

Klimawandel im Einzugsgebiet der Elbe – Anpassungsstrategien und An- passungsmaßnahmen für wassergebundene Nutzungen

im Rahmen des
INTERREG IVB-Projekts LABEL



Darmstadt, den 17.1.2012

Verfasser der Studie:	<p>INFRASTRUKTUR & UMWELT, Professor Böhm und Partner Lisa Hollmann, Stefanie Greis, Dr. Peter Heiland</p> <p>Julius-Reiber-Str 17, D-64293 Darmstadt</p> <p>info@iu-info.de // www.iu-info.de</p> <p> INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner</p>
Auftraggeber:	<p>Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, SMUL</p> <p>Postfach 10 05 10 01076 Dresden</p> <p>http://www.smul.sachsen.de</p> <p>STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT</p> <p> Freistaat SACHSEN</p>

INHALT

1	Veranlassung und Zielsetzung	3
1.1	Veranlassung	3
1.2	Zielsetzung	3
2	Vorgehensweise und Übersicht der ausgewerteten Studien	4
2.1	Vorgehensweise	4
2.2	Übersicht über die Publikationen	5
3	Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet - Klimaprojektionen und Klimabedingte Folgewirkungen	15
3.1	Klimaprojektionen für ausgewählte Klimaparameter	15
3.2	Klimabedingte Auswirkungen auf wassergebundene Nutzungen	23
3.2.1	Wasserwirtschaft	24
3.2.2	Siedlungs- und Raumentwicklung	26
3.2.3	Tourismus	27
3.2.4	Binnenschifffahrt	28
3.2.5	Landwirtschaft	29
3.3	Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet - Wichtige Erkenntnisse	30
4	Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Elbeeinzugsgebiet – Anpassungsstrategien	31
4.1	Internationale und Europäische Ansätze zur Klimaanpassung	32
4.2	Anpassungsstrategien auf nationaler und regionaler Ebene im Elbeeinzugsgebiet	34
4.3	Anpassungsstrategien im Elbeeinzugsgebiet - Wichtige Erkenntnisse	38
5	Anpassung an den Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet – Sektorielle Anpassungsmaßnahmen	40
5.1	Sektor übergreifende Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	40
5.2	Sektorielle Maßnahmen zur Klimaanpassung	42
5.2.1	Wasserwirtschaft	42
5.2.2	Siedlungsentwicklung und Raumordnung	50
5.2.3	Tourismus	55
5.2.4	Binnenschifffahrt	57
5.2.5	Landwirtschaft	58

5.3	Schlussfolgerungen aus dem Maßnahmenkatalog	60
6	Schlussfolgerung / Zusammenfassung	62
7	ANHANG	64
7.1	Literaturverzeichnis zusätzlicher Quellen	64
7.2	Tabellenverzeichnis	65
7.3	Abbildungsverzeichnis	66

1 Veranlassung und Zielsetzung

1.1 Veranlassung

Die vorliegende Studie wurde im Kontext des europäischen Kooperationsprojektes „LABEL– Anpassung an das Hochwasserrisiko im Elbegebiet“ erarbeitet. Das Projekt „LABEL“ ist ein INTERREG IVB Projekt, an dem insgesamt 20 Partner aus Deutschland, Tschechien, Ungarn und Österreich auf den Gebieten des Hochwasserschutzes und der Raumplanung zusammenarbeiten.

Mit Inkrafttreten der EU Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) „RICHTLINIE 2007/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ ist auch der Aspekt des Klimawandels in den Umsetzungsdokumenten der Richtlinie zu berücksichtigen. Wichtig für die Erarbeitung eines gemeinsamen, grenzüberschreitenden Hochwasserrisikomanagementplanes ist hierbei eine Verständigung zu den zukünftigen Aufgaben bei der Anpassung an den Klimawandel. In den einzelnen Regionen und Ländern im Einzugsgebiet der Elbe existieren verschiedene Untersuchungen und Anpassungsstrategien, wie im Bereich der Wasserwirtschaft und im Speziellen beim Hochwasserschutz zukünftig verfahren werden muss. Im Artikel 4 der HWRM-RL heißt es u. a., dass eine Bewertung potenzieller nachteiliger Folgen künftiger Hochwasser auf Mensch, Umwelt, Kulturerbe und Wirtschaft auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen von Klimaänderungen erfolgen soll.

Neben der Koordinierung der Umsetzung der EU HWRM-RL beschäftigt sich LABEL mit der Anpassung von flussgebundenen Nutzungen an das Hochwasserrisiko. Besonders die Siedlungsentwicklung in Risikogebieten, wasserbezogener Tourismus und Binnenschifffahrt sind zentrale Themen des Projektes. Die genannten Nutzungen und Ansprüche an die Flächen am Fluss müssen vorausschauend koordiniert werden, um einen nachhaltigen Hochwasserschutz gewährleisten zu können. Dabei ist das Wissen um die Folgen von Klimaänderungen und die Bewertung von Anpassungsmaßnahmen nicht nur hinsichtlich des Hochwasserrisiko, sondern auch des Klimawandels eine wichtige Grundlage.

In LABEL werden also vielfältige Aspekte des Hochwasserrisikomanagements und der Raumplanung beachtet, wobei der Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge liegt.

1.2 Zielsetzung

Auf der Basis existierender Untersuchungen, Strategien und Empfehlungen der einzelnen Länder im Einzugsgebiet der Elbe wird eine zusammenfassende Bewertung zu den Anpassungsstrategien bzw. Anpassungsoptionen für den Klimawandel im Hinblick auf den Hochwasserschutz herausgearbeitet. Dazu gehört auch, die unterschiedlichen Ansätze, wie dem Klimawandel in den verschiedenen Ländern und Regionen begegnet wird, gegenüber zu stellen sowie Unterschiede und Gemeinsamkeiten hervor zu heben. Die gegebenen regionalen (topographi-

schen) Unterschiede (Gebirgsregionen, Hügelländer oder Tieflandsregionen) werden dabei ebenso berücksichtigt, wie die fachpolitischen Programme zum Klimawandel der einzelnen Länder und die getroffenen Vereinbarungen auf europäischer Ebene. Ziel ist es außerdem, einen Maßnahmenkatalog herauszuarbeiten, der für die unterschiedlichen im Projekt LABEL relevanten Sektoren – Wasserwirtschaft, Binnenschifffahrt, Siedlungs- und Raumentwicklung, Tourismus und Landwirtschaft – Handlungsoptionen sammelt und erläutert. Anschließend werden die besonders relevanten Maßnahmen für das Elbeeinzugsgebiet zusammengestellt und bewertet.

Die einzelnen Teilziele sind zu untergliedern in:

- Eine Übersicht über die erwarteten Klimaänderungen (Änderungen der Temperatur, Niederschlag, klimatische Wasserbilanz, heiße Tage, Regentage) und deren Folgen im Elbeeinzugsgebiet, insbesondere für die Wasserwirtschaft (Hoch- und Niedrigwasserproblematik) und die nachhaltige Entwicklung der Regionen (Sektoren Siedlungs- und Raumentwicklung, Tourismus, Schifffahrt, Landwirtschaft)
- Eine Auswertung der Anpassungsstrategien und -optionen der einzelnen Staaten des Elbeeinzugsgebiets (DE, CZ, AT), der deutschen und österreichischen Bundesländer und der tschechischen Regionen hinsichtlich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie der Bewertung von Chancen und Problemen.
- Zusammenstellung eines Maßnahmenkatalogs mit für das Elbeeinzugsgebiet sinnvollen Anpassungsmaßnahmen in ansprechender, übersichtlicher Form.

