungskapazität ist das aus heutiger Sicht abschätzbare Potential für zukünftige Anpassung. Nur wenn dieses Potential auch für Anpassung eingesetzt wird, wird es die zukünftige Vulnerabilität tatsächlich vermindern.

Von den 72 als relevant eingeschätzten Klimawirkungen wurden 16 mittels Wirkmodellen, 23 mittels Indikatoren und 40 mittels Expertengespräche hinsichtlich der Stärke und – soweit möglich – räumlichen Verteilung der heutigen und zukünftigen Ausprägungen untersucht. Einige Klimawirkungen wurden über verschiedene Methoden operationalisiert.

Quellen von Unsicherheit können auf Ebene des Systemverständnisses, des gewählten Indikators oder Modells und der verwendeten Daten liegen. Daher wurden für jede Klimawirkung die größten Unsicherheitsfaktoren identifiziert und die Gewissheit abgeleitet.
Basierend auf der quantitativen bzw. qualitativen Abschätzung der Klimawirkungen beurteilten die Bundesoberbehörden und -institutionen – unter Berücksichtigung sozialer, ökonomischer, ökologischer, kultureller und flächenmäßiger Kriterien – für jede Klimawirkung, ob diese eine geringe, mittlere oder hohe Bedeutung für Deutschland haben kann.
Bei der Abschätzung der Anpassungskapazität wurden die potentiell verfügbaren Ressourcen, nicht die tatsächlich vorhandenen wirtschaftlichen und technischen Kapazitäten und Möglichkeiten der Ressorts, bestimmter Institutionen oder einzelner Akteure berücksichtigt.
Die Vulnerabilität eines Handlungsfeldes ergibt sich aus der Zusammenfassung der im Netzwerk durchgeführten Bewertung der Bedeutung der Klimawirkungen dieses Handlungsfeldes abzüglich der handlungsfeldspezifischen Anpassungskapazität. Die Aussage zur Vulnerabilität eines Handlungsfeldes beruht auf einer sehr starken Zusammenfassung von Bewertungen und Erkenntnissen unterschiedlicher Qualität und ist daher eine eher grobe Abschätzung.
Durch eine handlungsfeldübergreifende Auswertung der bedeutenden Klimawirkungen wurden die räumlichen und thematischen Schwerpunkte des Klimawandels bestimmt. Auf Basis einer Analyse der Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Handlungsfeldern wurden sechs Cluster gebildet. Die Wechselbeziehungen bilden Kaskadeneffekte ab, d.h. wenn Klimawirkungen in einem Handlungsfeld zu Klimawirkungen in einem anderen Handlungsfeld führen, oder berücksichtigen, wenn sich Klimawirkungen in verschiedenen Handlungsfeldern gleichen.

Die bedeutendsten Klimawirkungen und die Vulnerabilität der Handlungsfelder

Im Handlungsfeld „**Boden**“ sind alle analysierten Klimawirkungen bereits in der Gegenwart Realität. Für die nahe Zukunft wurden alle untersuchten klimatischen Auswirkungen bei einem starken Wandel als bedeutsam für Deutschland bewertet. Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt sind bereits heute in einigen Regionen Deutschlands deutlich feststellbar. Beim Szenario „starker Wandel“ kann es in naher Zukunft zu signifikanten Trockenheitseffekten kommen (mittlere bis hohe Gewissheit). Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Bodenaktivität (geringe Gewissheit) sowie die organische Bodensubstanz und den Stoffhaushalt (geringe Gewissheit) werden bereits für die Gegenwart und für die nahe Zukunft angenommen. Erwartet wird, dass sich bei einem weiteren Temperaturanstieg und der damit verbundenen zunehmenden Trockenheit viele Prozesse im Boden bis zum Ende des Jahrhunderts stark ändern. Unter Berücksichtigung der mittleren Anpassungskapazität ergibt sich für das Handlungsfeld Boden eine mittlere Vulnerabilität für die nahe Zukunft.
Im Handlungsfeld „**Biologische Vielfalt**“ wird hervorgehoben, dass sich bei einem starken Wandel invasive Arten mit erheblichen negativen Folgen für natürlich vorkommende Arten, Biotope und Ökosysteme bereits in naher Zukunft stärker als bisher ausbreiten können (mittlere

bis hohe Gewissheit). Den anderen ausgewählten Klimawirkungen auf die biologische Vielfalt wird eine mittlere Bedeutung für Deutschland für die nahe Zukunft bei einem starken Wandel beigemessen. Alle Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt können sich in der fernen Zukunft insbesondere durch einen weiteren Anstieg der Temperatur erheblich verstärken. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Anpassungskapazität ergibt sich im Hinblick auf die Ausbreitung invasiver Arten sowie auf die Verschiebung der Vorkommen von Lebensräumen und Arten eine hohe bis mittlere Vulnerabilität. Dagegen besteht bezüglich der Veränderung von Ökosystemleistungen eine geringere bis mittlere Vulnerabilität in naher Zukunft.

Im Handlungsfeld „**Landwirtschaft**“ ist bereits die Verschiebung der agrophänologischen Phasen und der Wachstumsperiode, mit teilweise positiven Effekten für die Landwirtschaft, gegenwärtig bedeutsam für die landwirtschaftliche Praxis und wird voraussichtlich in naher und insbesondere in ferner Zukunft noch an Bedeutung gewinnen (mittlere bis hohe Gewissheit). Insgesamt sind negative Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft in Deutschland nur bei einem starken Wandel in naher Zukunft deutlich zu erkennen. Für einige Regionen Deutschlands ergeben sich aus den mittelfristig moderaten Veränderungen des Klimas auch Chancen für positive Effekte auf die Pflanzenproduktion. In Kombination mit einer insgesamt guten Fähigkeit zur Anpassung an klimatische Veränderungen und deren Folgen ist die Vulnerabilität der Landwirtschaft daher als gering anzusehen.

Für das Handlungsfeld „**Wald- und Forstwirtschaft**“ lässt sich festhalten, dass bei einem starken Klimawandel in naher Zukunft alle betrachteten Funktionen und Prozesse deutlich unter dem Klimawandel leiden können. Da viele Klimawirkungen temperaturbeeinflusst sind, kann das Schadenspotential bis Ende des Jahrhunderts nochmals deutlich ansteigen. Dies betrifft insbesondere Nutzfunktionen, wie die Erlöse aus der Holznutzung, die bei einem starken Wandel erheblich zurückgehen können (mittlere bis hohe Gewissheit). Schäden durch Schadorganismen sind bereits heute mit einem deutlichen und in naher Zukunft hohen Gefahrenpotential behaftet (geringe Gewissheit). Das Schadgeschehen wird heute und voraussichtlich auch in naher Zukunft durch Sturmschäden dominiert. Für die Wald- und Forstwirtschaft ergibt sich aufgrund der bereits heutigen Betroffenheit sowie der langen Anpassungszeiten eine mittlere bis teilweise hohe Vulnerabilität für die nahe Zukunft.

Das Handlungsfeld „**Fischerei**“ kann bereits in naher Zukunft hinsichtlich aller untersuchten Auswirkungen deutlich vom Klimawandel beeinträchtigt werden. Bei einem starken Wandel können das Wachstum, die Reproduktion und Sterblichkeit von Fischbeständen sowie das Auftreten gebietsfremder Arten und die Änderung des Artenspektrums zu schwerwiegenden Veränderungen der Fischerei führen (alle geringe Gewissheit). Wenn die projizierte starke Veränderung des Meeres, hinsichtlich Wassertemperatur, Meeresspiegelanstieg, Strömungsveränderung, Seegangerhöhung, etc. eintritt, können alle betrachteten Klimawirkungen in ferner Zukunft noch erheblich verstärkt werden. Aufgrund der erwarteten klimabedingten Änderungen beim Fischbestand und der Artenverbreitung und -zusammensetzung sowie der geringen bis mittleren Anpassungskapazität ergibt sich für die Fischerei eine mittlere bis hohe Vulnerabilität für die nahe Zukunft.

Im Handlungsfeld „**Küsten- und Meeresschutz**“ können alle untersuchten Klimawirkungen bereits in naher Zukunft mit hohen Gefährdungen für den Küstenraum verbunden sein: die zunehmende Belastung von Küstenbauwerken und die Gefährdung von Infrastrukturen, die

verstärkte Küstenerosion verbunden mit Strand- und Landverlusten sowie steigende Überschwemmungsgefahren durch Sturmfluten (alle geringe Gewissheit). Dies gilt für einen starken Klimawandel bereits in der nahen Zukunft sowie aufgrund des erwarteten steigenden Meeresspiegels verstärkt in der fernen Zukunft. Es ergibt sich für den Küstenschutz aufgrund der hohen Anpassungskapazität eine geringe bis mittlere Vulnerabilität für die nahe Zukunft. Für die ferne Zukunft wird durch einen verstärkten Meeresspiegelanstieg eine mittlere bis hohe Vulnerabilität angenommen.

Im Handlungsfeld „**Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt**“ sind bereits gegenwärtig für Deutschland bedeutende Wirkungen des Klimawandels mit hohem Schadenspotential die durch Starkregen oder langandauernde, großflächige Niederschläge verursachten Überschwemmungen durch Flusshochwasser, Überflutungen durch Sturzfluten und urbane Überschwemmungen durch Starkregen (alle mittlere bis hohe Gewissheit). In naher und insbesondere ferner Zukunft können die Häufigkeit und Intensität dieser Ereignisse durch den erwarteten Anstieg der Winterniederschläge und sommerlichen Starkregenereignisse zunehmen. Alle anderen betrachteten Klimawirkungen sind von steigenden Temperaturen und verringerten Niederschlägen, insbesondere durch Trockenheit verursacht. Hier wird das Gefährdungspotential für die nahe Zukunft nur unter einem starken Wandel als bedeutend eingeschätzt. Diese Gefährdung kann gegen Ende des Jahrhunderts allerdings deutlich ansteigen. Bereits in naher Zukunft können mittlere bis hohe Gefährdungen durch die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft und den Wasserhaushalt zum Tragen kommen bei einer mittleren bis hohen Anpassungskapazität. Zusammenfassend ergibt sich damit für die Wasserwirtschaft und den Wasserhaushalt eine mittlere Vulnerabilität für die nahe Zukunft.

Im Handlungsfeld „**Verkehr, Verkehrsinfrastruktur**“ können alle betrachteten Klimawirkungen in naher Zukunft durch einen starken Wandel deutlich beeinflusst werden: Die im Zuge des Temperaturanstiegs erwartete Verringerung der Tage mit Frost-Tau-Wechseln kann positive Folgen für die Verkehrsinfrastrukturen (Straßen, Schieneninfrastrukturen, Startbahnen, Flugzeuge, Binnenwasserstraßen) haben (alle mittlere bis hohe Gewissheit), während der Anstieg der Heißen Tage und – in ferner Zukunft auch - Trockenheit negative Folgen für den Verkehr auf Straße (mittlere bis hohe Gewissheit), Schieneninfrastruktur (mittlere bis hohe Gewissheit) und Schifffahrtsstraßen (geringe Gewissheit) haben würde. Folgen des Klimawandels mit hohem Schadenspotential für die hiesige Verkehrsinfrastruktur sind Überschwemmungen und Unterspülungen von Straßen und Schieneninfrastrukturen durch Flusshochwasser, Sturm- und Sturzfluten (mittlere bis hohe Gewissheit). In ferner Zukunft können diese Schadenspotentiale noch ansteigen. Aufgrund der mittleren bis hohen Betroffenheit und Anpassungskapazität ergibt sich für den Verkehr und die Verkehrsinfrastruktur eine mittlere Vulnerabilität für die nahe Zukunft.

Im Handlungsfeld „**Bauwesen**“ bestehen bereits gegenwärtig bedeutende und zukünftig sogar hohe Gefährdungspotentiale für Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Flusshochwasser und Sturzfluten (mittlere bis hohe Gewissheit). Hitze verursacht bereits heute ein ungünstiges Stadtklima, verbunden mit geringer Luftqualität, und erhöht den Kühlungsbedarf von Innenräumen. Diese Beeinträchtigungen der Lebensqualität können in naher Zukunft und insbesondere zum Ende des Jahrhunderts sehr stark zunehmen (mittlere bis hohe Gewissheit). Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Starkwind werden gegenwärtig sowie zukünftig

bei einem starken Wandel als bedeutende Gefährdungen bewertet (geringe Gewissheit). Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Sturmfluten werden in naher Zukunft bei einem starken Wandel im Zuge des Meeresspiegelanstiegs als sehr bedeutend für das Bauwesen eingestuft (geringe Gewissheit). Die Vulnerabilität des Bereichs „Bauwesen" ist aufgrund der starken Betroffenheit sowie der mittel- bis langfristigen Anpassungszeit als mittel bis hoch einzuschätzen. Sie kann bei einem starken Wandel in ferner Zukunft deutlich zunehmen.
Für das Handlungsfeld „**Industrie und Gewerbe**" können in naher Zukunft die Beeinträchtigung des landgestützten Warenverkehrs durch klimatisch bedingte Extremereignisse große Auswirkungen auf die wirtschaftliche Leistung haben (mittlere bis hohe Gewissheit). Bereits gegenwärtig besteht die Gefahr einer möglichen Freisetzung von gefährlichen Stoffen durch klimatisch bedingte Extremereignisse (geringe Gewissheit). Die durch Überschwemmungen und Überflutungen erzeugten Schadensgefahren können in ferner Zukunft noch ansteigen. Da Industrie und Gewerbe eine hohe Anpassungskapazität besitzen, wird die Vulnerabilität des Handlungsfeldes trotz der teilweise hohen Schadenspotentiale insgesamt als gering bis mittel eingestuft.
Im Handlungsfeld „**Energie**" können durch angenommene technologische Entwicklungen und strukturelle Umgestaltung des Energiesektors in naher Zukunft die Gefährdungen durch Auswirkungen des Klimawandels im geringen bis mittleren Bereich gehalten werden. Für den Kühlwasserbedarf von thermischen Kraftwerken ist in der Gegenwart ein mittleres Schadenspotential erkennbar (mittlere bis hohe Gewissheit). Die Schadenspotentiale für Kraftwerke und Erzeugungsanlagen können in naher Zukunft deutlich ansteigen (geringe Gewissheit). Der veränderte Bedarf nach Kühl- oder Heizenergie würden bei einem starken Temperaturanstieg die Energiewirtschaft im Sommer belasten (geringe Gewissheit) bzw. im Winter (mittlere bis hohe Gewissheit) entlasten. Aufgrund der hohen Anpassungskapazität und der relativ geringen Auswirkung ist die Vulnerabilität des Energiesektors gegenüber dem Klimawandel insgesamt als gering einzuschätzen.
Für das Handlungsfeld „**Tourismuswirtschaft**" bedeutet der Klimawandel in Deutschland vor allem, dass sich die Hauptreisezeiten sowie die regionale Nachfrage verschieben (geringe Gewissheit) und die Anforderungen an die touristische Infrastruktur wandeln werden (mittlere bis hohe Gewissheit). Dies kann in Zukunft vor allem die Wintersportregionen vor große Herausforderungen stellen. Die Bedeutung der Klimawirkungen für den Tourismus in Deutschland wird für die Gegenwart oder die nahe Zukunft als gering bis mittel eingeschätzt. Da der Klimawandel in einzelnen Tourismussegmenten, wie dem Wintersport, relativ deutlich spürbar sein wird, ergibt sich bei mittlerer bis hoher Anpassungskapazität für die nahe Zukunft eine geringe bis teilweise mittlere Vulnerabilität für das Handlungsfeld „Tourismuswirtschaft".
Für das Handlungsfeld „**Finanzwirtschaft**" in Deutschland werden die Klimawirkungen für die Gegenwart und die nahe Zukunft als gering bis mittel eingeschätzt. Obwohl die Versicherungswirtschaft von klimatisch bedingten Extremereignissen bereits gegenwärtig betroffen ist. Nur bei einem starken Wandel in naher Zukunft werden bedeutende Klimawirkungen für die Versicherungswirtschaft erwartet (mittlere bis hohe Gewissheit). Aufgrund der hohen Anpassungskapazität der Finanzwirtschaft wird deren Vulnerabilität gegenüber möglichen Folgen des Klimawandels für die nahe Zukunft als gering eingeschätzt.
Für das Handlungsfeld „**Menschliche Gesundheit**" wurde festgestellt, dass der Klimawandel,

insbesondere Hitzeereignisse, bereits gegenwärtig erheblich die menschliche Gesundheit bedroht (mittlere bis hohe Gewissheit). Bei einem starken Klimawandel können Hitzebelastungen (mittlere bis hohe Gewissheit) und Atembeschwerden durch bodennahes Ozon (mittlere bis hohe Gewissheit) bereits in naher Zukunft die menschliche Gesundheit häufiger und stärker als gegenwärtig gefährden. Jedoch kann der Trend der verbesserten Luftqualität der Ozonbelastung entgegen wirken. Durch die Ausbreitung bzw. Etablierung von Überträgern von Krankheitserregern wird gegenwärtig wie in Zukunft die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von bestimmten Infektionskrankheiten erhöht (mittlere bis hohe Gewissheit). Eine Überlastung der Rettungsdienste, der Krankenhäuser und Ärzte wird im Zuge des Klimawandels nicht erwartet. Bis Ende des Jahrhunderts können die Gefährdungen für die menschliche Gesundheit durch steigende Temperaturen noch weiter zunehmen. Zusammenfassend ergibt sich für die menschliche Gesundheit somit eine mittlere bis teilweise hohe Vulnerabilität in naher Zukunft bei einer mittleren bis hohen Anpassungskapazität.

Für das Querschnitt-Handlungsfeld „**Bevölkerungsschutz**“ konnten keine Indikatoren identifiziert werden, mit denen es möglich wäre, bundesweit flächendeckende Aussagen zum Beitrag des Bevölkerungsschutzes zur Anpassungskapazität an den Klimawandel zu treffen. Voraussetzung dafür wäre die gemeinsame Entwicklung von Indikatoren und eine bundesweit und organisationsübergreifend einheitliche Datenerhebung. Da der Bevölkerungsschutz insgesamt ein hohes Niveau hat, ist damit zu rechnen, dass er für die Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel gewappnet ist.

Das Querschnitt-Handlungsfeld „**Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung**“ wurde hinsichtlich seiner Möglichkeiten, die Anpassungskapazität anderer Handlungsfelder zu unterstützen, untersucht, da die Raumordnung durch die Setzung von Vorranggebieten und Vorbehaltsgebieten in den Regionalplänen großen Einfluss auf die Anpassungskapazität der Gemeinden in allen Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie hat. Die Analyse der Regionalpläne ermöglicht eine quantitative Bewertung der formalen Anpassungskapazität der Raumordnung: danach berücksichtigt die Regionalplanung für die Handlungsfelder „Biologische Vielfalt“ und „Menschliche Gesundheit“ (hier vor allem im Bereich des Hitzeschutzes) in vielen Regionen weitgehend die von der Ministerkonferenz für Raumordnung im Jahr 2013 vorgegebenen Anpassungserfordernisse. Mit Blick auf die Handlungsfelder „Küsten- und Meeresschutz“, „Tourismuswirtschaft“, „Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt“ sowie alle Handlungsfelder, die von Flusshochwasser betroffen sind, können die Anpassungsmöglichkeiten der Regionalplanung besser genutzt werden. Besonders beim Thema „Schutz der Berggebiete“ besteht Nachholbedarf. Tatsächliche Anpassungsaktivitäten auf der lokalen Ebene sind insgesamt noch eher gering und konzentrieren sich auf wenige Ballungszentren. Aus diesem Grund besteht nach Einschätzung des Netzwerks Vulnerabilität insbesondere in kleineren und mittleren Kommunen weiterhin erhöhter fachlicher und finanzieller Unterstützungsbedarf.

Die Ergebnisse des KlimaMORO[6] und zahlreicher weiterer Vorhaben zeigen, dass die räumliche Planung auf regionaler Ebene mit ihren formellen und informellen Instrumenten einen wichtigen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel und zum Klimaschutz leisten kann. Gute und innovative Beispiele wie die Erarbeitung von regionalen Anpassungsstrategien oder adäquate

[6] Projekt „KlimaMORO“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung/*Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Laufzeit 2009-2013*

Anpassungsmaßnahmen, etwa bei der Ausweisung regionaler Grünzüge als stadtklimatisch relevante Freiräume, bei der Freihaltung hochwassergefährdeter Bereiche und beim Schutz des Wasserhaushaltes vor Trockenheit, haben eine wichtige Vorbildfunktion.

Handlungsfeldübergreifende und räumliche Schwerpunkte

Die zentralen Ergebnisse der vom Netzwerk Vulnerabilität durchgeführten Analysen und Bewertungen können abschließend zu sechs handlungsfeldübergreifenden und räumlichen Schwerpunkten der Folgen des Klimawandels zusammengefasst werden:

1. Schäden durch ansteigende Hitzebelastung in Verdichtungsräumen (besonders betroffene Handlungsfelder: Menschliche Gesundheit und Bauwesen; räumlicher Schwerpunkt: Ballungsgebiete in warmen Regionen, die sich in Zukunft noch ausdehnen werden)
2. Beeinträchtigung der Wassernutzungen durch zunehmende Erwärmung und (in ferner Zukunft) vermehrter Sommertrockenheit (besonders betroffene Handlungsfelder: Boden, Wald und Forstwirtschaft und Energiewirtschaft; räumlicher Schwerpunkt: Regionen mit warmem und trockenerem Klima in Ostdeutschland und dem Rhein-Einzugsgebiet)
3. Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Starkregen und Sturzfluten in urbanen Räumen (besonders betroffene Handlungsfelder: Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt, Küsten- und Meeresschutz, Bauwesen, Verkehr, Verkehrsinfrastruktur und Industrie und Gewerbe, räumlicher Schwerpunkt: Ballungszentren im nordwestdeutschen Tiefland, Mittelgebirge und südwestdeutschen Raum)
4. Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Flussüberschwemmungen (besonders betroffene Handlungsfelder: Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt, Bauwesen, Verkehr, Verkehrsinfrastrukturen, Industrie und Gewerbe; räumlicher Schwerpunkt: Ballungsräume in Flusstälern des Norddeutschen Tieflands, aber auch Einzugsgebiete des Rheins und der Donau)
5. Schäden an Küsten infolge von (in ferner Zukunft verstärktem) Meeresspiegelanstieg und damit verbundenem erhöhter Seegang sowie steigender Sturmflutgefahr (besonders betroffene Handlungsfelder: Küsten- und Meeresschutz, Bauwesen, Verkehr, Verkehrsinfrastruktur und Industrie und Gewerbe; räumlicher Schwerpunkt: Küste)
6. Veränderung der Artenzusammensetzung und der natürlichen Entwicklungsphasen durch einen graduellen Temperaturanstieg (besonders betroffene Handlungsfelder: Menschliche Gesundheit, Boden, Biologische Vielfalt, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, Fischerei; räumliche Schwerpunkte: Meere und ländliche Räume)

Der Anstieg der Hitzebelastung ist das deutlichste und stärkste Klimasignal mit erheblichen Auswirkungen auf Gesundheit und Infrastrukturen, insbesondere in Ballungsräumen. Parallel sind die Wasser-, Land- und Forstwirtschaft besonders von ansteigender Erwärmung und in ferner Zukunft von Trockenheit bedroht. Die gegenüber dem Klimawandel vulnerabelsten Regionen Deutschlands sind Kreise mit strukturellen Defiziten, die in Regionen mit warmem Klima liegen und damit am stärksten von Hitze und Trockenheit betroffen sind.
Weitere vulnerable Regionen sind aufgrund des erwarteten Anstiegs der sommerlichen

Starkregen und der Winterniederschläge strukturschwache Ballungsräume mit hohem Anteil an überschwemmungsgefährdeten Gebieten. Diese können nicht nur von Flusshochwasser sondern auch von durch Starkregen ausgelösten Überschwemmungen oder Sturzfluten betroffen werden. Langfristig werden besonders Küstenregionen sowie Arten und Lebensräume von dem graduellen Temperaturanstieg bedroht werden, die an einzigartige und empfindliche Regionen gebunden sind, wie das Wattenmeer und das Hochgebirge.

Forschungsbedarf

Die Vulnerabilitätsanalyse hat weiteren Forschungsbedarf auf Ebene des Systemverständnisses, der Verfügbarkeit von geeigneten Daten, Indikatoren und Modellen ergeben.
Bei den Klimaprojektionen haben die Daten zu Starkwind noch große Bandbreiten, die zu hohen Unsicherheiten in den Aussagen führen. Die Aussagen zur Entwicklung der Meeresspiegelanstiege an der deutschen Nord- und Ostseeküste und die damit zusammenhängende Erhöhung der Sturmfluten ist ebenfalls noch Forschungsgegenstand.
Es besteht weiterer Forschungsbedarf, um geeignete sozioökonomische Daten bereit zu stellen und Indikatoren zu entwickeln, die den Zusammenhang zwischen sozio-ökonomischen Merkmalen und der Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel spezifisch erfassen und in hoher regionaler Auflösung abbilden können.
Ebenfalls gering ist die Kenntnis der Anpassungskapazität. Hier fehlen sowohl eine konsistente und einheitliche Methodik zur Quantifizierung als auch geeignete Daten.
Während es bei den meisten der untersuchten Klimawirkungen mit mittlerer bis hoher Gewissheit möglich ist, Aussagen zu zukünftigen Entwicklungen zu treffen, können bei 31 Klimawirkungen nur mit geringer Gewissheit Aussagen getroffen werden. Besonders bei den Klimawirkungen, denen bereits gegenwärtig eine mittlere oder zukünftig eine hohe Bedeutung hinsichtlich ihrer Wirkungen auf Deutschland aber eine geringe Gewissheit bescheinigt wurde, besteht erhöhter Forschungsbedarf.

D 4 Klimafolgen im Ausland, Rückwirkungen auf Deutschland

Der Klimawandel wird global bereits bestehende Risiken, wie Armut, Umweltverschmutzung und Artensterben, verstärken und die wirtschaftliche Entwicklung abbremsen. Darauf verweist unter anderem der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (IPCC) im zweiten Teil des Weltklimaberichtes zu Klimafolgen, Verwundbarkeit und Anpassung an den Klimawandel, der 2014 veröffentlicht wurde. Der IPCC schlussfolgert, dass ein zunehmender Klimawandel das Wirtschaftswachstum global verlangsamt, die Ernährungssicherheit gefährdet, soziale Ungleichheiten verschärft und damit die Gefahr von Konflikten und verstärkter Migration hervorrufen kann.

Die weltweiten Auswirkungen des Klimawandels auf Gesellschaften und Ökonomien, wie auch die Fähigkeiten, sich daran anzupassen, sind sehr ungleich zwischen Kontinenten, Ländern und Regionen verteilt. Gerade die am wenigsten entwickelten Länder (LDCs) sind überproportional betroffen. Risiken wie Hunger und Armut, Umweltverschmutzung und Artensterben setzen diesen Ländern bereits heute zu. Der Klimawandel verstärkt diese Risiken insbesondere durch

häufigere Hitzewellen, Dürren und Starkniederschläge. Zunehmende Extremwetterereignisse werden in diesen Teilen der Welt voraussichtlich signifikante Einkommenseinbußen, abnehmende Ernährungssicherheit, zunehmende Nahrungsmittelpreise, regionale Wasserknappheit, Landverluste durch Erosion sowie Verluste an Eigentum und eine Beeinträchtigung menschlicher Gesundheit verursachen. Gerade den sozial Benachteiligten fehlen oft die Ressourcen, um sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Sie sind deshalb besonders verwundbar. Deswegen verstärkt Klimawandel soziale Ungleichheit und regionale Konflikte.[x]

Um Kosten und Risiken des Klimawandels zu reduzieren, ist auch auf globaler Ebene ein Mix aus ehrgeizigen Minderungs- und nachhaltigen Anpassungsmaßnahmen notwendig. Wenn die 2°C-Obergrenze der globalen Erwärmung eingehalten wird, können viele Risiken des Klimawandels durch ausreichende Anpassung noch einigermaßen beherrscht werden. Gut aufeinander abgestimmt können Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen wesentlich zu nachhaltiger Entwicklung beitragen und zusätzlich Wirtschaftswachstum, Umwelt- und Ressourcenschutz und Abbau sozialer Ungleichheit befördern.[xi]

Laut IPCC-Bericht gab es in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte in der umfassenden Erarbeitung von Anpassungsstrategien und –maßnahmen, insbesondere auf Ebene der Nationalstaaten. Dies gilt sowohl für Industrie- als auch für Entwicklungsländer. Global gesehen sind die bisherigen Investitionen in Anpassungsmaßnahmen jedoch unzureichend. Gerade in den vom Klimawandel besonders betroffenen Weltregionen fehlt es oft an ausreichenden Mitteln, um nachhaltige Anpassungsmaßnahmen umzusetzen. Hier übernimmt Deutschland durch seine Beiträge zur internationalen Klimafinanzierung mit die Verantwortung.

Im globalen Vergleich mögen die direkten Folgen des Klimawandels in Deutschland moderat erscheinen und Anpassungsmaßnahmen möglich sein. Trotzdem ist es wahrscheinlich, dass Deutschland in zunehmendem Maße verwundbar gegen indirekte Folgen des Klimawandels in anderen Teilen der Welt werden wird. Durch einen immer intensiveren internationalen Handel zwischen den Weltregionen werden Klimafolgen im Ausland auch für die inländische Wirtschaft an Bedeutung gewinnen. Dies gilt gerade für Deutschland mit seinen umfassenden internationalen Handelsbeziehungen, einer ausgeprägten globalen Arbeitsteilung industrieller Fertigungsprozesse und einer hohen Bedeutung von Importen (insb. Rohstoffe, Nahrungsmittel, Vorprodukte) und Exporten (insb. Kraftfahrzeuge, Maschinen und Anlagen, chemische Erzeugnisse).

Ökonomische Analysen zur Vulnerabilität von Ländern und der Intensität der deutschen Handelsbeziehungen, die u.a. im Auftrag des BMWi sowie des UBA durchgeführt wurden, zeigen, dass gerade in der engen wirtschaftlichen Verknüpfung mit den asiatischen Schwellenländern klimawandelbedingte Risiken bestehen. So ist beispielsweise China als fünftgrößter Abnehmer deutscher Produkte relativ vulnerabel gegenüber den zu erwartenden Klimaänderungen. Auf der Importseite können vor allem die Energieimporte aus Russland beeinträchtigt werden. Allerdings steht die Forschung zur Quantifizierung dieser Effekte erst am Anfang, und es sind weitere Untersuchungen notwendig.

Obwohl die Effekte des Klimawandels auf den Außenhandel schwierig zu quantifizieren sind und sich durch den Klimawandel auch neue Absatzmärkte und damit neue unternehmerische Chancen ergeben können, ist die Bundesregierung der Auffassung, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf andere Weltregionen auch für Deutschland ein relevantes Risiko darstellen werden. Hinzu kommen weitere klimawandelbedingt veränderte Risikofaktoren, die sich in einer zunehmenden Migration, veränderten grenzüberschreitenden Investitionen und Einflüssen auf die internationale Sicherheitslage auswirken können.

Ein weiterer Ausbau und die Differenzierung der deutschen Handelsbeziehungen tragen zur Minimierung dieser Risiken bei. Auch gibt Deutschland Finanzierungshilfen, um Risiken in den Ländern zu mindern, die finanziell selber nicht dazu in der Lage sind. [xii]

Einem möglichen Rückgang der deutschen Warenexporte aufgrund von Klimawirkungen in anderen Weltregionen kann Deutschland nicht alleine durch Anpassungs- und Schutzmaßnahmen entgegenwirken. Das gleiche gilt im Falle von Migrationsbewegungen und bei der Gefährdung der internationalen Sicherheit, etwa durch die Entstehung von „gescheiterten Staaten“. Zwar ist der Klimawandel in der Regel nicht der einzige Grund für regionale Instabilitäten, Umweltveränderungen können aber bestehende Konflikte verstärken und Lösungen erschweren. Um diesen Gefahren für die Tragfähigkeit der nationalen öffentlichen Finanzen vorzubeugen, bedarf es einer ambitionierten internationalen Klimapolitik zur Reduktion der Treibhausgasemissionen.[xiii]

Je größer die Anstrengungen zur Emissionsminderung sind, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Ökosysteme und Gesellschaften an die Grenzen der Anpassung geraten. Eine weltweite Transformation in klimaverträglichere, nachhaltige Gesellschaften würde dieses Risiko wesentlich mindern.