2 Vorgehensweise und Übersicht der ausgewerteten Studien

2.1 Vorgehensweise

Die Vorgehensweise gliedert sich, den Teilzielen entsprechend, in drei Schritte:

- **Auswertung der Studien:**
Im ersten Schritt werden die von den Projektpartnern eingereichten Studien gesammelt, aufbereitet und einer ersten Einordnung unterzogen. Anhand einer vergleichenden Matrix (siehe Anhang) werden die Studien nach den Kategorien Raumbezug, Klimabezug, thematisierte Sektoren, thematisierte Klimaprojektionen, thematisierte Klimaauswirkungen, Anpassungsstrategien und Anpassungsmaßnahmen ausgewertet.
- **Analyse der Studien:**
Im zweiten Schritt findet die vergleichende Analyse der Studien statt. Dokumente mit Bezug zu Klimaprojektionen, Klimaauswirkungen, Anpassungsstrategien und Anpassungsmaßnahmen werden hinsichtlich der

Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersucht. Die Ergebnisse werden anhand von Texten und Übersichtstabellen in den folgenden Kapiteln dargestellt.

- **Sammlung und Bewertung der Anpassungsmaßnahmen:**
Im dritten Schritt wird der Maßnahmenkatalog erstellt. Die vorliegenden Dokumente werden hinsichtlich sinnvoller Anpassungsmaßnahmen für das Elbeeinzugsgebiet gefiltert. Es wird eine Übersicht von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel erstellt. Danach erfolgt eine Einordnung der Maßnahmen zu den in LABEL relevanten Sektoren Wasserwirtschaft, Siedlungs- und Raumentwicklung, Tourismus, Schifffahrt und Landwirtschaft. Die Sektor bezogenen Anpassungsmaßnahmen werden in Kapitel 5 dargestellt. Anschließend werden die gesammelten Anpassungsmaßnahmen zielorientiert ausgewertet. Im Fokus der Auswertung stehen zum einen Maßnahmen die besonders relevant für das Projekt LABEL sind und zum anderen Maßnahmen die der Anpassung an den Klimawandel und zugleich dem Hochwasserrisikomanagement dienen. Die Auswahl dieser Anpassungsmaßnahmen wird im Kapitel 5 aufgezeigt.

2.2 Übersicht über die Publikationen

Die vorliegende Studie wertet rund 80 Publikationen (siehe folgende Auflistung) zum Themenkomplex Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet aus. Neben Veröffentlichungen internationaler und europäischer Institutionen liegen Studien der nationalen Ebene von den Staaten Tschechien, Deutschland und Österreich vor. Die Nationalstaaten Polen und Ungarn sind in den Veröffentlichungen hingegen nicht durch eigene Studien vertreten. Da bei Label keine polnischen Kooperationspartner beteiligt sind und Polen lediglich einen sehr geringen und Ungarn gar keinen Flächenanteil am Elbeeinzugsgebiet hat, werden in dieser Studie keine polnischen und ungarischen Beiträge berücksichtigt. Auf regionaler Ebene sind die, am Einzugsgebiet beteiligten deutschen Bundesländer mit eigenen Studien in der Auswertung vertreten. Lediglich vom Bundesland Bayern, welches nur einen sehr geringen Flächenanteil am Elbeeinzugsgebiet hat, liegen keine Publikationen vor. Die tschechischen Krajs und die österreichischen Bundesländer sind ebenfalls nicht durch eigene Veröffentlichungen in der Auswertung vertreten.

Dem Flächenanteil am Elbeeinzugsgebiet entsprechend, stammen mehr als 50% der vorliegenden Publikationen von deutschen Institutionen. Der zweitgrößte Flächenanteilseigner am Elbeeinzugsgebiet, Tschechien, ist hingegen nur durch knapp 8% der Veröffentlichungen vertreten. Österreich, dessen Flächenanteil unter 1% des gesamten Elbeeinzugsgebiets liegt, ist hingegen mit der gleichen Anzahl an Studien in der Auswertung vertreten wie Tschechien. Gemessen an der Gesamtanzahl der vorliegenden Studien, ist Tschechien im Vergleich zu Deutschland also deutlich unterrepräsentiert. Diese Tatsache wird durch die inhaltliche Ausrichtung der Studien verstärkt. In der Mehrzahl der Publikationen werden

nur Teilgebiete des Elbeeinzugsgebiets thematisiert. Die deutschen Studien decken den Verlauf der Elbe, insbesondere die Bundesländer Sachsen und Sachsen-Anhalt, ab. Die Mehrzahl der tschechischen Studien ist hingegen lediglich auf eine einzelne Teilregion (Karlsbad) fokussiert.

Herausgeber und Autoren der Publikationen sind überwiegend öffentliche Institutionen. Länderübergreifend sind die meisten Studien von Ministerien, Behörden oder Forschungsinstitutionen beauftragt bzw. verfasst worden. Aufgrund dessen liegen kaum wissenschaftliche Auswertungen für ausgewählte Zielgruppen vor. Die Mehrheit der Studien ist allgemein verständlich geschrieben, fast die Ergebnisse anderer Forschungsberichte zusammen und liefert eigene Schlussfolgerungen. Eine Reihe der Publikationen sind zudem als politische Programme verfasst

Zusammenfassend stellen die vorliegenden Veröffentlichungen eine selektive Auswahl an veröffentlichten Publikationen aus den einzelnen Regionen des Elbeeinzugsgebiets dar. Folglich gilt es zu beachten, dass diese Studie keine Auswertung aller Veröffentlichungen zum Thema Klimaanpassung im Elbeeinzugsgebiet leisten kann. Vielmehr werden aufbauend auf der Auswahl der vorliegenden Publikationen zukünftige Trends und Entwicklungen für das Elbeeinzugsgebiet aufgezeigt und bewertet.

Im Folgenden werden die, in dieser Studie ausgewerteten, Publikationen aufgelistet. Die Veröffentlichungen sind den Raumeinheiten zugeordnet, die in den Studien jeweils thematisierten werden.

International und Europa:

- Endlicher & Gerstengarbe, Potsdam Institute For Climate Research (Hrsg.) (2010): Continents under Climate Change. Conference on the Occasion of the 200th Anniversary of the Humboldt-Universität zu Berlin. Abstracts of Lecture and Posters of the Conference April 21-23 2010 Berlin. PIK Report No. 115. Potsdam. (EU10)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2007): Bekämpfung des Klimawandels - Europa in der Vorreiterrolle. Luxemburg. (EU2)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2007a): Grünbuch der Kommission der Europäischen Gemeinschaften an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Anpassung an den Klimawandel in Europa - Optionen für Maßnahmen der Europäischen Union. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Köln. (EU5)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2009): Supporting a climate for change - The EU and developing countries working together. Luxemburg. (EU12)