D 5 Prioritäre Handlungsbereiche

Die Analyse der über 300 Wirkungsbeziehungen zwischen den Handlungsfeldern hat ergeben, dass bestimmte Handlungsfelder stark voneinander beeinflusst werden (Kaskadeneffekt) oder ähnliche Auswirkungen des Klimawandels umfassen. Kaskadeneffekte entstehen beispielsweise dann, wenn sich klimatisch bedingt der Bodenwassergehalt verändert und sich dadurch der Ertrag der Land- und Forstwirtschaft reduziert. Ähnliche Klimawirkungen wurden zum Beispiel in den Handlungsfeldern „Küsten- und Meeresschutz“ und „Fischerei“ aufgenommen, da für beide Handlungsfelder Klimawirkungen auf Fischbestände relevant sind. Handlungsfelder mit vielen ähnlichen Klimawirkungen wurden zu Clustern zusammengefasst. Insgesamt wurden sechs Cluster definiert, deren Klimawirkungen häufig auch räumlich zusammenfallen.

Das **Cluster „Wasser“** umfasst die drei Handlungsfelder, die die Bewirtschaftung des Wassers und der aquatischen Ökosysteme zum Inhalt sowie insgesamt eine große Bedeutung für viele andere Handlungsfelder der DAS haben:

- Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft,
- Küsten- und Meeresschutz und
- Fischerei.

„Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt“ ist das Handlungsfeld mit den meisten Wechselwirkungsbeziehungen zu anderen Handlungsfeldern. Dabei überwiegen die von diesem Handlungsfeld ausgehenden Wirkungen, sodass Veränderungen des Wasserhaushaltes häufig kaskadische Auswirkungen auf andere Handlungsfelder haben. Dies trifft auch auf das Handlungsfeld „Küsten- und Meeresschutz“ zu. Die große Anzahl unterschiedlicher Klimawirkungen, die schon in naher Zukunft eine mittlere bis hohe Bedeutung bekommen können, machen das Cluster „Wasser“ zu einem zentralen Ansatzpunkt der Anpassung an den Klimawandel, zumal alle drei enthaltenden Handlungsfelder vergleichsweise lange Zeiträume zur Anpassung brauchen[7]: In der Wasserwirtschaft und im Küstenschutz sind bestehende Infrastrukturen betroffen, deren Anpassung und Erweiterung längere und integrierte Planungsprozesse benötigt. Beim Schutz der Fischbestände ist Deutschland auf die Zusammenarbeit mit den anderen Staaten Europas angewiesen. Zugleich sind natürliche Systeme, wie die Reproduktion und Wanderung von Fischen, schwierig vom Menschen beeinflussbar.

Das **Cluster „Land“** bilden die stark miteinander verknüpften Handlungsfelder:

- Boden,
- Landwirtschaft,
- Wald- und Forstwirtschaft und
- Biologische Vielfalt.

Die Handlungsfelder „Boden“ und „Biologische Vielfalt“ haben auch über das Cluster hinaus zahlreiche Beziehungen zu anderen Handlungsfeldern: Boden, weil er ein wichtiger Standort- und Produktionsfaktor ist, und die biologische Vielfalt, weil sie von vielen Nutzungen der Ökosystemen, wie der Fischerei oder dem Tourismus, beeinflusst wird. Das Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“ umfasst neben den terrestrischen natürlich auch aquatische Ökosysteme. Die Landwirtschaft kann durch den Temperaturanstieg und die damit verbundene Verlängerung der Vegetationsperiode auch Vorteile aus dem Klimawandel ziehen. Gleichzeitig kann sie sich aufgrund der vergleichsweise kurzen Pflanz- und Erntezyklen schnell an veränderte Klimabedingungen anpassen. Die anderen drei Handlungsfelder des Clusters „Land“ hingegen brauchen deutlich längere Anpassungszeiträume: Die Forstwirtschaft muss wesentlich langfristiger planen, und auch die Bodennutzung hängt von langfristigen Planungsprozessen ab. Viele Elemente der biologischen Vielfalt passen sich im Rahmen der natürlichen Sukzession an, ohne dass der Mensch dies beschleunigen kann.

Die drei Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie, die stärker als andere von langlebigen, gebauten Infrastrukturen abhängen, wurden im **Cluster „Infrastrukturen“** zusammengefasst:

- Bauwesen,
- Energiewirtschaft und
- Verkehr, Verkehrsinfrastruktur.

Entsprechend sind diese Handlungsfelder untereinander stark verknüpft. Sie haben zudem alle zahlreiche Wechselbeziehungen zum Cluster „Wirtschaft“. Das Cluster „Infrastrukturen“ ist

[7] Vorausgesetzt, dass vorhandene Anpassungskapazitäten genutzt werden.

aufgrund des hohen Schadenpotentials durch klimatisch bedingte Extremereignisse zentral für die weitere Anpassung. Eine Umgestaltung von langlebigen Infrastrukturen wie Gebäude, Kraftwerke oder Straßen ist in der Regel mit langen Planungszeiträumen verbunden, da integrierte Planungsprozesse erforderlich sind. Solche Planungsprozesse können zur Vermeidung von Schäden durch den Klimawandel beitragen, da Lage und Ausstattung der Infrastrukturen (beispielsweise mit Schutzeinrichtungen) ihre Sensitivität entscheidend beeinflussen.

Das Cluster **„Wirtschaft“** setzt sich aus den Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie zusammen, die das produzierende Gewerbe und den Dienstleistungsbereich abdecken und die größtenteils privatwirtschaftlich organisiert sind:

- Industrie und Gewerbe,
- Tourismuswirtschaft und
- Finanzwirtschaft.

Die Zeiträume, die zur Anpassung an den Klimawandel gebraucht werden, sind im Cluster „Wirtschaft“ sehr verschieden: Wenn Infrastrukturen angepasst, verlagert oder neu gebaut werden, sind längere Zeiträume notwendig. Anpassungsmaßnahmen wie ein verändertes Unternehmensmanagement, etwa die Diversifizierung von Zulieferern, sind schneller umzusetzen.

Das Cluster **„Gesundheit“** besteht aus dem Handlungsfeld menschliche Gesundheit. Dieses Cluster ist zentral für die Begründung von Anpassungsmaßnahmen in Deutschland, da Klimawirkungen in anderen Handlungsfeldern sehr häufig direkt oder indirekt die menschliche Gesundheit beeinflussen. So können Extremwetterereignisse durch Schäden an Infrastruktur Unfälle und andere gesundheitliche Beeinträchtigungen verursachen. Im Cluster „Gesundheit“ sind mit Blick auf bestimmte Gefährdungen kurzfristige Anpassungen möglich, beispielsweise durch öffentliche Warnsysteme oder Verhaltensinformationen. Der Ausbau von Gesundheitsinfrastruktur, Rettungs- und Hilfsdiensten braucht im Gegensatz dazu etwas mehr Zeit.

Das **Cluster „Raumplanung und Bevölkerungsschutz“** besteht aus den beiden Querschnitt--Handlungsfeldern:

- Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung
- Bevölkerungsschutz.

Beide Handlungsfelder sind nur indirekt von den Folgen des Klimawandels betroffen und wurden daher hinsichtlich ihrer Anpassungskapazität im Netzwerk betrachtet. Das Handlungsfeld „Bevölkerungsschutz“ ist für den Schutz der Bevölkerung zuständig und hat als solches viele Schnittstellen (z.B. Infrastrukturen). Zur Beurteilung des Beitrags des Bevölkerungsschutzes konnte nicht auf eine entsprechende Datenbasis zurückgegriffen werden, und es besteht weiterhin Forschungsbedarf. Das Handlungsfeld „Raumordnung, Regional- und Bauleitplanung“ spielt eine zentrale Rolle für die vorausschauende Anpassung an den Klimawandel der anderen Handlungsfelder. Die Raumplanung trägt aufgrund der handlungsfeldübergreifenden Ansatzpunkte zur allgemeinen Anpassungskapazität bei. Die damit verbundenen Abwägungs- und Planungsprozesse benötigen längere Anpassungszeiträume, die zur Schaffung von Synergien

und zur Klärung von Konflikten bei der Anpassung genutzt werden können.

Mit zunehmendem Klimawandel, wie er gegenwärtig projiziert wird, steigt das Schadenspotenzial für Natur, Gesellschaft und Wirtschaft. In fast allen Clustern ist schon bis Mitte des Jahrhunderts selbst für den Fall eines schwachen Wandels mit Beeinträchtigungen zu rechnen. Ein starker Wandel kann für alle Cluster erhebliche Gefährdungen mit sich bringen. Bis Ende des Jahrhunderts lassen die Klimamodelle noch deutlich stärkere Klimaänderungen mit entsprechend stärkeren Auswirkungen in den einzelnen Clustern erwarten (siehe Kapitel D1 des Fortschrittsberichts). Die bereits jetzt zunehmende soziale Ungleichheit zwischen den Regionen kann dazu führen, dass benachteiligte Regionen in Zukunft noch größere Probleme bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen haben. Dadurch könnte die soziale Ungleichheit in Deutschland durch den Klimawandel zusätzlich ansteigen.
Das Schadenspotenzial von Hochwasser (Flusshochwasser, Sturzfluten und Sturmfluten) sowie Hitze und graduellen Temperaturänderungen wird als besonders hoch eingeschätzt. Jedes dieser Klimasignale kann in den zentralen Clustern „Wasser“, „Gesundheit“ und „Infrastrukturen“ schwere negative Folgen haben. Für das hohe Schutzgut der menschlichen Gesundheit ist vor allem Hitze eine große Gefährdung. Infrastrukturen, welche sehr große Sachwerte darstellen, können von allen Extremwetterereignissen schwer beschädigt werden.
Insbesondere die Cluster Gesundheit, Wasser und Infrastrukturen erfordern einen integrativen Ansatz bei der Anpassung an den Klimawandel, da sie besonders viele Verknüpfungen mit anderen Clustern aufweisen: Wasser, weil es am Anfang vieler kaskadischer Auswirkungen des Klimawandels steht, und die Gesundheit, weil sie am Ende von vielen im Netzwerk Vulnerabilität identifizierten Wirkungsketten betroffen ist. Der Bau und die Anpassung von Infrastrukturen wiederum sind oft verbunden mit integrierten Planungsprozessen. Eine integrierte Planung unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Schutzzielen wird von dem für die Anpassungskapazität zentralen Cluster Raumplanung und Bevölkerungsschutz geleistet.
Integrative Ansätze benötigen grundsätzlich längere Zeithorizonte. Dies gilt für integrierte Planungsprozesse mit ihren längeren Fristen, bevor Maßnahmen in die Umsetzung kommen können. Lange Zeiträume für die Anpassung an den Klimawandel werden aber auch benötigt, wenn Infrastruktursysteme (wie das Straßennetz) angepasst werden sollen. Auch die Anpassung komplexer natürlicher Systeme, auf die der Mensch nur einen begrenzten Einfluss hat (etwa die Bestände von Flora und Fauna) ist zeitintensiv. In vielen Handlungsfeldern ist es daher wichtig, schon heute Anpassungsmaßnahmen zu initiieren, auch wenn die Auswirkungen des Klimawandels derzeit noch gering erscheinen mögen (siehe Kapitel E 3 und Anhang 2).
Eine erfolgreiche Verringerung der Vulnerabilität hängt entscheidend davon ab, Anpassung an den Klimawandel, Raumentwicklung, Klima- , Umwelt- und Naturschutz gemeinsam zu denken und zu realisieren. Sie erfordert daher ein langfristiges, integriertes und gleichzeitig auch umweltgerechtes Vorgehen.
Aufgrund seiner großen Bedeutung für den erfolgreichen Abschluss eines neuen Klimarahmenabkommens und dessen Umsetzung wird auch das Handlungsfeld „Internationale Verantwortung“ zunehmend relevant werden.

E Weiterentwicklung von DAS und APA

E 1 Verstetigung des DAS-Prozesses, neue Schwerpunkte, Verantwortlichkeiten

Der Klimawandel und die notwendigen Anpassungen an seine Auswirkungen stellen eine zentrale politische Herausforderung des 21. Jahrhunderts dar. Seit Einführung der DAS 2008 wurden auf internationaler und nationaler Ebene Wissensfortschritte zu anerkannten Methoden und Aussagen erreicht, die Aussagen über die Auswirkungen des Klimawandels auf globaler und zunehmend differenziert auf regionaler Ebene zunehmend belastbarer aufzeigen. Damit ist in der Umsetzung der DAS-Prozess in eine neue Phase eingetreten, in der Forschungsergebnisse und damit entstandene Werkzeuge nun in einen dauerhaften Routinebetrieb auf operationeller Ebene handlungsfeldspezifisch etabliert, gepflegt und weiterentwickelt werden müssen. Dazu gilt es nun das vorhandene, wissenschaftlich anerkannte Wissens- und Datenangebot als routinemäßiges Angebot weiterzuentwickeln und bereitzustellen. Dies gilt insbesondere für diejenigen Angebote, die für alle Handlungsfelder von übergeordneter Bedeutung sind. Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, um die Auswirkungen des Klimawandels in allen Planungen zukünftig von Beginn an weitsichtig berücksichtigen zu können. Entscheidungsträger profitieren sukzessive von einer neuen Beratungsqualität, um im Rahmen ihrer Zuständigkeiten den fortschreitenden Klimawandel weitsichtig und verantwortungsvoll berücksichtigen zu können. Der fortlaufende DAS-Prozess ist somit dadurch geprägt, dass Anpassung an den Klimawandel als neue Daueraufgabe auf operationeller Ebene zu etablieren und dazu die benötigen Vorhersage- und Projektionsdaten als regelmäßige Dienstleistung fortlaufend bereit zu stellen, zu aktualisieren und bei Bedarf weiter zu entwickeln. Hier ist den staatlich relevanten Fachbehörden, die sich mit Klima und Klimaanpassung beschäftigen, eine neue Daueraufgabe zugewachsen. Dies gilt insbesondere für die Bereiche Extremwetter und Wasser, wo die zuständigen Fachbehörden des Bundes ihr bestehendes operationelles Dauerangebot gezielt in der Routine ausbauen und den zentralen Klimadiensten bereitstellen sollen. Parallel gilt es, die Ergebnisse aus fortlaufender angewandter und Grundlagenforschung als flankierenden Prozess zur Sicherstellung der Aktualität der Datenbereitstellung zu gewährleisten. Das Zusammenspiel von zentralen Klimadiensten und den Facheinrichtungen, die diese angemessen mit den erforderlichen Daten und dem Wissensfortschritt versorgen, gilt es nun zügig zu etablieren.

Die für die Handlungsfelder auf operativer Ebene zuständigen Verantwortlichen werden durch das neu entstandene und entstehende Wissens- und Datenangebot nun sukzessive in die Lage versetzt, ihre Betroffenheiten besser zu erkennen und den Handlungsbedarf fachlich und haushaltswirksam zu beschreiben. Diese Entwicklung bildet sich in der Fortschreibung des APA durch eine Zunahme an sektorspezifischen Maßnahmen und Instrumenten ab.

Eine koordinierte Vorgehensweise des Bundes gewinnt mit der Neuausrichtung der Aufgaben zunehmend an Bedeutung. Das Format der Interministeriellen Arbeitsgruppe als eine angemessene Struktur, um den Prozess der Klimaanpassung bundesweit zu steuern, hat sich erfolgreich bewährt und wird fortgeführt werden. Die Zusammenarbeit mit den Bundesländern über das Bund/Länder-Gremium unter der BLAG KliNa „Ständiger Ausschuss Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ (StA AFK) hat sich aus Sicht der IMA ebenfalls bewährt. Diese

Organisationsformen tragen der gesamtstaatlichen und gesamtgesellschaftlichen Herausforderung des Klimawandels in geeigneter Form Rechnung. Durch die Wahrung der Zuständigkeiten können gleichzeitig klare Verantwortlichkeiten insbesondere für handlungsspezifische Herausforderungen zugeordnet und so wirkungsvolle Maßnahmen und Instrumente entwickelt und umgesetzt werden.

Anpassung an den Klimawandel etabliert sich zunehmend als Daueraufgabe, wobei die Ausgestaltung und Detailliertheit entsprechend der Zuständigkeiten und der Verantwortung für Aufgaben auf der Umsetzungsebene variieren. Als ressortübergreifende Daueraufgaben identifizierte die IMA die Erstellung regelmäßiger Berichte über die Entwicklungen der Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen (Monitoringbericht siehe E 5.1) sowie die Ermittlung der Verletzlichkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels (Vulnerabilitätsstudie). Darüber hinaus beabsichtigt der Bund ein Gesamtangebot für Klimadienste und Dienste zur Unterstützung der Klimaanpassung einzurichten. Dazu wurde ein Zwei-Säulen-Konzept bestehend aus einem Deutschen Klimadienst (DKD) und einem Angebot von Diensten zur Klimaanpassung (KlimAdapt) entwickelt (siehe E 3.1).