- Europäische Kommission (Hrsg.) (2009a): Weissbuch Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. o.O. (EU14)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2009b): WHITE PAPER Adapting to climate change: Towards a European framework for action IMPACT ASSESSMENT. Begleitdokument zum Weissbuch. o.O. (EU15)
- European Environment Agency (Hrsg.) (2008): Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment Joint EEA-JRC-WHO report. Copenhagen. (EU 4)
- Europäische Kommission Generaldirektion Umwelt (Hrsg.) (2007): The Montreal Protocol. Luxemburg. (EU 13)
- Europäische Kommission Generaldirektion Umwelt (Hrsg.) (2008): Maßnahmen der EU gegen den Klimawandel - Anpassung an den Klimawandel. Luxemburg. (EU 6)
- Europäische Kommission Generaldirektion Umwelt (Hrsg.) (2008a): Maßnahmen der EU gegen den Klimawandel - Den Klimawandel gemeinsam mit den Entwicklungsländern bekämpfen. Luxemburg. (EU 7)
- Europäische Kommission Generaldirektion Umwelt (Hrsg.) (2008): Maßnahmen der EU gegen den Klimawandel - Mit Forschung und Entwicklung den Klimawandel bekämpfen. Luxemburg. (EU 8)
- Europäische Kommission Generaldirektion Umwelt (Hrsg.) (2009): Maßnahmen der EU gegen den Klimawandel - Globale Maßnahmen bis 2020 und darüber hinaus. Luxemburg. (EU 9)
- Europäische Kommission Generaldirektion Umwelt (Hrsg.) (o.J.): Adaptation to Climate Change An EU approach. o.O. (EU 1)
- Europäische Umweltagentur (Hrsg.) (2009): Regionaler Klimawandel und Anpassung - Die Alpen vor der Herausforderung veränderter Wasserressourcen - Zusammenfassung. Luxemburg. (EU 11)
- Swart et. al. Partnership for European Environmental Research (Hrsg.) (2009): Europe Adapts to Climate Change - Comparing National Adaptation Strategies. Peek Report. Sastamala. (EU 3)

Nationalstaat Tschechien:

- Ing. Adam Vizina et. al. (2009): Vodní bilance v podmínkách klimatické změny v povodí horní Metuje. Praha. (CZ 3)

- Ing. Jan Cihlář et. al. (2009): Vyhledová Studie Potřeb a Zdrojů Vody V Karlovarském Kraji Etapa II.2. – Návrh a posouzení opatření Závěrečná zpráva. Praha. (CZ 4)
- Ing. Oldrich Novický et. al. (2008): Klimatická změna a vodní zdroje v povodí Vltavy. o.O. (CZ 1)
- Ministry of the Environment (2007): National Program to abate the Climate Change Impacts in the Czech Republic. o.O. (CZ 2)
- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka & Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. (2010): Vyhledová Studie Potřeb a Zdrojů Vody V Oblasti Povodí Ohře a Dolního Labe - Východní Část Závěrečná zpráva. Praha. (CZ 6)
- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka & Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. (2010): Vyhledová Studie Potřeb a Zdrojů Vody V Oblasti Povodí Ohře a Dolního Labe - Východní Část Stručný souhrn. Praha. (CZ 5)

Nationalstaat Österreichisch:

- Anderl et. al. Umweltbundesamt GmbH (Hrsg.) (2010): Klimaschutzbericht 2010. Wien. (AT 4)
- BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2005): Österreichs JI/CDM-Programm 2005 Joint-Implementation- Clean Development-Mechanism-Programm. Wien. (AT 5)
- BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2007): Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2012. Wien. (AT 1)
- BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2010): Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie / Arbeitspapier 2. Entwurf. o.O. (AT 2)
- BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft , Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) et. al. (o.J.): Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft. Wien. (AT 3)
- BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (o.J.): Schutz für Mensch und Natur im Zeichen des Klimawandels.Jahresbericht 2008 der Bundeswasserbauverwaltung und der Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien. (AT 6)

Nationalstaat Deutschland:

- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2008): GLOWA Globaler Wandel des Wasserkreislaufes, HWRP-Berichte, Heft 7. Koblenz. (DE 5)
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2009): Dem Klimawandel begegnen - Die deutsche Anpassungsstrategie. Berlin. (DE 2)
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2007): Schifffahrt und Wasserstraßen in Deutschland Zukunft gestalten im Zeichen des Klimawandels Bestandsaufnahme. o.O. (DE 22)
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Raumentwicklungsstrategien im Klimawandel - Ein MORO Forschungsfeld. MORO-Informationen Nr.7/1 - 03/2010. Bonn. (DE 19)
- Bundesregierung Deutschland (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 17.Dezember 2008 beschlossen. o.O. (DE 4)
- Demuth et. al. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2010) Landschaften in Deutschland 2030 - Der große Wandel - Ergebnisse des Workshops vom 01- 04.12.2009 an der Internationalen Naturschutzakademie Insel Vilm (INA) des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn. (DE 13)
- Gierk et. al. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2010): Strategiepapier "Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft" Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen. Dresden. (DE 23)
- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) an den Klimawandel - Bericht zum Nationalen Symposium zur Identifizierung des Forschungsbedarfs. o.O. (DE 3)
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung & KlimaCampus & Norddeutsches Klimabüro (Hrsg.) (2011): Regionale Klimaszenarien in der Praxis - Beispiel Norddeutschland. Geesthacht. (DE 21)
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material und Küstenforschung & Norddeutsches Klimabüro (Hrsg.) (o.J.): Nordseesturmfluten im Klimawandel - Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums Geesthacht fassen aktuellen Forschungsstand zusammen. o.O. (DE 14)
- IFOK GmbH (Hrsg.) (2009): Pluspunkt Anpassung an den Klimawandel: Die unterschätzte Herausforderung. o.O. (DE 18)

- Jacob et. al. Potsdam Institut für Klimaforschung e.V. (Hrsg.) (2007): Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland - Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland. Abschlussbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 20441138. Dessau. Roßlau. (DE 9)
- Mäder, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2008): Kipp-Punkte im Klimasystem - Welche Gefahren drohen? Dessau. (DE 6)
- Mäder, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2009): Klimaänderung Wichtige Erkenntnisse aus dem 4. Sachstandbericht des Zwischenstaatlichen Ausschuss für Klimaänderung der Vereinten Nationen (IPCC). Berlin. (DE 8)
- Simon, Potsdam Institute for Climate Impact Research (Hrsg.) 2009): Die Landwirtschaftliche Bewässerung in Ostdeutschland seit 1949 - Eine historische Analyse vor dem Hintergrund des Klimawandels. PIK Report No.114. Potsdam. (DE 15)
- Simon, Potsdam Institute for Climate Impact Research (Hrsg.) (2010): Untersuchungen zur anthropogenen Beeinträchtigungen der Wasserstände am Pegel Magdeburg-Strombrücke. PIK Report No.118. Potsdam. (DE 16)
- Stock, Potsdam Institute for Climate Impact Research (Hrsg.) (2005): KLA-RA Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung, PIK Report No.99. Potsdam. (DE 17)
- Wechsung et. al. Potsdam Institut für Klimaforschung e.V. (Hrsg.) (2005): Auswirkungen des globalen Wandels auf Wasser, Umwelt und Gesellschaft im Elbegebiet. Berlin. (DE 1)
- Wechsung et. al. (2006): Klima- und Anthropogene Wirkungen auf den Niedrigwasserabfluss der mittleren Elbe - Konsequenzen für Unterhaltungsziele und Ausbaunutzen. Potsdam. (DE 7)
- Werner, Potsdam Institut für Klimaforschung e.V. (Hrsg.) (2009): Regionale Auswirkungen des Klimawandels im Elbe-Einzugsgebiet Nationale - GLOWA Konferenz in Potsdam. Potsdam. (DE 20)
- Zebisch et. al. Potsdam Institut für Klimaforschung e.V. (Hrsg.) (2005): Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Forschungsbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 20141253. Dessau. (DE 10)
- Zebisch et. al. Potsdam Institut für Klimaforschung e.V. (Hrsg.) (2005a): Klimawandel in Deutschland - Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme - Kurzfassung. Forschungsbericht zum UFOPLAN-Vorhaben 20141253. Dessau. (DE 11)

- o.A. (o.J.): Klimawandel: Durchschnittstemperaturen steigen, mehr heiße Tage & Klimafolgen und Anpassung im Bereich Wasserwirtschaft. o.O. (DE 12)

Bundesland Sachsen:

- Feske, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) (2009): Globale Klimamodellsimulationen, Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 25/2009. Dresden. (SN 4)
- Küchler, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) (2007): Globaler Klimawandel - Regionale Klimaprojektionen. Dresden. (SN 5)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2005): Klimaschutzbericht 2005 - Bericht zur Umsetzung des Sächsischen Klimaschutzprogramms. o.O. (SN 7)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft et. al. (Hrsg.) (2005a): Klimawandel in Sachsen Sachstand und Ausblick 2005. Dresden. (SN 8)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2006): KliWEP / Zwischenberichte und Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Nr. 13-8802.3529/39-2. o.O. (SN 11)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2007): Fortschrittsbericht der Arbeitsgruppe Klimafolgen für den Berichtszeitraum 2006/2007. o.O. (SN 3)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2007a): Umweltbericht 2007 (Kap.2: Klima Kap.3: Energieeffizienz und Erneuerbare Energien). o.O. (SN 13)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2009): Klimawandel und Landwirtschaft - Strategien zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. o.O. (SN 10)
- SMUL Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2009): Umsetzung Aktionsplan Klima und Energie. o.O. (SN 12)
- SMUL Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) (2009): Klimawandel und Landwirtschaft - Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. o.O. (SN 9)

- SMUL Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.) (2010): Klimakatalog Sachsen. Dresden. (SN 6)
- Surke et. al. Bernhofer et. al (Hrsg.) (2009): Das Klima in der REGKLAM - Modellregion Dresden. Publikationsreihe des BMBF-geförderte Projekts REGKLAM. Berlin. (SN 1)
- Winkler (o.J.): Die Talsperrenbewirtschaftung im Spannungsfeld von Trockenperioden und Hochwasserereignissen. o.O. (SN 2)

Bundesland Thüringen:

- TMLFUN Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (Hrsg.) (o.J.): Gemeinsam Klimabewusst handeln - Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm. Erfurt. (TH 2)
- TMWAT Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit (Hrsg.) (o.J.): Energie- und Klimastrategie Thüringen 2015. o.O. (TH 3)

Bundesland Sachsen Anhalt.:

- Arbeitsgruppe Sachsen Anhalt Klimawandel u.a. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (Hrsg.) (o.J.): Klimawandel in Sachsen-Anhalt. o.O. (ST 1)
- Kropp et. al. Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (Hrsg.) (2009): Klimawandel in Sachsen-Anhalt - Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels – Endbericht. Potsdam. (ST 2)
- Kropp et. al. Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (Hrsg.) (2009a): Klimawandel in Sachsen-Anhalt - Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels – Zusammenfassung. Potsdam. (ST 3)
- Kropp et. al. Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (Hrsg.) (2009b): Klimawandel in Sachsen-Anhalt - Verletzlichkeiten gegen-über den Folgen des Klimawandels – Anhang. Potsdam. (ST 4)
- Sachsen Anhalt (Hrsg.) (o.J.): Klimawandel und Anpassung an häufigere Extremwetterereignisse in Sachsen-Anhalt. o.O. (ST 5)
- Sachsen Anhalt. (Hrsg.) (2010): Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel und dazu gehörender Aktionsplan Teil I. Magdeburg. (ST 6)
- Sachsen Anhalt (Hrsg.) (2010a): Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel und dazu gehörender Aktionsplan Teil I. Magdeburg. (ST 7)

Bundesland Brandenburg:

- Linke et. al. Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.) (2010): Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg Darstellung klimatologischer Parameter mit Hilfe vier regionaler Klimamodelle (CLM, REMO, WettReg und STAR) für das 21. Jahrhundert - Fachbeiträge des Landesumweltamtes Heft-Nr. 113. Potsdam. (BB 1)
- Linke et. al. Landesumweltamt Brandenburg (Hrsg.) (2010a): Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg Darstellung klimatologischer Parameter mit Hilfe vier regionaler Klimamodelle (CLM, REMO, WettReg und STAR) für das 21. Jahrhundert - Kurzfassung / Fachbeiträge des Landesumweltamtes Heft-Nr. 113. Potsdam. (BB 2)
- MUGV Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2008): Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Potsdam. (BB 4)
- MUGV Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.) (o.J.): Integriertes Klimaschutzmanagement - Bericht an den Landtag Brandenburg. Potsdam. (BB 3)

Bundesland Berlin:

- Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.) (o.J.): Klimaschutz in Berlin - Informationsblatt zum Klimaschutz, 1.Auflage. o.O. (BER 1)

Bundesland Mecklenburg Vorpommern:

- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus (Hrsg.) (o.J.): Studie aufgrund des Landtagsbeschlusses vom 29.03.2007 ("Klimaschutz und Folgen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern", Drs. 5/352). Schwerin. (MV 1)

Bundesland Niedersachsen:

- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (Hrsg.) (2009): Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft - Positionspapier zum Klimaschutz in Niedersachsen. Hannover. (NS 1)

Bundesland Hamburg:

- KlimaCampus (Hrsg.) (o.J.): Klimabericht für die Metropolregion Hamburg - Zusammenfassung. o.O. (HH 1)

Bundesland Schleswig Holstein:

- MLUR Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (Hrsg.) (2009): Bericht der Landesregierung - Klimaschutzbericht 2009. o.O. (SH 1)
- MLUR Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (Hrsg.) (2009): Klimaschutzprogramm 2009 der Landesregierung. Kiel. (SH 2)

Die folgenden Inhalte werden ausschließlich aufgrund der vorliegenden Publikationen und der zusätzlich verwendeten Literatur erarbeitet (siehe Anhang 7.1)
Zu den einzelnen Aussagen werden bis zu drei Quellen angegeben.

3 Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet - Klimaprojektionen und Klimabedingte Folgewirkungen

Der Klimawandel macht vor Mitteleuropa nicht Halt und die Folgen des globalen Wandels werden auch im Elbeeinzugsgebiet zu spüren sein. Zunächst werden im Folgenden die bereits beobachteten Veränderungen der Temperaturen und Niederschläge kurz dargestellt. Darauf aufbauend werden die möglichen zukünftigen Entwicklungen der Klimaparameter bis zum Jahr 2050 und zum Jahr 2100 anhand der Ergebnisse von unterschiedlichen regionalen Klimamodellen erläutert. Dabei fällt auf, dass es neben den Ergebnissen des Projektes GLOWA Elbe wenige Aussagen mit direktem räumlichen Bezug auf das gesamte Elbeeinzugsgebiet gibt. Der Grund ist, dass die Klimaforschung meist innerhalb der administrativen Grenzen eines Staates (z.B. Deutschland) arbeitet, selten werden naturräumliche Grenzen, wie etwa die eines Einzugsgebiets gewählt. Die folgende Darstellung verwendet daher vor allem Erkenntnisse aus den nationalen Studien und von der Plattform „Regionaler Klimaatlas“, die die Ergebnisse mehrerer Klimamodelle für Deutschland bündelt.

Die Folgen der Änderungen des Klimas werden für die in dem Projekt LABEL relevanten wassergebundenen Nutzungen aufgezeigt und analysiert. Auf Grundlage dieser sogenannten Vulnerabilitäten werden der Handlungsbedarf und geeignete Anpassungsmaßnahmen bestimmt.