Darüber hinaus wird der Bund künftig seiner steuernden Funktion mithilfe weiterer Rahmensetzungen von informellen, ökonomischen und Rechtsinstrumenten gerecht werden. Die informellen Instrumente streben Informations-, Kooperations- oder auch Beteiligungs-Maßnahmen zwischen staatlichen und nicht-staatlichen Akteuren an. Im Zentrum werden hier künftig Maßnahmen stehen, die die Informationen zu den zeitlich und regional spezifischen Auswirkungen des Klimawandels und den passgenauen Handlungsoptionen verbessern. Verbindliche formelle Instrumente werden die Umsetzung einer Anpassung an den Klimawandel beschleunigen, beispielsweise mit Blick auf notwendige Differenzierungen der Festlegungen in Raumordnungsplänen und –programmen. Ökonomische Instrumente bergen ein großes Potential zur Förderung der Klimaanpassung, welches künftig stärker genutzt werden soll. Entsprechende Vorschläge des Bundes finden sich in Kapitel E 3.1 und E 3.2.

E 3 Fortschreibung des APA (APA II)

Die Aktivitäten des APA II sind den Clustern „Wasser“, „Infrastrukturen“, „Land“, „Gesundheit“, „Wirtschaft“ und „Raumplanung und Bevölkerungsschutz“ zugeordnet. Diese sechs Cluster wurden entsprechend auch in der Vulnerabilitätsanalyse verwendet (siehe D5). Aktivitäten mit einem Handlungsfeld übergreifenden Charakter, wie die Bereitstellung von Daten- und Informationsdiensten oder Förderaktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel, sind unter ein zusätzliches Cluster „Übergreifend“ gefasst.

E 3.1 Querschnittsaktivitäten des Bundes

Cluster: Übergreifend

Klimadienste: Der Bund richtet in nationaler Umsetzung des globalen Rahmenwerks für Klimadienste (GFCS) den *Deutschen Klimadienst (DKD)* mit einer Geschäftsstelle beim Deutschen Wetterdienst (DWD) ein. Die im DKD zusammengeschlossenen Partner stellen die zur Umsetzung der DAS und abgeleiteter Aktionspläne benötigten Klimainformationen und -dienstleistungen

bereit [2.20]. Mit Blick auf ein anwendungsorientiertes Gesamtkonzept zur Erreichung strategischer Ziele der Anpassung an den Klimawandel in Deutschland ist beabsichtigt, den Deutschen Klimadienst DKD (mittelfristig) durch ein Angebot von Diensten zur Anpassung an den Klimawandel zu ergänzen (KlimAdapt Deutschland). Durch die Etablierung der Geschäftsstellen für DKD und KlimAdapt würden organisatorische Strukturen geschaffen, die Aufgaben und Arbeiten, welche bereits heute zum Teil im Rahmen der Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie durchgeführt werden, effizienter gestalten und als Daueraufgabe etablieren. Die Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie würde für DKD und KlimAdapt die Funktion eines Lenkungsausschusses übernehmen. Damit erfolgt die Anbindung an die Deutsche Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, die darauf zielt, die Verletzlichkeit Deutschlands gegenüber den Folgen des Klimawandels zu identifizieren und zu vermindern sowie die Anpassungsfähigkeit der natürlichen, sozialen und ökonomischen Systeme zu erhalten beziehungsweise zu erhöhen.
Während der DKD ab Herbst 2015 in die Umsetzung gehen soll, befindet sich die zweite Säule des Gesamtangebots des Bundes für Klimadienste und Dienste zur Unterstützung der Klimaanpassung KlimAdapt noch in der Konzeptionsphase.

Routinemäßiges Vorhersage- und Projektionsdatenangebot: Die derzeit vorhandenen *Klima-, Extremwettervorhersage- und Gewässer-Projektionsdaten sind als wesentliche Grundlage für alle Handlungsfelder routinemäßig bereitzustellen*. Diese operationellen Leistungen und Angebote bei den für diese Aufgabenfelder zuständigen Behörden des BMVI (DWD, BfG, BSH, BAW), die die entsprechenden nationalen Mandate haben, bedürfen aber einer stetigen Anpassung an den wissenschaftlichen Erkenntnisstand [7.20]. Diese fußen auf bestehenden nationalen Meßnetzen des DWD (Klima und Wetter (7.19]), der BfG (Binnen- und Küstengewässer [1.16]) und des BSH (Küstengewässer und Meer [1.17]), aus denen Projektionen bislang nur über begrenzte Zeiträume angeboten werden können. Die Weiterentwicklung dieser operationellen Leistungen zu einer zeitlich nahtlosen Projektion als kontinuierliche, einheitliche Grundlage für alle Handlungsfelder gilt es zu etablieren.

Desweiteren wurde eine Mehrzahl an nationalen Web-Portalen etabliert, um auch zukünftig dauerhaft Informationen über Klimawandel, Klimafolgen und Optionen zur Anpassung an den Klimawandel öffentlich bereit zu stellen und somit die o.g. Klimadienste (DKD, KlimAdapt) zu unterstützen. Dazu gehören das *Deutsche Klimaportal* [7.16], der *regionale Klimaatlas der Helmholtz Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren* [7.17], der *Klimanavigator* [7.18] und ein noch auszubauendes *nationales Informations-, Kommunikations- und Kooperationssystems zur Anpassung an den Klimawandel in Deutschland* [7.15].

Berichterstattung: Als ressortübergreifende Daueraufgabe vereinbarte die IMA, alle vier Jahre den Monitoringbericht zur DAS fortzuschreiben. Damit steht der Bundesregierung ein Instrument zur Verfügung mit dem sich die Entwicklungen der Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen über Zeitreihen verfolgen lassen.
Auch die regelmäßige Ermittlung der Vulnerabilität Deutschlands gegenüber den Folgen des Klimawandels wird von der IMA als ressortübergreifende Daueraufgabe angesehen. Die Frage in

welcher Periodizität zukünftiger Vulnerabilitätsanalysen durchgeführt werden sollen, ist noch nicht abschließend geklärt. Der im Rahmen des Forschungsvorhabens ermittelte Forschungsbedarf (siehe auch D3) sollte prioritär abgearbeitet werden, um die Methodik und die Aussagekraft zukünftiger Vulnerabiltätsanalysen zu optimieren. Die Methodik für eine einheitliche und sektorenübergreifende Vulnerabilitätsanalyse , die der Bund über einen Zusammenschlusses seiner Bundesoberbehörden zu einem Netzwerk Vulnerabiliät gemeinsam entwickelt hat, soll Grundlage für die zukünftige Analysen darstellen. Eine dauerhafte Etablierung des Behördennetzwerks Vulnerabilität wird von der IMA als zielführend angesehen, um künftige Aktualisierungen und Fortentwicklungen der sektorenübergreifenden Vulnerabilitätsanalyse sowie die Durchführung sektoraler Vulnerabilitätsanalysen zu begleiten. Allerdings sind für diese Aufgaben auch dauerhaft personelle und finanzielle Kapazitäten bereit zu stellen, die derzeit unter einem Finanzierungsvorbehalt stehen.

Forschung: Der Bund wird eine Vielzahl von Forschungsvorhaben durchführen, um die Wissensbasis zum Klimawandel zu stärken und Klimamodelle auf unterschiedlichen Skalen weiterzuentwickeln [7.3, 7.9, 7.10, 7.11, 7.12]. Das BMBF trägt durch verschiedene Forschungsprogramme zur Erweiterung des für Anpassung an den Klimawandel relevanten Wissens bei. Hierzu gehören Förderprogramme zur *Ökonomie des Klimawandels* [7.6] und *Climate Services* [7.4]. Des Weiteren startet das BMBF eine Nationale Initiative zur Klimamodellierung, um Lücken im Verständnis von Schlüsselaspekten im Klimasystem zu schließen und die konzertierte Entwicklung leistungsfähiger und verlässlicher Klimamodelle voranzutreiben. Aufbauend auf den Erfahrungen des 2014 ausgelaufenen Forschungsprogramms KLIMZUG wird zudem eine Fördermaßnahme unter dem Titel *Klimahandeln in Stadt und Region: Mit transdisziplinärer Forschung zu Klimaresilienz* aufgesetzt [7.7].

Regelwerke und Normen: Die mit dem APA I begonnene Aktivität, bestehende *technische Regelwerke und Normen im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels zu überprüfen,* wurde mit der Einrichtung des Arbeitskreises Anpassung an den Klimawandel unter der Koordinierungsstelle Umweltschutz im Deutschen Institut für Normung verstetigt. Ab 2016 soll die Zusammenarbeit mit ausgewählten Normungsausschüssen zur pilothaften Implementierung der Anpassung an den Klimawandel beginnen [7.1]. Ergänzend will der Bund die *Potenziale einer verpflichtenden Klimafolgenprüfung („Climate proofing") für Pläne, Programme und Vorhaben* [7.13] ausloten.

Förderprogramm Anpassung: Auch unter dem APA I wurde das *Förderprogramm Anpassung* etabliert. Es wird als Daueraufgabe mit einem inzwischen erhöhten Budgetansatz fortgesetzt und fördert Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel in Unternehmen, Bildungsangebote sowie kommunale Leuchtturmvorhaben zur Anpassung an den Klimawandel [7.2].

Cluster: Raumplanung und Bevölkerungsschutz

Der Klimawandel mit seinen regionalen Ausprägungen und möglichen Auswirkungen sowie daraus resultierenden Herausforderungen und Maßnahmen zur Vermeidung und Anpassung bleibt eine permanente und dynamische Aufgabe der Raumordnung. Die Weiterentwicklung der

‚Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland' der MKRO wird dem Rechnung tragen.

Aktivitäten unter dem APA II wie das Forschungsprojekt *Klimawandelgerechter Regionalplan* [6.9] und der *Ergebnistransfer KlimaMORO in die breite Praxis* [6.10], *Klimaresilienter Stadtumbau* [6.8] und *Modellvorhaben zur Integration von Klimawandel in die Raum-, Regional- und Bauleitplanung* [6.12], knüpfen an die Erfahrungen aus Modellvorhaben des Bundes an (vgl. Kap. B7). Die Vorhaben streben an, gewonnene Erkenntnisse weiterzuentwickeln, sie zu systematisieren und in die breite Anwendung zu bringen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Aktivitäten des Bundes bildet die Weiterentwicklung von Planungsinstrumenten, um Anforderungen der Anpassung an den Klimawandel besser in die Planungsverfahren integrieren zu können. Mit diesem Ziel wird das Vorhaben *Klimawandelgerechter Regionalplan* [6.9] aufgesetzt, sollen *Risiko- und Gefahrenkarten in die Raumordnung integriert* [6.7] sowie *Möglichkeiten zur Flexibilisierung der Planungsziele in der Raumordnung und Flächennutzungsplanung geprüft* werden [6.1].

Folgende Aktivitäten sind vorrangig dem Handlungsfeld Bevölkerungsschutz zuzuordnen: Eine übergeordnete, nicht klimawirkungsspezifische Aktivität des Bevölkerungsschutzes ist die *Fortführung der seit 2007 bestehenden ‚Strategischen Behördenallianz Anpassung an den Klimawandel'* aus Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Umweltbundesamt (UBA), Technischem Hilfswerk (THW), Deutschem Wetterdienst (DWD und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [6.5]. Im Bevölkerungsschutz sind darüber hinaus verschiedene Kooperationen zwischen staatlichen und nichtstaatlichen Akteuren etabliert, die nicht speziell als Aktivitäten im APA ausgewiesen sind. Seit 2008 arbeiten das BBK, die bundesweit aktiven Hilfsorganisationen, die Freiwilligen und Berufsfeuerwehren und das THW in der Arbeitsgemeinschaft Klimawandel und Anpassung im Katastrophenschutz zusammen. Eine weitere Kooperation ist das Deutsche Komitee Katastrophenvorsorge (DKKV), dessen Mitglieder sich aus einem breiten Spektrum von staatlichen Einrichtungen, Forschungseinrichtungen, Wirtschaft, Nichtregierungsorganisationen und unabhängigen Experten zusammensetzen und das sich in verschiedenen Veröffentlichungen mit dem Klimawandel befasst hat (DKKV 2011a, 2011b).

Eine spezifische Aktivität für das Handlungsfeld ist die *Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz*, die sich beispielsweise mit Winterstürmen und extremen Schmelzhochwässern aus den Mittelgebirgen beschäftigt [6.3]. Als Aktivität im Bereich Aus- und Weiterbildung wird eine *Integration des Themas ‚Klimawandel' bzw. ‚Anpassung an den Klimawandel' in Lehrveranstaltungen der Akademie für Krisenmanagement, Notfallplanung und Zivilschutz des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe* angestrebt [6.2].

Hinsichtlich der Trinkwasserverfügbarkeit sollen insbesondere die *Planungsgrundsätze bei Planung und Betrieb von Anlagen zur Trinkwasser-Notversorgung* (als Vorgabe für die Länder) neu festgesetzt werden. Hierzu ist zunächst eine Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf Anlagen der Trinkwasser-Notversorgung vorzunehmen [6.4].

Der Bund plant zudem eine Abfrage zur *Ermittlung des Selbstschutz- und Selbsthilfepotenzials in Städten und Gemeinden* als Basis für weitere Maßnahmen, wie die Erstellung eines Leitfadens für Kommunen [6.11].

Zu den weiteren, für den Bevölkerungsschutz relevanten Aktivitäten in unterschiedlichen Handlungsfeldern zählen der *Wasserstandsdienst* [1.17], die Erstellung von Klima- und Abflussprojektionen für das Odereinzugsgebiet im Rahmen des ‚Climate Proofing' für Bundeswasserstraßen [2.20] und die Prüfung der *Aufstellung eines Hitzeaktionsplans* [4.14].

E 3.2 Aktivitäten des Bundes, der Länder und Handlungsmöglichkeiten anderer Akteure

In diesem Kapitel werden – nach den Clustern Wasser, Infrastrukturen, Land, Gesundheit, Wirtschaft gegliedert – jeweils die zentralen Klimawirkungen und Handlungserfordernisse beschrieben. Die Ausführungen basieren auf den Ergebnissen der Vulnerabilitätsanalyse (siehe Anhang 1). Für jedes Cluster werden zudem, für die einzelnen Handlungsfelder separat ausgeführt, die zentralen Politikinstrumente und Einzelmaßnahmen des Bundes sowie in Kooperation mit den Ländern beschrieben. Beispielhaft werden weitere relevante nichtstaatlicher Akteure genannt, welche zur Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel beitragen und damit potenzielle Klimaschäden reduzieren können.

Cluster: Wasser

Folgende Klimawirkungen im Cluster Wasser weisen erhöhte Handlungserfordernisse auf:

Potenzielle Schäden können insbesondere an Küsten, Bauwerken und Infrastrukturen durch erhöhte Sturmfluten aufgrund des erwarteten Meeresspiegelanstiegs auftreten. Darüber hinaus können Starkregen, Flusshochwasser und Sturzfluten in ganz Deutschland große und künftig noch zunehmende Schäden verursachen. Starkregen ist vor allem auch mit Blick auf Entwässerungseinrichtungen, wie das Kanalnetz, und Kläranlagen eine voraussichtlich wachsende Herausforderung. Die Anpassung und Erweiterung bestehender Infrastrukturen benötigt zudem längere und integrierte Planungsprozesse.

Aufgrund des Klimawandels können sich physikalische und chemische Gewässereigenschaften verändern, z. B. Temperatur und Salzgehalt. Dies führt auch zu Änderungen von biologischen Prozessen und der Artenzusammensetzung in Gewässern. Schwerwiegende Auswirkungen werden auf das Handlungsfeld Fischerei und in diesem besonders auf Fischbestände in Nord- und Ostsee erwartet.

Handlungsfeld Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft

Eine übergreifende Maßnahme zur Verbesserung der Informations- und Datenbasis ist die *DAS-Handlungsfeld übergreifendende Datenbereitstellung und gewässerkundliche Beratung* [1.16].

Ein zentrales Instrument zur Verbesserung des Hochwasserschutzes ist das *Nationale Hochwasserschutzprogramm (NHWSP)* in Verbindung mit dem *Sonderrahmenplan präventiver*

Hochwasserschutz [1.9]. Unter anderem geht es um das *verstärktes Einrichten von natürlichen Überflutungsflächen bzw. die Rückgewinnung von Retentionsflächen durch Deichrückverlegungen* [1.1].