3.1 Klimaprojektionen für ausgewählte Klimaparameter

Das Elbeeinzugsgebiet ist von den gegenwärtigen und zukünftigen Folgen des Klimawandels betroffen. Insbesondere der Wasserkreislauf im Elbeeinzugsgebiet wird durch die veränderten klimatischen Rahmenbedingungen stark beeinflusst. Übergeordnete Trends die im Elbeeinzugsgebiet bereits heute sichtbar sind, belegt durch eine Mehrzahl der ausgewerteten Studien, betreffen die Parameter Temperatur, Niederschlag und klimatische Wasserbilanz.

- Die mittlere **Jahrestemperatur** stieg während der letzten 50 Jahre (von 1951 bis 2000) im Elbeeinzugsgebiet deutlich an. Im hydrologischen Winter¹ wurde eine stärkere Erwärmung verzeichnet als im hydrologischen Sommer² [vgl. Wechsung et. al. 2005: 19].
- Das Elbeeinzugsgebiet weist im Vergleich zu anderen Flusseinzugsgebieten ein geringes Niveau an **Jahresniederschlägen** auf, so dass Trockenperioden in den Sommermonaten keine Seltenheit sind. In den letzten 50 Jahren (von 1951 bis 2000) hat sich diese Situation verschärft. Insbesondere im hydrolo-

¹ Der hydrologische Winter bzw. das hydrologische Winterhalbjahr bezeichnet den Zeitraum von November bis April

² Der hydrologische Sommer bzw. das hydrologische Sommerhalbjahr bezeichnet den Zeitraum von Mai bis Oktober

gischen Sommer haben die Niederschläge abgenommen, während im hydrologischen Winter eine Zunahme verzeichnet wurde [vgl. Wechsung et. al. 2005: 18f].

- Aufgrund der erhöhten Jahresmitteltemperatur und der im Mittel sinkenden Niederschläge hat sich die klimatische Wasserbilanz³ während der letzten 50 Jahre (von 1951 bis 2000) im Elbeeinzugsgebiet verringert. Eine erhöhte Verdunstung, begründet durch die steigenden Temperaturen, stand geringeren Jahresniederschlägen entgegen [vgl. Wechsung et. al. 2005: 19].

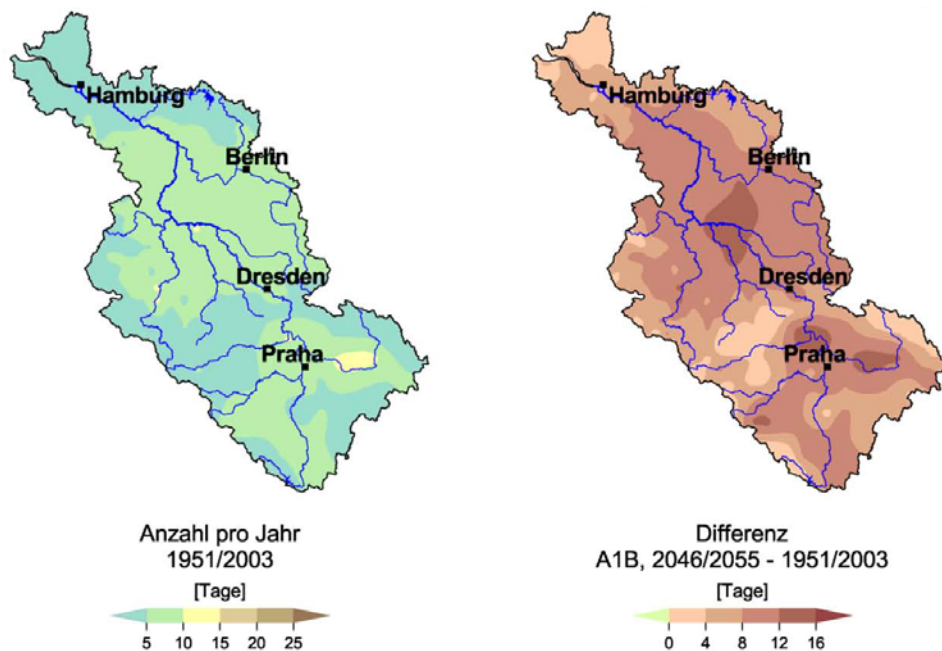
Die Mehrzahl der ausgewerteten Studien besagt, dass die klimatischen Trends der letzten 50 Jahre im Elbeeinzugsgebiet bzw. in Teilgebieten des Elbeeinzugsgebiets weiter geführt und teilweise verstärkt werden [vgl. Wechsung et. al. 2005: 20]. Dazu werden in den vorliegenden Studien Klimaprojektionen mit unterschiedlichsten Bezugsräumen, Annahmen und Ausgangsdaten angeführt. Für das gesamte Elbeeinzugsgebiet liefern nur wenige Studien konkrete Daten. Um die Entwicklung der klimatischen Parameter im Elbeeinzugsgebiet besser einschätzen zu können, werden daher zusätzliche Datensätze heran gezogen (siehe Tabelle 1). In den Tabellen 1 bis 3 sind die Bandbreiten der minimalen und maximalen möglichen klimatischen Änderungen unterschiedlicher, für das Elbeeinzugsgebiet relevanter, Raumeinheiten dargestellt. Die Mehrheit der Studien thematisieren die Klimaparameter Temperatur, Niederschlag und klimatische Wasserbilanz. Zusätzlich werden im Folgenden die beiden Parameter Heiße Tage und Regentage dargestellt.

Studienübergreifend wird für das Elbeeinzugsgebiet eine deutliche **Temperaturzunahme** für die nächsten Jahrzehnte prognostiziert. Bis zum Jahr 2050 wird eine Temperaturzunahme für das Einzugsgebiet von über 1°C erwartet. Im Winter wird die Temperatur tendenziell stärker steigen als im Sommer [vgl. Wechsung et. al. 2005: 27f; Werner 2009; BMBF 2008: 35]. Die Anzahl der heißen Tage⁴ im Sommer nimmt ebenfalls mit den mittleren Temperaturen zu. Bis zum Jahr 2055 wird eine deutliche Zunahme für das Elbeeinzugsgebiet prognostiziert (siehe Abbildung 1) [vgl. Meinke et al. 2010].

³ Klimatische Wasserbilanz wird aus der Differenz der Niederschläge und der maximal möglichen Verdunstung einer Landschaftseinheit berechnet(DE7)

⁴ Anzahl der Tage, an denen die Maximum Temperatur mindestens einmal am Tag über 30 °C steigt (Regionaler Klimaatlas Deutschland)

Abbildung 1 Mögliche Änderung der Anzahl der **heißen Tage** im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]



Die prognostizierten Daten zur Entwicklung der **Niederschläge** im Elbeeinzugsgebiet sind sehr heterogen. Die Werte (siehe Tabellen 1 bis 3) belegen für das gesamte Elbeeinzugsgebiets ebenso wie für den deutschen Teil des Einzugsgebiets keinen einheitlichen Trend. Studienübergreifend werden diese Prognosewerte dahingehend interpretiert, dass zukünftig mit gleichbleibenden oder abnehmenden Jahresniederschlägen im Einzugsgebiet zu rechnen ist. Zudem wird für die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge eine gegenläufige Entwicklung für das Einzugsgebiet vorhergesagt. Bis zum Jahr 2050 wird im Winter eine geringe Zunahme der Niederschlagssumme (siehe Abbildung 2) und im Sommer eine starke Abnahme der Niederschlagssumme (siehe Abbildung 3) erwartet [vgl. Wechsung et. al. 2005: 27f; BMBF 2008: 35; Werner 2009]. Diese Prognose wird durch die erwartete Entwicklung der **Regentage**⁵ unterstützt. Für die Gebiets-einheit Deutschland (einschließlich des deutschen Teils des Elbeeinzugsgebiets) werden die Regentage im Winter um bis zu 3,6 Tage zunehmen, während die

⁵ Anzahl der Tage, an denen der gefallene Niederschlag (Schnee + Regenwasser) mindestens 1 mm beträgt (Regionaler Klimaatlas Deutschland)

Regentage im Sommer tendenziell abnehmen werden [vgl. Meinke et al. 2010]. Zusätzlich wird in einigen der Publikationen für Teilgebiete des Elbeeinzugsgebiets eine erhöhte Häufigkeit von Starkniederschlägen als Prognose benannt [vgl. Zebisch et. al. 2005: 46ff; Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka & Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. 2010: 65ff]. In einzelnen Studien wird diese Prognose auch für die Sommermonate aufrechterhalten „Wenn also im Sommer insgesamt zwar tendenziell weniger Regen, dieser aber zeitlich konzentrierter fällt, dann sind die Voraussetzungen dafür gegeben, dass diese oft lokalen Sturzfluten vermehrt auftreten werden“ [Gierk et. al. 2010 14].

Abbildung 2 Mögliche Änderung der **Niederschlagssumme** (hydrologisches **Winterhalbjahr**) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]

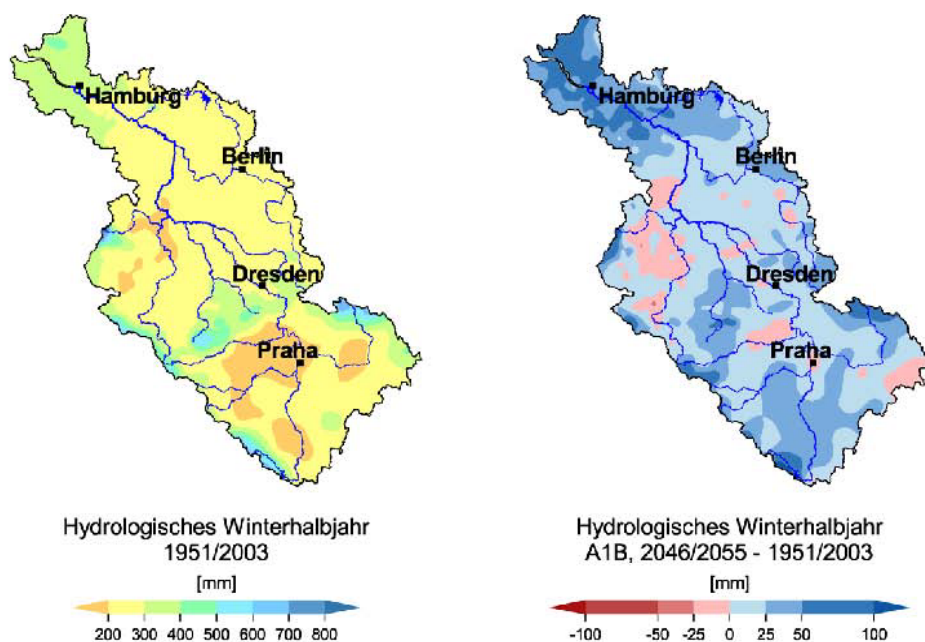
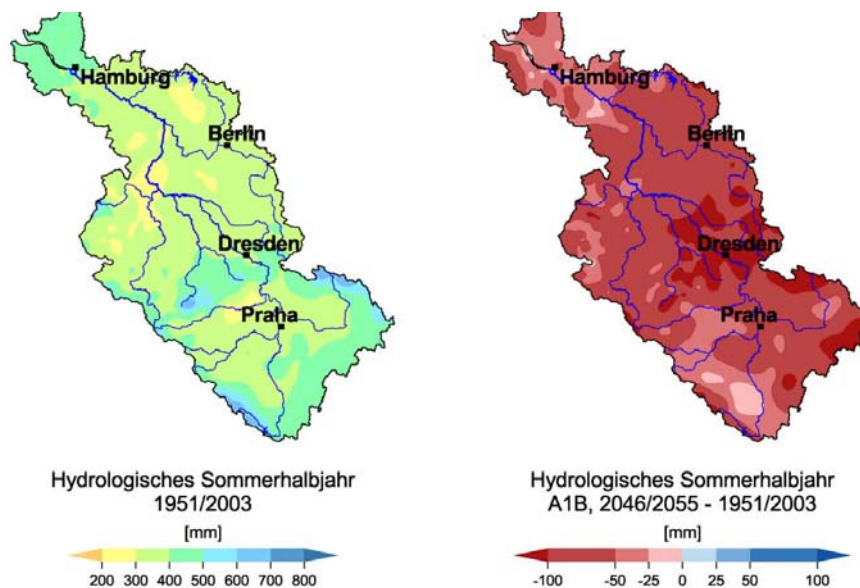


Abbildung 3 Mögliche Änderung der **Niederschlagssumme** (hydrologisches Sommerhalbjahr) im Elbeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]



Die **klimatische Wasserbilanz** beschreibt die Differenz zwischen dem Niederschlag und der potenziellen Verdunstung bezogen auf eine Landeinheit. Aufbauend auf der Annahme eines gleichbleibend geringen oder abnehmenden Jahresniederschlags und einer steigenden Jahrestemperatur, ist im Elbeinzugsgebiet zukünftig eine sinkende klimatische Wasserbilanz zu erwarten. Die steigenden sommerlichen Temperaturen führen zu einer erhöhten, potenziellen Verdunstung [vgl. Wechsung et.al. 2006: 41]. Die Prognose der klimatischen Wasserbilanz für die zukünftigen Halbjahre wird in den Veröffentlichungen differenziert bewertet. Studienübergreifend wird die Annahme getroffen, dass die klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr deutlich abnehmen wird (siehe Abbildung 5) [vgl. Werner 2009; Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka & Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. 2010: 65ff]. Hingegen bestehen für das Winterhalbjahr unterschiedliche Aussagen. Je nach Publikation wird mit einer leichten Abnahme der Wasserbilanz (siehe Abbildung 4) [vgl. Werner 2009] oder mit einer deutlichen Zunahme der Wasserbilanz (begründet durch die erhöhten Winterniederschläge) gerechnet [vgl. Wechsung et. al. 2006: 41ff]. Für das Elbeinzugsgebiet wird ein signifikanter Rückgang im Jahresmittel beschrieben [Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka & Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. 2010: 65ff]. Studienübergreifend wird heraus gestellt, dass eine potenzielle Zunahme der klimatischen Wasserbilanz im Winter „die Rückgänge des Sommers mildern, aber aufgrund von Abfluss- und Speicherverlusten nicht ausgleichen“ [Wechsung et. al. 2006: 41] kann.