Für den *Bau von Hochwasserschutzanlagen* sollen die Möglichkeiten für beschleunigte Planungs- und Genehmigungsverfahren ausgeschöpft und zusammen mit den Ländern sowohl bundes- wie landesrechtliche Regelungen auf den Prüfstand gestellt und angepasst werden. Darüber hinaus plant der Bund zusammen mit den Ländern weitere Regelungen des materiellen Hochwasserschutzes zu überarbeiten, um einen verbesserten vorbeugenden Hochwasserschutz zu erreichen. Dies soll durch die Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und gegebenenfalls weiterer Vorschriften erreicht werden. [1.5]

Ein Instrument zur verbesserten Wasserrückhaltung ist die verstärkte Umsetzung von *Natural Water Retention Measures (NWRM)* [1.3]. Des Weiteren sollen die Potenziale einer *Überarbeitung der Betriebs- und Bewirtschaftungspläne für Talsperren, Speicher und Rückhaltebecken* – als Kooperationsaufgabe von Bund und Ländern – geprüft werden [1.4].

Für einen verbesserten Umgang mit Sturzfluten und den Auswirkungen von Starkregenereignissen auf Kanalnetz und Kläranlagen werden zwei Instrumente auf ihre Potenziale hin geprüft:

- eine *Verpflichtung zur Erstellung von Risiko- und Gefahrenkarten für Starkregen und Sturzfluten*: In der nationalen Umsetzung der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) im WHG wurden nur Flusshochwässer berücksichtigt, jedoch keine durch Starkregenereignisse hervorgerufenen Sturzfluten. Entsprechend sollen solche Risiken und Gefahren zukünftig verstärkt ermittelt werden [1.7].
- die Festschreibung einer systematischen Vorgehensweise zur Planung von Maßnahmen der *dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungs- und Gewerbegebieten,* insbesondere bei der Neuerschließung [1.8].

Um Auswirkungen des Klimawandels auf den Gewässerzustand angemessen zu berücksichtigen, wird die *Einführung eines formalen Planungsmoduls zur Klimawandelfolgenermittlung und -bewertung in Bewirtschaftungsplanung und Wasserrahmenrichtlinie* verfolgt [1.6]. Das im Koalitionsvertrag der Bundesregierung vereinbarte Bundesprogramm „Blaues Band“ zielt außerdem mittel- und langfristig auf die *Renaturierung von Fließgewässern und Auen* ab, die gleichzeitig einen Beitrag zum Hochwasserschutz leistet [1.2].

Handlungsfeld Küsten- und Meeresschutz

Das Handlungsfeld Küsten- und Meeresschutz umfasst sowohl den Küstenschutz als Reaktion auf Gefährdungen durch Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten als auch den Meeresschutz, der sich auf den Gewässerzustand der Meere richtet.

In diesem Handlungsfeld werden eine Reihe von Daueraufgaben durchgeführt, die sich auf Monitoring und die Bereitstellung von Daten sowohl zu Wasserständen als auch zum physikalischen und chemischen Gewässerzustand beziehen [1.11, 1.12, 1.13,1.17].

Planerische Befugnisse und Zuständigkeiten für den Meeresraum sind komplex. Für die Küstenmeere innerhalb der 12-Seemeilenzone gelten Raumordnungspläne der Küstenbundesländer, für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) hat sich in den letzten Jahren eine Raumordnung unter Federführung des Bundes entwickelt. In der Meerespolitik spielt die Europäische Union eine wichtige Rolle. In Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel wurde auf EU-Ebene ein spezielles Strategiedokument für Küsten und Meere erarbeitet (SWD/2013/133). Das entscheidende Regelwerk für den Meeresschutz auf EU-Ebene ist die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (RL 2008/56/EG – MSRL), deren Ziel die Erreichung eines guten Umweltzustands der Meeresgewässer bis 2020 ist. In Deutschland besteht für die Zusammenarbeit von Bund und Ländern zum Meeresschutz, insbesondere zur Umsetzung der MSRL, seit 30. März 2012 ein Verwaltungsabkommen, das zwischen dem BMU (federführend), dem BMVBS und dem BMELV auf Bundesseite und den Umweltministerien der fünf „Küstenländer“ Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein geschlossen wurde.

Der Küstenschutz befindet sich in der gemeinsamen Zuständigkeit von Bund, Ländern und Kommunen. Den Rahmen für das Zusammenwirken von Bund und Ländern im Küstenschutz bildet die Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK). Als Reaktion auf die Gefahren des Klimawandels wurde der GAK-Sonderrahmenplan „Maßnahmen des Küstenschutzes in Folge des Klimawandels“ für 2009-2025 aufgestellt. Auch der Sonderrahmenplan „Präventiver Hochwasserschutz“ zur Umsetzung der Maßnahmen des Nationalen Hochwasserschutzprogramms (vgl. Handlungsfeld Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft) wird im Rahmen der GAK eingerichtet. Der Schwerpunkt der GAK-Finanzierung liegt derzeit auf dem technischen Hochwasserschutz. Im Rahmen des APA soll geprüft werden, inwieweit das GAK-Gesetz um *Fördermöglichkeiten für naturnahen Küstenschutz* erweitert werden kann [1.10]. Hierunter könnte auch der Ausgleich von Kosten fallen, die Landbesitzern durch die Ausweisung als Vorrangflächen für den vorsorgenden Küstenschutz entstehen. Im *Verbundprojekt COMTESS*, welches als *BMBF-Fördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement”* finanziert wird, werden anhand von Szenarien die Auswirkungen von bewährten und innovativen Maßnahmen zum Küstenschutz auf Ökosystemdienstleistungen untersucht [1.14].

Raumplanerische Maßnahmen des vorsorgenden Küstenschutzes liegen in der Kompetenz der Länder, Planungsregionen und Kommunen. So plant das Land Schleswig-Holstein bei der Fortschreibung seines Landesentwicklungsplanes die Ausweisung von Vorranggebieten für Klimafolgenanpassung im Küstenraum sowie die Ausweisung von Vorbehaltsgebieten für den Küstenschutz in nicht ausreichend geschützten Küstenniederungen. Im Rahmen des KlimaMORO-Modellvorhabens Vorpommern wurde ein neues raumplanerisches Instrument die Festlegung von Vorbehaltsgebieten „Anpassung an den steigenden Meeresspiegel“ angeregt.

Als nichtstaatliche Akteure spielen Wasser- und Bodenverbände eine wichtige Rolle für den Küstenschutz. Ihre Zuständigkeiten sind je nach Bundesland unterschiedlich.

Indirekte Bedeutung für den Küstenschutz bzw. den küstennahen Hochwasserschutz haben eine Reihe von im Anhang 2 ausgewiesenen Aktivitäten zum *‚Climate proofing‘ von*

Bundeswasserstraßen (Nord-Ostsee-Kanal, Eider, Unter-Trave, Außen-Elbe, Unter-Weser) [2.7 bis 2.12].

Handlungsfeld Fischerei

Im Handlungsfeld Fischerei wird nach bisherigen Erkenntnissen eine besonders starke Wirkung des Klimawandels auf die Fischbestände im Meer erwartet. Auch die Binnenfischerei kann vom Klimawandel betroffen sein; hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um Klimawirkungen und Anpassungsmöglichkeiten genauer bestimmen zu können.

Einwirkungen des Klimawandels auf Fischbestände werden sich kaum direkt durch Anpassungsmaßnahmen abschwächen lassen. Sie treffen auf eine bereits kritische Situation, die durch die Bedrohung der Fischbestände durch Überfischung sowie Ökosystemveränderungen durch Beeinträchtigungen der Gewässerqualität und direkte Eingriffe in Gewässerökosysteme (z. B. Sand- und Kiesabbau, Offshore-Windenergie) gekennzeichnet ist. Mögliche Gegenmaßnahmen sind in diesem Kontext zu diskutieren und lassen sich voraussichtlich nicht als überwiegende Klimawandelanpassungsmaßnahmen definieren. Zugleich sind natürliche Systeme, wie die Reproduktion und Wanderung von Fischen, schwierig vom Menschen beeinflussbar. Allerdings machen mögliche zusätzliche Beeinträchtigungen durch den Klimawandel Maßnahmen des Gewässer- und Artenschutzes insgesamt dringlicher.

Beim Schutz der Fischbestände ist Deutschland auf die Zusammenarbeit mit den anderen Staaten Europas angewiesen. In der Fischerei ist die EU ein wichtiger Akteur, da sie die geteilte Zuständigkeit dafür innehat (Artikel 4 AEUV) und zudem über die ausschließliche Zuständigkeit für die Erhaltung der biologischen Meeresschätze im Rahmen der gemeinsamen Fischereipolitik (GFP) verfügt (Artikel 3 AEUV). Ein ‚Climate proofing' der GFP ist Teil der EU-Anpassungsstrategie (vgl. hierzu das Dokument „Principles and recommendations for integrating climate change adaptation considerations under the 2013-2020 European Maritime and Fisheries Fund operational programmes", SWD(2013) 299).

Als Instrument, um negative Auswirkungen des Klimawandels auf Fischbestände im Zusammenspiel mit anderen Einflussfaktoren zu minimieren, ist außerdem die marine Raumordnung zu berücksichtigen.

Die bereits erwähnten Aktivitäten zu Monitoring und Datenbereitstellung in Bezug auf den Gewässerzustand von Binnen- und Meeresgewässern sind für das Handlungsfeld Fischerei relevant [1.11, 1.12, 1.13, 1.16] um zukünftig spezifische Aktivitäten zu definieren.

Cluster: Infrastrukturen

Folgende Klimawirkungen im Cluster Infrastrukturen weisen erhöhte Handlungserfordernisse auf:

Vor allem extreme Wetterereignisse, wie Hitze, Starkregen, Starkwind und Flusshochwasser, können zu Schäden an Gebäuden und (Verkehrs-)Infrastrukturen führen. Mit der projizierten zunehmenden Häufigkeit dieser Wetterextreme steigt auch die Bedeutung ihrer Auswirkungen, vor allem die von Hitze und Starkregen, und damit Flusshochwasser.

Veränderungen von Temperatur und Niederschlag haben im Cluster „Infrastrukturen“ auch Auswirkungen auf das Handlungsfeld „Energiewirtschaft“, beispielsweise auf das Kühlwasser für thermische Kraftwerke, und könnten zu potenziellen Schäden an Kraftwerken und Erzeugungsanlagen führen.

Eine Umgestaltung von langlebigen Infrastrukturen wie Gebäude, Kraftwerke oder Straßen ist in der Regel mit langen Planungs- und Umsetzungszeiträumen verbunden; daher ist das Handlungserfordernis bereits heute hoch oder sehr hoch.

Handlungsfeld Bauwesen

Um Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Sturmfluten, Flusshochwasser und Sturzfluten zu verringern, sind in erster Linie Aktivitäten relevant, die bereits im Cluster Wasser genannt wurden. Auch planerische Instrumente wie die *Integration von Risiko- und Gefahrenkarten in die Raumordnung* [6.7] unterstützen hier die Anpassung an solche Klimawirkungen.

Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf den Auswirkungen von Hitze und damit auf Beeinträchtigungen des Stadtklimas und Herausforderungen für die Temperaturregulierung in Gebäuden. Es soll geprüft werden, inwieweit das *Bund-Länder-Förderprogramm „Soziale Stadt“* geeignet ist, Wärmeinseleffekten und damit verbundenen Gesundheitsrisiken zu begegnen [4.2]. Um einem erhöhten Energieverbrauch für die Gebäudekühlung entgegenzuwirken wird eine *Überarbeitung von Effizienzstandards in der Energieeinsparverordnung (EnEV)* geprüft [2.37].

Aktivitäten, die Relevanz für eine größere Bandbreite von Klimawirkungen haben, sind die *Auswertung und der Transfer von Ergebnissen der Modellvorhaben des Forschungsfeldes StadtKlimaExWoSt* zum klimaresilienten Stadtumbau [6.8], die Prüfung möglicher *Anpassungen des Bauordnungsrechts an zukünftige Klimarisiken* [2.36], die *Überarbeitung von Klimadatennormen* [2.35] und *technischer Regelwerke und Normen im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels* [7.1] sowie die *Entwicklung eines Geoinformationssystems zur bundesweiten Risikoabschätzung von zukünftigen Klimafolgen für Immobilien* [2.43]. Im eigenen Verantwortungsbereich plant der Bund eine systematische Einbeziehung von Klimawandelanpassungsaspekten bei der *Sanierung und Neubau von Liegenschaften des Bundes* [2.45].

Das Handlungsfeld Bauwesen umfasst eine Vielzahl von Akteuren. Städte und Gemeinden, hier insbesondere die für Planen und Bauen zuständigen Dezernate der kommunalen Verwaltung, sind von zentraler Bedeutung, da Bauwesen zu einem großen Teil in den kommunalen Aufgabenbereich fällt. Unter den nichtstaatlichen Akteuren sind Architektur-, Planungs- und Ingenieurbüros sowie entsprechende Berufsverbände und Ausbildungseinrichtungen, private und gewerbliche Gebäudeeigentümer, Verbände der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft sowie Mietervereine zu nennen. Auch von Umweltverbänden und Bürgerinitiativen können Aktivitäten ausgehen. Bei der Absicherung von Immobilien gegen Elementarschäden ist die Versicherungswirtschaft ein wichtiger Partner [5.5]. Ferner können Normungsgremien als Schnittstelle zwischen dem staatlichen und privatwirtschaftlichen Bereich eine Rolle spielen.

Entscheidend für ein klimaangepasstes Bauwesen sind daher Maßnahmen der Vernetzung, Qualifikation und Information der unterschiedlichen Akteure.

Handlungsfeld Energie

Im Handlungsfeld Energie ist das höchste Handlungserfordernis in Bezug auf Knappheiten von Kühlwasser für thermische Kraftwerke indiziert. Für diese Klimawirkung soll geprüft werden, welches Potenzial die *Überprüfung von Wärmelastplänen unter veränderten hydrologischen und Temperaturbedingungen* bietet, um klimabedingte Produktionsengpässe und Wassernutzungskonflikte zu vermeiden [2.46].

Um Schäden u.a. an Kraftwerken und Erzeugungsanlagen zu verringern, wird ein Vorschlag für eine *Technische Regel Anlagensicherheit (TRAS) zu den Gefahrenquellen Wind- und Schneelasten* erarbeitet [5.2].

Im Rahmen der Vorhaben zur *Sicherung klimarobuster Verkehrsinfrastruktur* hat das *‚Climate proofing' der Bundeswasserstraße Donau* Relevanz für die Energieversorgung aus Wasserkraft, da sich an Staustufen der Donau große Flusskraftwerke befinden. In dem Vorhaben wird simuliert, wie sich der Klimawandel auf die Niedrigwasserabflussmengen der Donau auswirkt [2.18].

Energieerzeugungs- und Energieversorgungsunternehmen als Anlagen- und Netzbetreiber sowie deren Verbände bilden die wichtigste nicht-staatliche Akteursgruppe im Handlungsfeld Energie. Im Gebäudeenergiebereich sind darüber hinaus eine Reihe von spezialisierten Interessensverbänden von Bedeutung, wie der Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima/Gebäude- und Energietechnik Deutschland (ZVSHK/GED), der Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V (BDH) oder der Bundesindustrieverband Technische Gebäudeausrüstung e.V. Auf kommunaler Ebene sind Anpassungsmaßnahmen im Energiebereich nicht zuletzt im Zusammenhang mit Klimaschutzkonzepten und -aktivitäten zu betrachten. Eine relativ neue, potentiell bedeutende Akteursgruppe in diesem Bereich sind die aus Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative des BMUB (NKI) geförderten Klimaschutzmanagerinnen und Klimaschutzmanager. In sogenannten Energiebeiräten werden darüber hinaus Vertreterinnen und Vertreter von fachlich kompetenten Institutionen, Bürgerinitiativen, Umweltverbänden, Gewerkschaften und der Kommunalpolitik zur Entwicklung und Durchführung kommunaler Klimaschutzprojekte beratend hinzugezogen. Sie spielen somit potentiell auch eine Rolle bei der Anpassung an den Klimawandel im Energiebereich.

Handlungsfeld Verkehr, Verkehrsinfrastruktur

Für die Straßen- und Schieneninfrastruktur stellen in erster Linie Überschwemmungen und Unterspülungen ein im Klimawandel potenziell zunehmendes Problem dar. Neben spezifischen Maßnahmen im Verkehrsbereich sind hier die im Cluster Wasser genannten Aktivitäten im Bereich Hochwasserschutz/ Hochwasservorsorge relevant. Darüber hinaus spielen Hitze- und Frostschäden eine Rolle. Zur Anpassung der *Schieneninfrastruktur* tragen die *Erfassung* ihrer *Vulnerabilität* [2.3] und die *Evaluierung der Anpassung des technischen Regelwerks bei der Deutschen Bahn AG Infrastruktur* [2.4] bei. Speziell auf Überschwemmungsereignisse zielt die *Bestimmung von Bahn-Ausweichstrecken* [2.2].

Im Bereich der Straßenverkehrsinfrastruktur werden im Programm *„Adaptation der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel“ (AdSVIS)* [2.21] die Auswirkungen des Klimawandels auf die Straßenverkehrsinfrastruktur und den Straßenbetriebsdienst analysiert, Vulnerabilitätsbewertungen für einzelne Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur durchführt und Anpassungsoptionen und -technologien entwickelt und erprobt.

AdSVIS identifiziert damit klimawandelbedingte Risiken, die bei der Planung und im Bau oder während des Betriebs und der Erhaltung auftreten können. Es werden also Hinweise geliefert, wie stark sich die Lebensdauer durch die Auswirkungen des Klimawandels verkürzt und wie eine ausreichende Lebensdauer durch Anpassungsmaßnahmen erreicht werden kann.

Im Zentrum von AdSVIS steht das Projekt *„Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetzes im Kontext des Klimawandels" (RIVA)* [2.22]. Ziel des Projektes ist eine Methodik für die Identifikation, Analyse und Bewertung der Risiken des Klimawandels zu entwickeln und an ausgewählten Streckenabschnitten im deutschen Teil des TEN-T (Transeuropäisches Netz – Transport) zu validieren. Weitere Projekte befassen sich insbesondere mit der Dimensionierung von Straßenentwässerungseinrichtungen [2.38] und dem temperaturabhängigen Verhalten von Asphalt- und Betonbefestigungen [2.28, 2.39] sowie den Auswirkungen des Klimawandels auf Brücken und Tunnelbauwerke [2.34].

Da der Klimawandel nicht nur direkte Schäden an Straßen und Infrastrukturbauwerken verursachen kann, beschäftigt sich AdSVIS auch mit Hang- und Böschungsrutschungen [2.27] an Straßen sowie mit Fragen des Betriebsdienstes [2.26]. So können die Folgen des Klimawandels für die Straßenverkehrsinfrastruktur breit gefächert abgebildet und beurteilt werden. Dies ist zentral, um Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten, Regelwerke weiterzuentwickeln und die Straßeninfrastruktur resilient zu gestalten.

Im Projekt Vernetzung und Kommunikation des Forschungsprogrammes AdSVIS [2.44] wird der Austausch der Ergebnisse und Zwischenergebnisse untereinander und nach außen z.B. in Form von Konferenzen koordiniert.

Relevant für Verkehrswege ist außerdem die *Evaluierung von Aussagen zur Klimaverträglichkeit im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung für Neu- und Ausbauvorhaben* [2.5].

Eine übergeordnete Aktivität des Bundes in Bezug auf den Schiffsverkehr ist die *organisatorische Etablierung der Aufgabe „Anpassung an den Klimawandel“ in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung* [2.1]. Maßnahmen zur Absicherung der Schiffbarkeit der Binnenschifffahrt in Bezug auf Niedrigwassersituationen finden im Rahmen des *‚Climate proofing‘* für die unterschiedlichen *Bundeswasserstraßen* statt [2.6 bis 2.20]. Zudem wird *Grundlagenforschung zur Entwicklung eines Standards für optimale Schiffskörper* betrieben, zunächst um den bereits jetzt problematischen Niedrigwasserperioden im Bereich der Oberweser zu begegnen [5.3].

Weitere Aktivitäten des Bundes zielen auf die *Erhebung und Aufbereitung von Daten* ab, wie die *Ermittlung von Datengrundlagen zur Berücksichtigung von Klimawirkungen bei der Projektdefinition in der Bundesverkehrswegeplanung* [2.40], die *Einrichtung eines dauerhaften*

ressortübergreifenden Klima-, Extremwetter- und Gewässer-Vorhersage- und -Projektionsangebotes [7.20] oder die *Erstellung von Karten der Eisbedeckung in der Ostsee* [2.41]. Auch die *Einrichtung eines Wasserstandsdienstes* [1.17] sollen die Datenverfügbarkeit unter anderem für den Verkehrsbereich verbessern.

Cluster: Land

Folgende Klimawirkungen im Cluster „Land“ weisen erhöhte Handlungserfordernisse auf:

Die Handlungsfelder des Clusters „Land“ werden besonders von graduellen Temperatur- und Niederschlagsveränderungen und bei einem starken Klimawandel von zunehmender Trockenheit beeinflusst. Steigende Temperaturen und Trockenheit beeinträchtigen die biologischen Prozesse und die Produktionsfunktionen des Bodens, zudem begünstigen sie die Etablierung und Ausbreitung bestimmter invasiver Arten. Zugleich können sie das Schadenspotenzial durch Schädlinge verstärken, mit möglichen negativen Folgen vor allem in der Forstwirtschaft. Neben Hitzewellen haben weitere Extremereignisse ein erhebliches Schadenspotential, wie Starkwind für die Forstwirtschaft, in der Schäden durch Windwurf bereits heute beträchtlich sein können.

Bodenerosion durch Wind und Wasser stellt bereits gegenwärtig ein Problem dar. Auch wenn sie in naher Zukunft aufgrund des Klimawandels voraussichtlich nur wenig verstärkt wird, erfordert sie dennoch aufgrund der langfristigen Auswirkungen und irreversiblen Schäden besondere Aufmerksamkeit.

Im Vergleich zur Landwirtschaft benötigen die anderen drei Handlungsfelder des Clusters „Land“ deutlich längere Anpassungszeiträume und weisen daher gegenwärtig bereits größere Handlungserfordernisse auf. Die Forstwirtschaft muss wesentlich langfristiger planen, und auch die Bodennutzung hängt von langfristigen Planungsprozessen ab. Viele Aspekte der biologischen Vielfalt passen sich im Rahmen der natürlichen Prozesse an, ohne dass der Mensch dies beschleunigen kann.

Handlungsfeld Boden

Im Handlungsfeld Boden sind im APA eine Reihe von übergeordneten Aktivitäten im Bereich Monitoring, Datenbereitstellung und Informationsaustausch vorgesehen, die für unterschiedliche Klimawirkungen relevant sind [3.21, 3.22, 3.25, 3.17]. Bisher liegen keine bundesweiten Daten über die *Bodenerosionsgefährdung durch Wind* sowie mögliche klimawandelbedingte Trends vor; diese sollen erstmals bundesweit ermittelt werden [3.8]. Zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wasser liegen seit Anfang 2010 bundesweite Daten und Karten vor, die im Rahmen des APA fortgeschrieben und validiert werden sollen [3.9]. Des Weiteren werden Veränderungen des Humusgehaltes und deren Ursachen untersucht [3.10].

Bei den Aktivitäten zum Bodenschutz liegt ein Schwerpunkt auf dem Schutz von Mooren, die nicht nur als Wasserspeicher und Biotope schützenswert sind, sondern als Kohlendioxidspeicher auch eine wichtige Rolle für den Klimaschutz spielen [3.5].

Da Vulnerabilität und Anpassungsmöglichkeiten für Böden stark von der Art der Landnutzung abhängen, ist der Bodenschutz in den betreffenden Handlungsfeldern mit zu bedenken. An erster Stelle ist hier die Land- und Forstwirtschaft zu nennen, aber auch Bauwesen und Verkehr spielen im Kontext der Flächenversiegelung eine wichtige Rolle. Im Rahmen des APA sollen daher *zielgruppenorientierte Qualifikationsmaßnahmen zur Berücksichtigung der Kühlfunktion und der Kohlenstoffspeicherfunktion des Bodens bei seiner Nutzung* durchgeführt werden, die sich insbesondere an Bodennutzer aus der Land- und Forstwirtschaft sowie dem Bauwesen richten [3.24].

Handlungsfeld Biologische Vielfalt

Im Handlungsfeld Biologische Vielfalt stellt die Ausbreitung invasiver Arten als mögliche Klimawirkung eine spezifische Herausforderung dar, für die ein besonderer Handlungsbedarf gesehen wird. In Bezug auf u.a. dieses Problem sollen die *Möglichkeiten eines koordinierten Vorgehens von Bund und Ländern zur Einrichtung eines Monitorings direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Deutschland* geprüft werden [3.20].

Weitere für das Handlungsfeld ausgewiesene Klimawirkungen – auf Areale von Arten, Ökosystemleistungen sowie Biotope und Habitate – stehen in vielfältiger Wechselwirkung miteinander. Dementsprechend ist auch ein Großteil der Aktivitäten für mehrere Klimawirkungen in diesem Handlungsfeld relevant.

Vorgesehen sind eine Reihe umfassender Aktivitäten wie die *Fortführung und Verstärkung der Forschung zum Thema Biodiversität und Klimawandel* [3.15], die *Fortführung der Förderung von Maßnahmen zur Sicherung der Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt* [3.4], und die *Durchführung von Informationskampagnen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt* [3.26]. Andere Aktivitäten beziehen sich dagegen spezifisch auf bestimmte Ökosysteme wie *Moore, Fließgewässer und Auen* [1.2, 3.5].

Ein weiterer Komplex von Aktivitäten betrifft die Anpassung von naturschutzrechtlichen und planerischen Instrumenten. Dies umfasst die *Entwicklung von Leitbildern der räumlichen Gesamtplanung für anpassungsfähige und belastbare Raum- und Landschaftsstrukturen vor dem Hintergrund des Klimawandels* [3.30], *die Entwicklung und modellhafte Umsetzung landschaftspflegerischer Maßnahmen zum Erhalt der Durchlässigkeit von Landschaften* [3.29] sowie die *nachhaltige Ausgestaltung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels* [3.28]. Hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen sollen *Prognosen der Entwicklung von Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen* sowie der Biodiversität erstellt und ein in Deutschland einheitlich anwendbares *Bewertungssystem für den Zustand und die nachhaltige Entwicklung naturnaher terrestrischer Ökosysteme* entwickelt werden [3.7]. Außerdem sollen Möglichkeiten der Einführung marktwirtschaftlicher Instrumente untersucht werden, die *Zahlungen für Ökosystemleistungen* beinhalten [3.6].

Handlungsfeld Landwirtschaft

Für das Handlungsfeld Landwirtschaft wurde eine geringere Vulnerabilität im Vergleich zu den anderen Handlungsfeldern des Clusters „Land“ festgestellt, unter anderem wegen der vergleichsweise kurzen Anpassungszeiträume. Zudem werden von der Klimawirkung mit der größten Bedeutung – Veränderungen agrophänologischer Phasen und der Wachstumsperiode – überwiegend positive Effekte erwartet (Verlängerung der Wachstumsperioden durch höhere Temperaturen).

Der Bund plant hier mehrere Forschungsaktivitäten mit Bezug zur Landwirtschaft, die sich schwerpunktmäßig mit den Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln unter den Bedingungen des Klimawandels befassen [3.12, 3.13, 3.18].

Neben der Entwicklung landwirtschaftlicher Erträge erfordern jedoch auch Auswirkungen landwirtschaftlicher Aktivität in Handlungsfeldern wie Wasser, Boden und Biologische Vielfalt in Verbindung mit klimabedingten Änderungen eine besondere Aufmerksamkeit. Ein Forschungsvorhaben richtet sich daher auf die Verbesserung der landwirtschaftlichen Praxis und auf diesbezügliche Regulierungsmöglichkeiten. Besonders angesprochen sind eine schonende Bodenbearbeitung [3.16].

Förderung und Regulierung der Landwirtschaft sind wesentlich durch die gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP) bestimmt. Begleitend zur EU-Anpassungsstrategie wurde ein Dokument zur Einbeziehung von Anpassungsbelangen in ländliche Entwicklungsprogramme erarbeitet.[8] Bei den Entwicklungsprogrammen und –plänen des ländlichen Raums handelt es sich um ein zentrales Instrument zur Umsetzung von Umweltschutz- und Klimawandelanpassungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis. Die ELER-Verordnung von 2013 gibt den aktuellen Rahmen für die Förderung der ländlichen Entwicklung unter der GAP vor. Gemäß Art. 28 der aktuellen ELER-Verordnung ist die Aufnahme von „Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen“ in die Programme zur Entwicklung des ländlichen Raums auf nationaler und/oder regionaler Ebene verpflichtend. Die Ausgestaltung obliegt in Deutschland den Bundesländern.

Ein wichtiger Akteur für die Anpassung an den Klimawandel der Landwirtschaft sind die Landwirtschaftskammern, die bereits in einer Reihe von Anpassungsprojekten, u. a. unter den Fördermaßnahmen klimazwei und KLIMZUG, mitgewirkt haben. Der Bundesverband der Landwirtschaftskammern hat außerdem Fachinformationen zu Anpassungsstrategien in den Bereichen Pflanzenbau und Tierhaltung herausgegeben.

Eine zunehmend wichtige Rolle spielen bestehende landwirtschaftliche Beratungsstellen, wie die Landwirtschaftskammern im Nordwesten Deutschlands, die staatliche Offizialberatung in den südlichen Bundesländern oder die privatwirtschaftlich organisierte Beratung in Norddeutschland. Durch die Qualifizierung von Beratern und die Erarbeitung von Empfehlungen, wie z. B. den 2009 von der bayerischen Landesverwaltung herausgegebenen „Anbau- und Nutzungsempfehlungen

[8] „Principles and recommendations for integrating climate change adaptation considerations under the 2014-2020 rural development programmes”, SWD(2013) 139.

für Energiepflanzen“, können staatliche Stellen die Anpassung der Landwirtschaft an neue Herausforderungen unterstützen.

Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft

Die im Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft unterschiedenen Klimawirkungen sind an unterschiedlichen Stellen entlang der Wirkungskette zu verorten. So wirkt sich die Baumartenzusammensetzung auf die Anfälligkeit gegenüber Schadorganismen, Hitze- und Trockenstress und Windwurf sowie das Waldbrandrisiko aus. Diese Faktoren wiederum beeinflussen die Erhaltung der Nutz- und Schutzfunktionen. Entsprechend sind auch Anpassungsmaßnahmen, die sich auf grundlegende Faktoren wie beispielsweise die Baumartenzusammensetzung richten, gleichzeitig geeignet, auf weitere Klimawirkungen zu reagieren.

Für das Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft wurden daher in erster Linie übergeordnete Aktivitäten formuliert, die mehreren Klimawirkungen zugeordnet werden können. Dazu gehören Forschungsprojekte [3.11, 3.19] sowie die *Internetplattform Klimawandel und Klimaschutz im Agrarbereich*, die auch Informationen zu forstwirtschaftlichen Fragen umfasst [3.27]. Mit diesen Instrumenten werden Klimawirkungen wie eine veränderte Baumartenzusammensetzung, Schäden durch Schadorganismen, ein erhöhtes Waldbrandrisiko sowie Schäden durch Windwurf angesprochen.

Der „Waldklimafonds“ ermöglicht die Umsetzung von Maßnahmen, die das CO2-Minderungs-, Energie- und Substitutionspotenzial von Wald und Holz erschließen und optimieren sowie die Anpassung der deutschen Wälder an den Klimawandel unterstützen. Aus den Mitteln des Fonds können zum Beispiel die Wiederherstellung, Redynamisierung und Neuanlage von natürlichen oder naturverträglich genutzten Au- und Feuchtwäldern gefördert werden. [3.3]. Neben privaten Waldbesitzern kommt auch dem Staat als Besitzer eigener Waldflächen eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu. Dieser Aspekt wird mit der Maßnahme *Schaffung klimaplastischer Wälder im Bundesforst* [3.1] berücksichtigt.

Weiter ist für das Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft die Länderebene von großer Bedeutung, da Waldbaurichtlinien und Waldumbauprogramme hier verankert sind und auch die Schadensprävention und die Früherkennung von Waldbränden in den Bundesländern unterschiedlich gehandhabt werden. Auch die Planung auf regionaler und Landesebene kann einen Beitrag leisten, um Klimawandelaspekte der Wald- und Forstwirtschaft besser zu berücksichtigen. So wurde im KlimaMORO-Vorhaben KLIMAfit die Ausweisung von „Vorranggebieten zur Waldmehrung“ erprobt.