Abbildung 4 Mögliche Änderung der **klimatischen Wasserbilanz** (hydrologisches Winterhalbjahr) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]

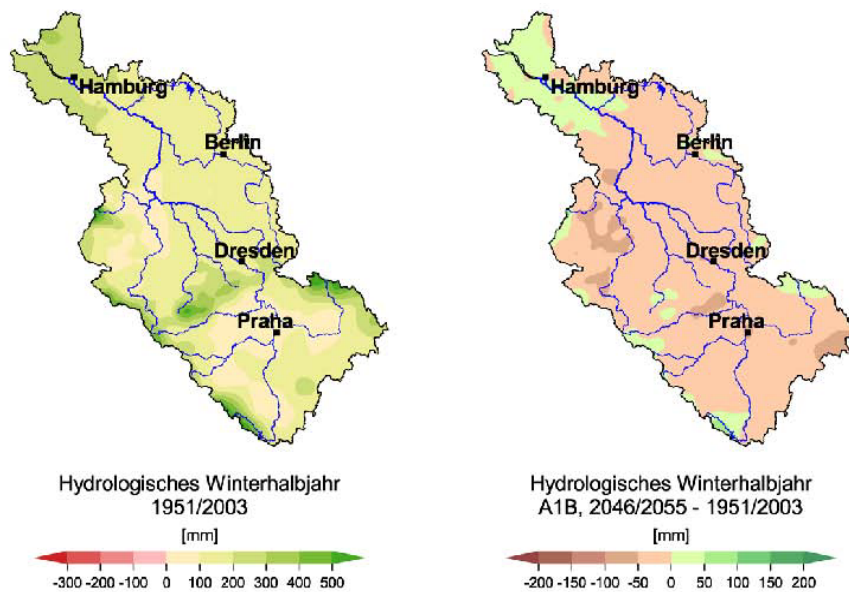
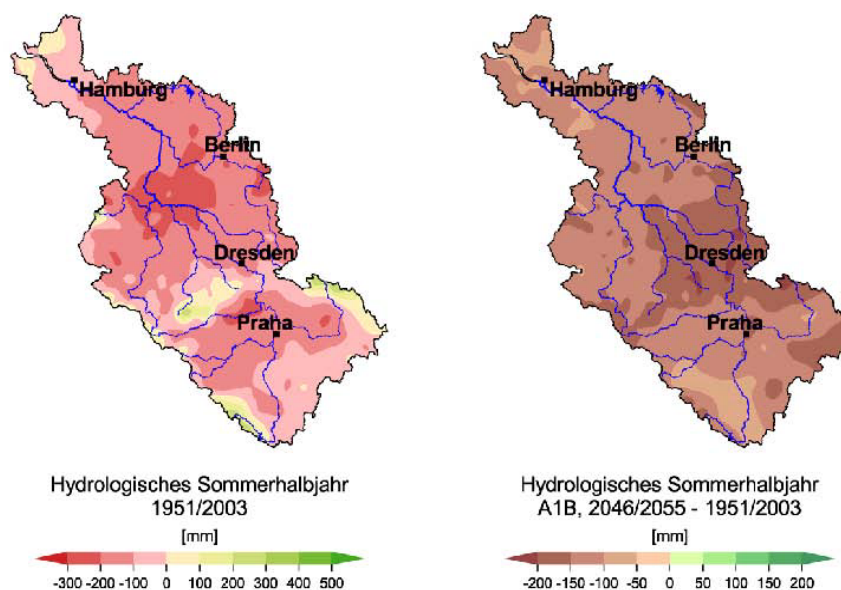


Abbildung 5 Mögliche Änderung der **klimatischen Wasserbilanz** (hydrologisches Sommerhalbjahr) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]



Die folgenden Tabellen zeigen übersichtsartig die Projektionen verschiedener regionaler Klimamodelle für die Bundesrepublik Deutschland (Tabelle 1), für das gesamte Elbeeinzugsgebiet (Tabelle 2) und für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes (Tabelle 3). Im Folgenden werden die in den Studien thematisierten Klimaparameter Temperatur und Niederschlag und zusätzlich die Klimaparameter Heiße Tage und Regentage für die verschiedenen Gebietseinheiten untersucht. Die Gesamtschau der vorliegenden Werte zeigt die zukünftigen Trends und Entwicklungen für die ausgewählten Klimaparameter auf. Bei der Auswertung der Daten gilt es jedoch die Unterschiede hinsichtlich der prognostizierten Zeiträume, der Referenzräume, die zu Grunde liegenden regionalen und globalen Klimamodelle und Szenarien zu beachten.

Tabelle 1 Klimaprojektionen für des Gebiets der Bundesrepublik Deutschland [vgl. Meinke et.al. 2010]

Gebiet der Bundesrepublik Deutschland					
Klimaparameter (Mögliche Änderungen im Vergleich zum Referenzzeitraum)	Zeitraum: 2021-2050 (Referenz: 1961-1990)	Zeitraum 2071-2100 (Referenz: 1961-1990)	Regionale Klimamodelle	Globalmodell	Szenarien (Familien / Gruppen)
Durchschnittliche Temperatur (°C)					
Jahresmittel	+0.6 bis +1.4	+2.1 bis +5.5	CCLM Lauf1/ CCLM Lauf 2/ REMO Lauf 1/ REMO Lauf 2	ECHAM5	A1B
Sommer(Jun, Jul, Aug)	+0.7 bis +1.5	+2.2 bis +6.9			
Winter (Dez, Jan, Feb)	+0.8 bis +1.9	+1.8 bis +5.0			
Niederschlagsänderungen (%)					
Jahresmittel	-2.0 bis +1.9	-3.0 bis +5.0	CCLM Lauf1/ CCLM Lauf 2/ REMO Lauf1	ECHAM5	A1B
Sommer (Jun, Jul, Aug)	-1.7 bis +6.0	+6.9 bis +2.2			
Winter (Dez, Jan, Feb)	-2.0 bis +13.0	+1.8 bis +33			
Heiße Tage (Tag)					
Jahresmittel	+1 bis +4.7	+6.8 bis +32.0	CCLM Lauf 1/ CCLAM Lauf 2/ REMO Lauf1/ REMO Lauf2	ECHAM5	A1B
Sommer (Jun, Jul, Aug)	+0.7 bis 4.0	+5.4 bis +30.3			
Winter (Dez, Jan, Feb)	0.0 bis 0.0	0.0 bis 0.0			
Regentage (Tag)					
Jahresmittel	-4.9 bis +6.9	-1.5 bis -24.8	CCLM Lauf 1/ CCLAM Lauf 2/ REMO Lauf1	ECHAM5	A1B
Sommer (Jun, Jul, Aug)	-3.8 bis +0.4	-6.4 bis -19.6			
Winter (Dez, Jan, Feb)	0.0 bis +3.6	+1.6 bis +5.7			

Tabelle 2 Klimaprojektionen für das gesamte Elbeeinzugsgebiet. Die angegebenen Werte sind die Zentralwerte aller Jahrs- und Jahreshalbwerte [vgl. Wechsung et al. 2005: 27f; Werner 2009]

Gesamtes Elbeeinzugsgebiet					
Klimaparameter (Mögliche Änderungen im Vergleich zum Referenzzeitraum)	Zeitraum: 2020-2050 (Referenz: 1990-1999)	Zeitraum 2046-2055 (Referenz: 1951-2033)	Regionale Klimamodelle	Globalmodell	Szenarien (Familien / Gruppen)
Durchschnittliche Temperatur (°C)					
Jahresmittel		+2.37 bis +2.97	STAR II	ECHAM5	A1B
Jahresmittel	+1.3		REMO / STAR	ECHAM4	B2(REMO) / A1(STAR)
Sommer (Jun, Jul, Aug)	+1.2				
Winter (Dez, Jan, Feb)	+5.8				
Niederschlagsänderungen (%)					
Jahresmittel		-4.0 bis +14.0	STAR II	ECHAM5	A1B
Jahresmittel	+10.0		REMO / STAR	ECHAM4	B2(REMO) / A1(STAR)
Sommer (Jun, Jul, Aug)	+8.0				
Winter (Dez, Jan, Feb)	+14.0				