Cluster: Gesundheit

Folgende Klimawirkungen im Cluster „Gesundheit“ weisen erhöhte Handlungserfordernisse auf:

Die Klimawirkungen in diesem Cluster beziehen sich vor allem auf die Auswirkungen einer höheren Durchschnittstemperatur und von Extremwetterereignissen wie Hitzewellen. Im Cluster Gesundheit zeigt sich ein hohes Handlungserfordernis für Hitzebelastungen. Ein mittleres

Handlungserfordernis ergibt sich für Atembeschwerden durch bodennahes Ozon, aber auch durch die Überträger von Krankheitserregern, die ihr Verbreitungsgebiet durch höhere Temperaturen verändern können. Die größte Betroffenheit wird – bedingt durch den Wärmeinseleffekt und die höhere Bevölkerungsdichte – in Ballungsräumen erwartet.

Handlungsfeld Gesundheit

Das frühzeitige Erkennen von möglichen Gesundheitsgefahren ist in dem Handlungsfeld Gesundheit von großer Bedeutung – darum liegt ein Schwerpunkt der Aktivitäten auf Monitoringmaßnahmen, die von Forschungsvorhaben flankiert werden. Dies gilt für Aktivitäten, die sich darauf richten, die Ausbreitung von Krankheitsüberträgern zu untersuchen und hier Zusammenhänge zu relevanten Klimasignalen herzustellen. Die Maßnahmen decken verschiedene Überträger (Vektoren), wie u. a. Stechmücken, gesundheitsgefährdende Nagetiere und Zecken, ab [4.6; 4.7; 4.9]. Monitoring richtet sich auch auf *vektorübertragene Infektionskrankheiten* [4.5]. Weitere Aktivitäten beziehen sich auf den *Eichenprozessionsspinner* [4.8]. Auch das Monitoring von Infektionskrankheiten [4.10] und das *Sensibilisierungsmonitoring* gegenüber Allergenen (z.B. Pollen oder Schimmelpilze) [4.4] fallen in diesen Schwerpunkt. Darüber hinaus prüft der Bund Aktivitäten zum *Ausbau und der Verstetigung des Gesundheits- und Umweltmonitorings sowie zur Schaffung eines integrierten Gesundheits- und Umweltmonitorings* [4.3].

Daneben spielt auch die Risikokommunikation und Prävention eine wichtige Rolle. Um gesundheitliche Folgen des Klimawandels, damit zusammenhängendes Risikoverhalten und individuelle präventive Handlungsmöglichkeiten effizient zu kommunizieren, sind unterschiedliche Aktionen erforderlich. Dies erfordert *zielgruppenspezifische Information*, die sich z.B. an besonders *vulnerable Gruppen wie Senioren* richtet [4.13], aber auch Information für die Allgemeinbevölkerung (z.B. *Warnsystem für Schildzecken und durch diese übertragbare Krankheiten* [4.12]). Zudem sollten die bestehenden Frühwarnsysteme zu den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels miteinander verknüpft und schrittweise optimiert werden [4.11].

Um der Klimawirkung Hitze besonders effektiv begegnen zu können, eignen sich z.B. sog. Hitzeaktionspläne wie sie von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) Europa empfohlen werden. Sie regeln die Zusammenarbeit der verschiedenen Ebenen bei Hitzeextremen, um hitzebedingte negative Gesundheitsfolgen zu vermeiden. Darum soll die *Erarbeitung von Hitzeaktionsplänen* geprüft werden [4.14].

In dem Bereich Aus-, Fort- und Weiterbildung sind *Multiplikatorenschulungen über präventive und gesundheitsfördernde Maßnahmen im Bereich der gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels* zu prüfen [4.1]. Als bereits existierendes Finanzierungsinstrument soll das *Bund-Länder-Programm Soziale Stadt* darauf geprüft werden, ob sich der Gesundheitsschutz gegen klimawandelbedingte Überhitzung darin integrieren lässt [4.2].

Mit der bundesweiten Erhebung von Anpassungsaktivitäten im Jahr 2014 wurde eine Baseline-Studie und eine zentrale Informationsplattform im Bereich „Klimawandel und Gesundheit“ geschaffen

(http://www.apug.de/umwelteinfluesse/klimawandel/anpassungsstrategien_bundeslaender_bund.htm). Bei der durch BMG und UBA finanzierten Erhebung handelt es sich um die erstmalige Zusammenstellung von Anpassungsaktivitäten des Bundes und der Länder im Bereich Klimawandel und Gesundheit. Die Informationsplattform ermöglicht es allen Akteuren, sich auf den verschiedenen Ebenen untereinander besser zu vernetzen, voneinander zu lernen und idealerweise Kosten einzusparen.

Die Ad-Hoc AG "Gesundheitliche Anpassung an die Folgen des Klimawandels" bündelt die Zusammenarbeit und den Informationsaustausch von Bund und Ländern auf dem Gebiet Klimawandel und Gesundheit.

Cluster: Wirtschaft

Folgende Klimawirkungen im Cluster „Wirtschaft“ weisen erhöhte Handlungserfordernisse auf:

Neben den graduellen Änderungen von Temperatur und Niederschlag haben Hochwasserereignisse aller Art, aber auch andere Extremwetterereignisse, zahlreiche und bedeutende Wirkungen für das Cluster „Wirtschaft“. Klimatisch bedingte Extremereignisse können beispielsweise den Warenverkehr beeinträchtigen, Produktionsprozesse unterbrechen und Anlagen beschädigen. Damit können große Schäden und Umsatzeinbrüche verbunden sein. Eine gesonderte Rolle spielt veränderter Schneefall: Während die Abnahme der Schneesicherheit starke negative Folgen für den Wintersport hat, kann zu viel Schnee zu Schäden an Betriebsanlagen von Industrie und Gewerbe führen und Logistik- und Produktionsprozesse unterbrechen.

Das Cluster „Wirtschaft“ ist besonders intensiv auch von internationalen Entwicklungen beeinflusst. Durch die Globalisierung und die internationale Ausrichtung aller Handlungsfelder dieses Clusters spielen der globale Klimawandel – nicht nur Klimasignale und -wirkungen in Deutschland – eine wichtige Rolle.

Handlungsfeld Industrie und Gewerbe

Viele der bereits im Handlungsfeld Verkehr beschriebenen Aktivitäten sind gleichzeitig geeignet, Beeinträchtigungen von Produktionsprozessen und Logistik entgegenzuwirken. Sie beziehen den Warenverkehr auf Schiene und Straße ebenso wie Schiffstransporte mit ein.

Besonders auf Schäden an gewerblicher und industrieller Infrastruktur bezieht sich die Aktivität zur Erarbeitung einer *Technischen Regel Anlagensicherheit (TRAS)* für die Gefahrenquellen Wind und Schnee [5.2]. Dabei sollen Wahrscheinlichkeiten und Intensitäten von extremen Windereignissen, wie Gewitterböen und Tornados, auf die der Klimawandel einen Einfluss haben könnte, berücksichtigt werden. Auch die Prüfung der *Überarbeitung von Klimadatennormen* [2.35] und *technischen Regelwerken und Normen im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels* [7.1] könnte Relevanz für diese und weitere Klimawirkungen auf Industrie und Gewerbe haben.

Auf europäischer Ebene wird die Europäische Kommission 2015 mit den Arbeiten zur *Novelle der EMAS-Verordnung zum Öko-Audit* beginnen. In diesem Rahmen soll geprüft werden, ob zusätzlich zu den bestehenden Kernindikatoren zur Messung der Umweltleistung von Unternehmen weitere Indikatoren eingeführt werden, die das Management von Klimafolgen betreffen. Eine vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebene Studie (Juli 2013) soll als Grundlage für diese Überlegungen herangezogen werden [5.1].

Handlungsfeld Tourismus

Von kommunalen Akteuren wird die eigene Verletzlichkeit im Bereich Tourismus meist als gering eingeschätzt. Es werden vor allem neue Chancen gesehen, zum Beispiel durch die Verlängerung der touristischen Saison und bessere Wetterbedingungen für Aktivitäten im Freien (Fahrrad- und Badetourismus, Outdoor-Gastronomie) sowie eine erhöhte Nutzung von Naherholungsgebieten durch Personen, die unter der Belastung der Städte durch den Klimawandel leiden. Dem steht allerdings regional eine hohe Verletzlichkeit gegenüber, wie insbesondere in Wintersportgebieten. Für lokale Veranstalter und Beherbergungsbetriebe, die mit ihren touristischen Angeboten und Leistungen an eine bestimmte Region gebunden sind, könnte die Anpassung an den Klimawandel je nach regionaler Betroffenheit schwieriger sein. Anpassungsaktivitäten im Tourismus sollten dementsprechend besonders diese Akteure bei einer Anpassung ihrer Angebote unterstützen, beispielsweise durch Information, Vernetzung und übergeordnete Strategien zur touristischen Entwicklung von Regionen.

Unter Maßnahmen der angewandten Forschung wie klimazwei und KLIMZUG sammelten bereits verschiedene Regionen Erfahrungen mit der kooperativen Entwicklung von Tourismusstrategien im Klimawandel. Eines dieser regionalen Kooperationsprojekte, das Klimabündnis Kieler Bucht, strebt gegenwärtig mit einer Anschlussförderung durch das BMUB eine Weiterentwicklung zu einer Klimawandelanpassungs-Modellregion in Norddeutschland an. Auf Länderebene enthält beispielsweise die Niedersächsische Anpassungsstrategie eine Reihe von Empfehlungen für den Tourismusbereich.

Handlungsfeld Finanzwirtschaft

Die Aktivitäten des APA im Handlungsfeld Finanzwirtschaft beziehen sich im Wesentlichen auf eine Sensibilisierung der Akteure, einen Austausch von Erfahrungen sowie eine Verbesserung der Datenbasis. Das im Rahmen der Hightech-Strategie des Bundes eingerichtete *Finanz-Forum: Klimawandel* plant ein Forschungsvorhaben zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Finanzprodukten und will den Dialog zwischen Finanzwirtschaft und Nachhaltigkeitsforschung intensivieren, um klimabezogenes Wissen verstärkt in Finanzdienstleistungen zu integrieren [5.4].

Des Weiteren wird aufgrund internationaler Vorgaben die *Einbeziehung von Klima- und extremwetterelevanten Grundlagendaten und Faktoren in die Risikobetrachtung in Finanzdienstleistungsunternehmen* verpflichtend. Diese basiert auf einer standardisierten Verwendung von Szenario-Modellen, die im Wesentlichen auf Daten der Versicherungswirtschaft aufbauen [5.6].

Unabhängig von der eigenen Betroffenheit der Branche vom Klimawandel ist die Versicherungswirtschaft ein wichtiger Akteur für die Anpassung an den Klimawandel in anderen Handlungsfeldern, besonders dem Bauwesen. Im Zentrum steht hier die Frage, wie ein verbesserter Versicherungsschutz gegenüber Elementarschäden zu erreichen ist. Dieses Thema soll im Rahmen von der *Risikovorsorge* als Teil einer breiteren Strategie zur Prävention gegen Elementarschäden für Nutzergruppen wie mittelständische Unternehmen, Industrie, Landwirtschaft und Immobilienwirtschaft erörtert werden [5.5].

In vielen Fällen können Daten der Versicherungswirtschaft einen wertvollen Beitrag zur Entwicklung von Anpassungsinstrumenten an den Klimawandel leisten. So wurde vom Hochwasser Kompetenz Centrum Köln in Zusammenarbeit mit dem Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) ein Hochwasserpass entwickelt, der das Überschwemmungsrisiko für Gebäude ausweist und eine Grundlage für Maßnahmen der Bauvorsorge sowie die versicherungstechnische Einstufung bildet. Damit soll in Zukunft für den Bereich Hochwasserschutz ein Instrument bereitstehen, das eine Informationsgrundlage für die Kopplung von Versicherung an Eigenvorsorge bietet.

E 4 Internationale Verantwortung (Säule 4 des APA 2011)

Das Jahr 2015 steht im Fokus der Abstimmung für ein neues Klimaabkommen, welches Ende 2015 auf der 21. Vertragsstaatenkonferenz (COP 21) verabschiedet werden soll. Ein wichtiges Thema wird hierbei der Aufwuchs der internationalen Klimafinanzierung sein. 2009 hatten die Industrieländer zugesagt, ab 2020 100 Mrd. US-Dollar aus unterschiedlichen Quellen für wirksame Klimaschutzmaßnahmen für Entwicklungsländer bereitzustellen. Wesentliche Anteile multilateraler Anpassungsfinanzierung soll dabei über den Green Climate Fund (GCF) geleitet werden. In diesem Zusammenhang hat das Direktorium des GCF beschlossen, 50% seiner Mittel für die Anpassung an den Klimawandel bereitzustellen. 50% davon sollen wiederum in besonders vulnerable Länder (kleine Inselstaaten, am wenigsten entwickelte Länder, Afrika) investiert werden.

Die deutschen internationalen Leistungen für Klimaanpassung in Entwicklungsländer sind in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen von 335 Mio. € (2010), 586 Mio. € (2011), 614 Mio. € (2012) auf 883 Mio. € (2013). Deutschland arbeitet mit anderen Ländern zusammen, um Wege zur Erreichung des 2009 vereinbarten Klimafinanzierungsziels auszuloten.

Die Anpassung an den Klimawandel ist eng mit nachhaltiger Entwicklung verknüpft. Es gilt zunächst, Auswirkungen des Klimawandels und Vulnerabilitäten zu analysieren und auf dieser Basis spezifische Anpassungsmaßnahmen zu planen, die in nationale Entwicklungspläne integriert werden. Die Anpassungsmaßnahmen müssen dann umgesetzt werden mit begleitendem Monitoring und folgender Evaluierung. Bislang hat Deutschland den Großteil seiner Unterstützung geleistet in den Sektoren Wasser, Landwirtschaft und Gesundheit oder in Bereichen wie dem Management natürlicher Ressourcen (einschließlich Wäldern), klima-resilienter wirtschaftlicher Entwicklung, Katastrophenvorsorge, Klimaversicherungen sowie ökosystembasierter Anpassung. Die Bundesregierung wird auch weiterhin ein differenziertes Portfolio an Aktivitäten in der Zusammenarbeit mit ihren Partnerländern gestalten, das auf die

Bedarfe und Kapazitäten der jeweiligen Länder zugeschnitten ist. Dazu gehört die Unterstützung der Partnerländer bei der Entwicklung Nationaler Anpassungspläne (NAPs), die als Grundlage zum Erreichen mittel- und langfristiger Anpassungsziele dienen. Der Bedarf für Anpassungsmaßnahmen ist hoch und wird weiter wachsen.

Regional Science Service Centres for Climate Change and Adapted Land-use in Africa: Ziel dieser BMBF-Aktivität ist es südliche und westafrikanische Schwellen- und Entwicklungsländer gezielt dabei zu unterstützen, eigene Kompetenzen und Kapazitäten in anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung zur Anpassung an den Klimawandel sowie zur Entwicklung und Umsetzung eines angepassten Landmanagements aufzubauen. In enger Zusammenarbeit mit nationalen Institutionen und Universitäten wird dazu Forschung in den Zentren betrieben und die wissenschaftliche Ausbildung an Universitäten vor Ort gefördert. Zudem sollen die Zentren in ihrer Region auch eine wichtige beratende Funktion für öffentliche und private Entscheidungsträger übernehmen. Dazu sind zwei Zentren im Süden und Westen Afrikas im Aufbau bzw. bereits operationell.

Mit dem Ziel, eine schnell umsetzbare trans-sektorale Planungsmethode zu entwickeln, führt BMBF von 2014-2019 ein Projekt durch, das den Fokus auf städtische Dienstleistungen und Infrastrukturen, insbesondere in den Sektoren Energie, Wasser, Abwasser, Abfall und urbane Landwirtschaft legt: „Rapid Planning: Nachhaltiges Infrastruktur-, Umwelt- und Ressourcenmanagement für hochdynamische Metropolregionen“. Die Forschungsarbeit wird auf den praktischen Erfahrungen in den Projektstädten Kigali (Ruanda), Da Nang (Vietnam) und Assiut (Ägypten) basieren und direkt angewendet. „Rapid Planning“ ist ein aktions- und nutzerorientiertes Forschungsprojekt. Im Fokus stehen die Verbesserung der Lebensqualität der Stadtbewohner, die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit hochdynamischer Städte bei gleichzeitigem Schutz von Umwelt und Klima sowie der Schonung von Ressourcen.

BMBF-Projekte zum Nachhaltigen Landmanagement:

- Verbundvorhaben CarBioCial - Kohlenstoff-Sequestrierung, Biodiversität und soziale Strukturen in Süd-Amazonien: Durch den Klimawandel ist im Amazonas eine zunehmende Variabilität der Niederschläge sowie eine Häufung von Extremereignissen zu erwarten. Gleichzeitig wirkt sich die Intensivierung der Landwirtschaft durch den Verlust von Biodiversität auf viele Ecosystemdienstleistungen negativ aus. CarBioCial wird im südlichen Amazonas entlang eines Landnutzungsgradienten (aktuelle Entwaldung, Junger Soja Anbau, langjährige Kultivierung) ein Entscheidungsunterstützungssystem für eine nachhaltige Klimaanpassung entwickeln. Damit soll auch Ökosystemservicestabilität im Hinblick auf C-Sequestrierung und Treibhausgas-Reduzierung für Südamazonien ermöglicht werden.
- Verbundprojekt SuMaRiO - Nachhaltiges Management von Flussoasen entlang des Tarim Flusses in China: Das Tarim Becken ist, mit einer Größe von rund einer Million Quadratkilometern, eine Region mit extremer klimatischer Ausprägung. Der das Becken am Nordrand der Taklamakan-Wüste durchfließende Tarim River bezieht sein Wasser hauptsächlich aus dem Schmelzwasser von Schnee und Gletschern sowie den Niederschlägen der umliegenden Gebirge. Übergeordnetes Projektziel ist die

Unterstützung des Oasen- Managements am Tarim River vor dem Hintergrund des Klimawandels und der sozio-ökonomischen Veränderungen. Als Hauptergebnis wird ein Entscheidungsunterstützungsystem erarbeitet, welches die regionalen Planungsbehörden darin unterstützen soll, eine Nachhaltigkeitsanalyse durchzuführen.

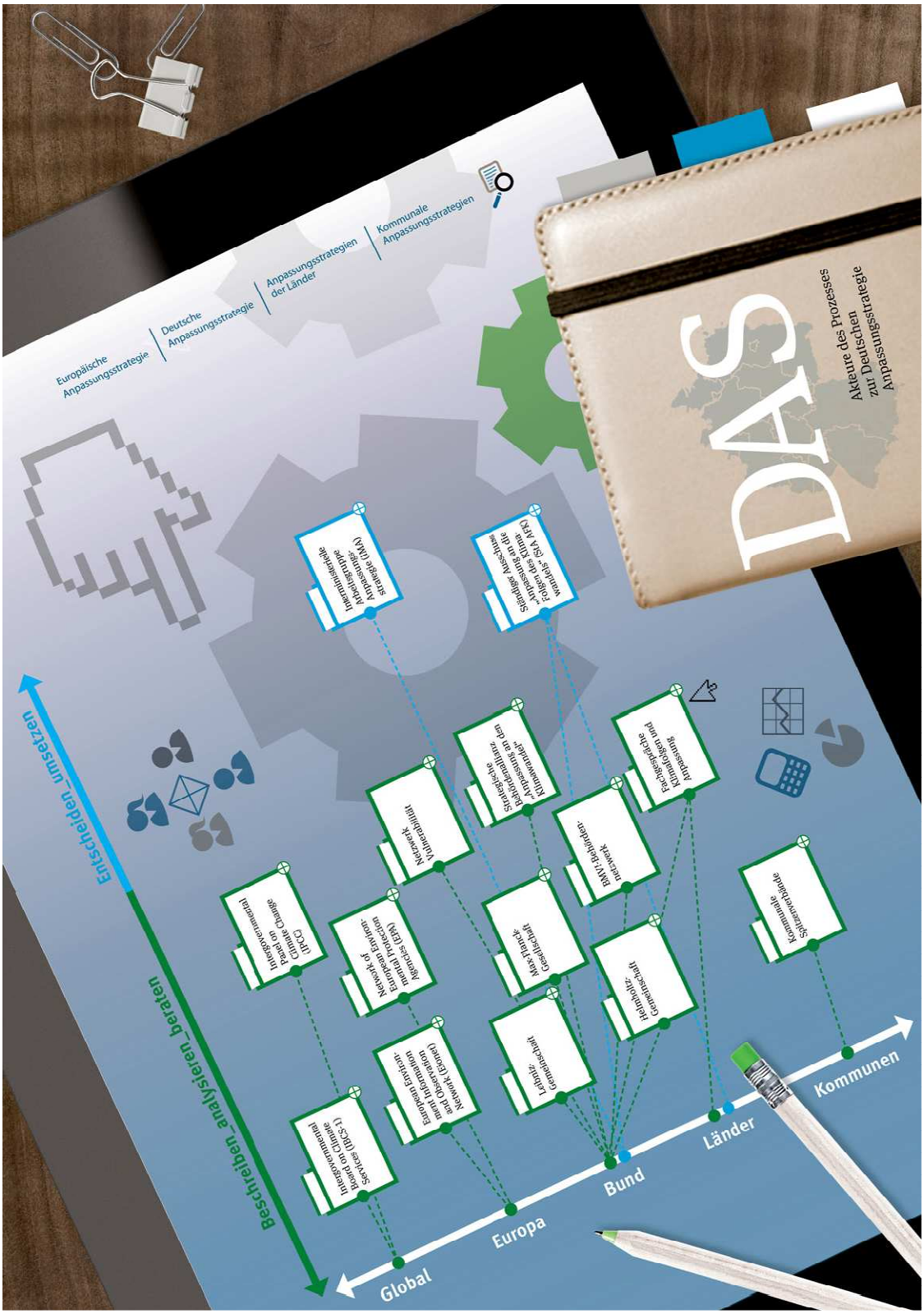
- Verbundvorhaben SASCHA - Nachhaltiges Landmanagement und Anpassungsstrategien an den Klimawandel im Westsibirischen Getreidegürtel: Der Übergangsbereich zwischen der Steppenzone und der nördlichen Waldzone in Westsibirien ist von globaler Bedeutung für Kohlenstoffspeicherung, Nahrungsmittelproduktion und Biodiversität. Dieser Raum wird zukünftig vom Klimawandel und von Veränderungen in der Landnutzung in besonderem Maße betroffen sein. Im Rahmen des Vorhabens soll der Einfluss verschiedener Landnutzungsformen und -intensitäten auf Ökosystemgüter und -dienstleistungen in der Region Tyumen analysiert und bewertet werden. Anhand der gewonnenen Informationen werden auf regionaler Ebene (Oblast Tyumen) praktikable Instrumente entwickelt, um negative sozioökonomische Folgen des Klimawandels abzumildern oder sogar zu kompensieren.

Klima-Technologietransfer

Die Vertragsparteien der UN-Klimarahmenkonvention haben 2010 in Cancún die Einrichtung des sog. Technologiemechanismus zur Stärkung der Zusammenarbeit im Bereich klimarelevanter Technologen (Minderung und Anpassung an den Klimawandel) beschlossen. Er besteht aus einem politischen Teil, dem Technology Executive Committee (TEC), und einem Implementierungsteil, dem Climate Technology Centre and Network (CTCN).

Das CTCN als Basis für eine intensivierte praktische Zusammenarbeit in klimarelevanten Technologien wird vom United Nations Environment Programme (UNEP) getragen und hat seinen Sitz in Kopenhagen. Auf nationaler Ebene wird die Arbeit des CTCN durch nationale Kontaktstellen (National Deisgnated Entity, NDE) unterstützt. Diese dienen als Anlaufstellen für Anfragen nach Technologieangeboten und -kooperationen. Die Aufgaben der deutschen NDE werden vom BMWi wahrgenommen. Dazu hat das BMWi im Rahmen einer Studie Angebote und Bedarfe von Technologien und Dienstleistungen für Klimaschutz und –anpassung analysiert, eine Strukturierung von Technologien und Bedarfsfeldern insb. zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt und ein Überblick über das deutsche Angebot sowie über Instrumente, Akteure und Institutionen des Technologietransfers erstellt. Die deutsche Kontaktstelle soll künftig das deutsche Kooperationsangebot darstellen und Technologieworkshops in Entwicklungs- und Schwellenländern durchführen, um damit einen vereinfachten Zugang zu Anpassungstechnologien und Kooperationspartnern aus Deutschland zu ermöglichen.

1992
1994–1996
1997
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
Klimarahmen-konvention
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Ab Mitte der 1990er fördert das BMBF Forschung zum Thema Anpassung
Kyoto-Protokoll
UK Climate Impacts Programme (UKCIP)
Förderbeginn DEKLIM
EU-Expertengruppe Science diskutiert Anpassung
IPCC AR3
Einladung des Dafra ins Hadley Center; UBA-Präsident fordert internes Papier
Erstes internes Konzept des UBA zur Anpassung
Fachgespräche Klima-folgen zwischen UBA und Landesumwelt-ämtern
Abschlusskonferenz und -bericht DEKLIM
UBA-Präsident thematisiert Anpassung im BMU
Finnland veröffentlicht als erstes europäisches Land eine Anpassungs-strategie; Erster nationaler Stakeholderworkshop
Nationales Klima-schutzprogramm: Grobkonzept nationale Anpassungsstrategie
Service Gruppe Anpassung (SGA)
DAS
Der Weg zur Deutschen Anpassungsstrategie
Deutsche Anpassungs-strategie (DAS)
Förderbeginn Klimazwei
Time to adapt Konferenz (BMU/EU)
Förderbeginn KLIMZUG
Förderbeginn ExWoST: Urbane Strategien zum Klimawandel; Ökonomie des Klima-wandels
Förderbeginn KLIWAS; KlimaMoro
Beginn Indikatoren-Projekt
Strategie zur Anpassung an den Klimawandel Sachsen-Anhalt
Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
Zweiter nationaler Anpassungsworkshop; Beschluss zur Gründung der Regionalen Klima-büros der Helmholtz-Gemeinschaft
Düsseldorfer Erklärung; EU-Grünbuch; IPCC AR 4
Ressort-AG; Projektgruppe DAS; Bund-Länder-Austausch; Strategische Behörden-allianz; AG „Klima-wandel" Sachsen-Anhalt
EU-Weißbuch: Anpassung an den Klimawandel – Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen; Bayerische Klima-Anpassungsstrategie
Fachzentrum Klima-wandel Hessen
IMA Anpassung; StA AFK; Climate Service Center
Feinkonzept für eine nationale Anpassungs-strategie
Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)
DAS-Förderkonzept
Global Framework for Climate Services (GFCS)
NKI fördert Anpassung
Beginn Policy Mix
Online-Umfrage zu DAS und APA
EU-Anpassungs-strategie; aktualisierte Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel; Thüringen „IMPAKT Integriertes Maß-nahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klima-wandels im Freistaat Thüringen"
Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Hessen; Regierungskommission in Niedersachsen: Empfehlung für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels
Hamburger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel; Schleswig Holstein „Fahrplan Anpassung an den Klimawandel"
Intergovernmental Board on Climate Services (IBCS); zuständig für die Umsetzung des Global Framework for Climate Services (GFCS)
Netzwerk Vulnerabilität; Thüringer Klimaagentur
Aktionsplan Anpassung (APA)
Beginn des nationalen Dialogs zum APA II
Online-Umfrage und Konsultation zum APA II
IPCC AR 5; Vulnerabilitätsstude des Netzwerks Vulnerabilität; Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel Hamburg
Fortschrittsbericht; APA II
Change Agent
Forschungsprogramme des Bundes (grün)
Für den Politikprozess zentrale Schritte und Veranstaltungen (blau)
Relevante Dokumente (weiß)
Etablierung wesentlicher Akteure (grau)

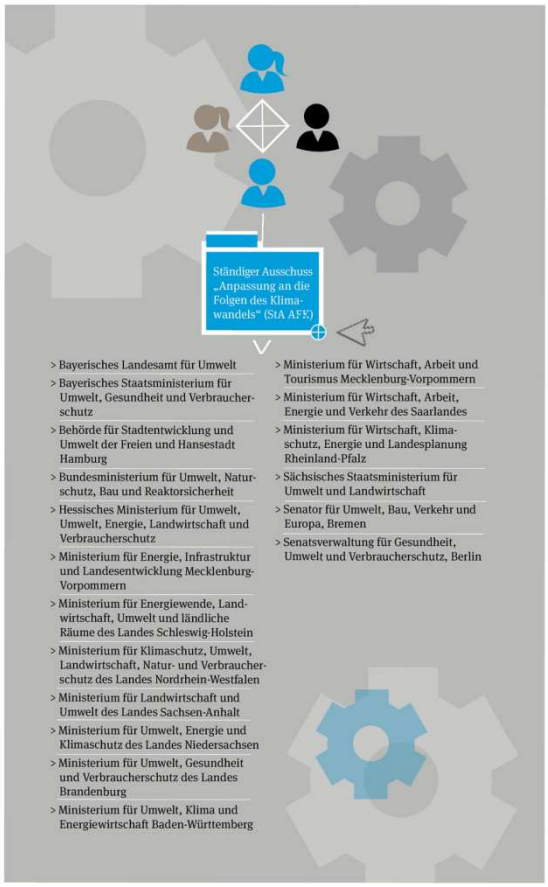

Europäische Anpassungsstrategie
Deutsche Anpassungsstrategie
Anpassungsstrategien der Länder
Kommunale Anpassungsstrategien
DAS
Akteure des Prozesses zur Deutschen Anpassungsstrategie
Entscheiden_umsetzen
Beschreiben_analysieren_beraten
Global
Europa
Bund
Länder
Kommunen

Netzwerk Vulnerabilität
> Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
> Bundesamt für Naturschutz (BfN)
> Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
> Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
> Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
> Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
> Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
> Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)
> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
> Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
> Deutscher Wetterdienst (DWD)
> Johann Heinrich von Thünen-Institut
> KfW
> Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (PT-DLR)
> Robert Koch-Institut (RKI)
> Umweltbundesamt (UBA) – KomPass

Strategische Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel"
> Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
> Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)
> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
> Deutscher Wetterdienst (DWD)
> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
> Umweltbundesamt (UBA) – KomPass

Fachgespräche Klimafolgen und Anpassung
> Bayerisches Landesamt für Umwelt
> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg
> Bundesanstalt für Gewässerkunde
> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
> Deutscher Wetterdienst
> Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
> Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
> Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
> Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg
> Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
> Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
> Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz des Landes Baden-Württemberg
> Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern
> Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
> Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
> Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg
> Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr des Saarlandes
> Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
> Niedersächsisches Umweltministerium
> Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen
> Robert Koch-Institut
> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
> Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
> Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Bremen
> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin
> Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
> Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz
> Umweltbundesamt – KomPass

Interministerielle Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie (IMA)
> Auswärtiges Amt (AA)
> Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
> Bundeskanzleramt
> Bundesministerium der Finanzen (BMF)
> Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)
> Bundesministerium des Innern (BMI)
> Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS)
> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
> Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ)
> Bundesministerium für Gesundheit (BMG)
> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
> Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)
> Bundespresseamt (BPA)
> Umweltbundesamt (UBA) – KomPass


Ständiger Ausschuss „Anpassung an die Folgen des Klimawandels" (StA AFK)
> Bayerisches Landesamt für Umwelt
> Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
> Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
> Hessisches Ministerium für Umwelt, Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
> Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern
> Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
> Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
> Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt
> Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz des Landes Niedersachsen
> Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg
> Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
> Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern
> Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr des Saarlandes
> Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz
> Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
> Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Bremen
> Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin

Quellen

[i] Vgl. Beschluss der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) vom 06.02.2013 zum Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels

[ii] vgl. http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-regional-sektoral

[iii] Der „Klimastudienkatalog“ aus dem Netzwerk Vulnerabilität gibt eine strukturierte Zusammenstellung von veröffentlichten Studien zu Klimawirkungen und Vulnerabilitäten in Deutschland. Vgl. http://netzwerk-vulnerabilitaet.de/klimastudienkatalog/

[iv] Vgl. Kapitel B.1

[v] http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/positionspapier_klimawandel_juni_2012.pdf

[vi] Vgl. http://www.dwa.de/dwa/shop/shop.nsf/Produktanzeige?openform&produktid=P-DWAA-9AF8CT

[vii] Vgl. http://www.energie-wasser-praxis.de/heftarchiv/06-2014/

[viii] Vgl. http://www.ku.din.de

[ix] Vgl. http://netzwerk-vulnerabilität.de

[x] Vgl IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Online unter http://ipcc-wg2.gov/AR5/report/

[xi] Vgl. Kommunikation von BMBF, BMUB und UBA zum Fünften IPCC-Sachstandsbericht unter http://www.de-ipcc.de/de/200.php

[xii] Vgl auch Kapitel B 4 und E 4

[xiii] Siehe BMF 2009, “Klimawandel: Welche Belastungen entstehen für die Tragfähigkeit der Öffentlichen Finanzen?“ vgl. https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Monatsberichte/Standardartikel_Migration/2009/10/analysen-und-berichte/b01-klimawandel/klimawandel.html