Tabelle 3 Klimaprojektionen für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebiets. Die angegebenen Werte sind die Zentralwerte aller Jahrs- und Jahreshalbwerte [vgl. Wechsung et. Al. 2005: 27f]

Deutscher Teil des Elbeeinzugsgebiets				
Klimaparameter (Mögliche Änderungen im Vergleich zum Referenzzeitraum)	Zeitraum: 2020 - 2050 (Referenz: 1990 - 1999)	Regionale Klimamodelle	Globalmodell	Szenarien (Familien / Gruppen)
Duchschnittliche Temperatur (°C)				
Jahresmittel	+0.7 bis +1.3	REMO / STAR	ECHAM4	B2(REMO) / A1(STAR)
Sommer (Jun, Jul, Aug)	+1.0 bis +1.2			
Winter (Dez, Jan, Feb)	+0.7 bis +2.0			
Niederschlagsänderungen (%)				
Jahresmittel	-7.0 bis +10.0	REMO / STAR	ECHAM4	B2(REMO) / A1(STAR)
Sommer (Jun, Jul, Aug)	-4.0 bis +6.0			
Winter (Dez, Jan, Feb)	-10.0 bis +14			

In den Tabellen 1 bis 3 wird die Bandbreite der möglichen Klimaänderungen für die ausgewählten Klimaparameter aufgezeigt. Trotz der unterschiedlichen Ausgangsdaten (Klimamodell, Szenarien, Prognosezeitraum etc.) können aus den Werten Schlussfolgerungen gezogen werden. Für den Klimaparameter **Temperatur** ergibt sich eine eindeutige Entwicklung. Die Temperatur wird in allen Gebietseinheiten zunehmen. Im Jahresmittel liegt die Zunahme laut den ausgewerteten Studien bei maximal 1.4°C, im Sommer bei maximal 1.5°C und im Winter bei maximal 5.8°C. Die Werte sind nach aktuellem Stand der Forschung deutlich unterschätzt, so zeigt zum Beispiel der Regionale Klimaatlas für Sachsen eine

maximale Zunahme der Jahresmitteltemperatur von +5,7 °C. Die angegebenen absoluten Werte der ausgewerteten Studien für das Elbeeinzugsgebiet entsprechen also nicht dem aktuellsten Stand der Forschung (auch das Veröffentlichungsjahr der Studien zeigt dies an), sie zeigen aber dennoch eine klare Trendrichtung an.

Beim Klimaparameter **Niederschlag** zeigt sich eine deutlich differenziertere Entwicklung. Während für das gesamte Elbeeinzugsgebiet eine deutliche Zunahme prognostiziert wird, werden für die anderen beiden Gebietseinheiten sowohl Rückgang als auch Zunahme der Niederschlagssumme vorhergesagt. Diese Werte lassen lediglich die Schlussfolgerung zu, dass zukünftig im Sommer mit geringeren Niederschlägen zu rechnen ist als im Winter. Darüber hinaus ist nach diesen Werten keine eindeutige Prognose für die zukünftige Niederschlagsentwicklung möglich. Dennoch werden diese Daten, unter Zunahme weiterer Klimaprojektionen, in den vorliegenden Studien einheitlich bewertet. Demnach wird für das Elbeeinzugsgebiet eine deutlich Abnahme der Jahresniederschlagssumme einhergehend mit einer Abnahme der Sommerniederschläge und einer Zunahme der Winterniederschläge erwartet [vgl. Zebisch et. al. 2005: 53].

Anhand dieser heterogenen Werte wird deutlich, dass die Entwicklung des Niederschlags im Vergleich zur Temperaturentwicklung deutlich schwieriger hervor zu sagen ist. Niederschläge treten oft kurzfristig und auf kleinen Gebietseinheiten auf, so dass die Vorhersage der Niederschlagsentwicklung mit starken Unsicherheiten verbunden ist [vgl. Zebisch et. al. 2005a: 6; BMBF 2008: 19]. Generell wird das Thema **Unsicherheiten** bei Klimaprojektionen in der Mehrheit der vorliegenden Studien explizit behandelt. Es wird deutlich, dass die Abschätzungen aller Folgen des Klimawandels stark mit Unsicherheiten verbunden sind. „Die Unsicherheiten, die mit der Anwendung von Modellierungsverfahren einhergehen, ziehen sich derart durch eine Studie zur Folgenbewertung, dass schließlich eine Gesamtunsicherheit erzeugt wird“ [BMBF 2008: 19]. Insbesondere kurzfristige Ereignisse (Starkniederschläge) können ebenso wie kleinräumige Ereignisse (Wasserknappheit) nur schwer prognostiziert werden [vgl. Zebisch et. al. 2005a: 6; BMBF 2008: 19]. Somit sind die Größenordnungen der Veränderungen, besonders bezüglich des Niederschlags und der Extremereignisse, mit Vorsicht zu interpretieren. Dennoch sind die allgemeinen Trends eindeutig und können als Grundlage für weitere Planungen und konkrete Anpassungsmaßnahmen herangezogen werden.

3.2 Klimabedingte Auswirkungen auf wassergebundene Nutzungen

Im Elbeeinzugsgebiet werden sich die Klimaparameter Temperatur, Niederschlag und klimatische Wasserbilanz zukünftig verändern. Das Abflussregime der Elbe ist von diesen Änderungen direkt betroffen. Zukünftig werden niedrigere, mittlere monatliche Abflüsse im Sommer und länger andauernde höhere Abflüsse im Winter erwartet. Die vorliegenden Studien prognostizieren, dass das zukünftig veränderte Abflussregime der Elbe in Kopplung mit den veränderten Niederschlags- und Temperaturentwicklungen, starke wasserwirtschaftliche Veränderungen im gesamten Einzugsgebiet der Elbe bewirken wird [vgl. Wechsung et. al.

2006; Kropp et. al. 2009: 75]. Insbesondere wassergebundene Nutzungen sind von den Auswirkungen stark betroffen. Dazu zählen, neben anderen Sektoren, die in dem Projekt LABEL behandelten Bereiche Wasserwirtschaft, Siedlungs- und Raumentwicklung, Tourismus, Schifffahrt und Landwirtschaft. Je nach Sektor und Region können diese Entwicklungen als Chancen oder als Risiken gewertet werden. Insbesondere die prognostizierten Trockenperioden können zukünftig zu Konflikten bei der Wassernutzung im Elbeeinzugsgebiet führen. Im Einzelnen werden die erwarteten Auswirkungen der Klimaänderungen auf die genannten Nutzungen in den folgenden Kapiteln dargestellt.

3.2.1 Wasserwirtschaft

Im Einzugsgebiet der Elbe hat die Bewirtschaftung der Ressource Wasser eine zentrale Bedeutung. Der Wasserhaushalt wird maßgeblich durch die Komponenten Niederschlag, Verdunstung und Abfluss der Elbe bestimmt. Jeder dieser Komponenten wird zukünftig von den Folgen des Klimawandels beeinflusst, wodurch die Wasserwirtschaft vor neue Herausforderungen gestellt wird. [vgl. BMVBS 2007 ; Gierk et. al. 2010: 10ff; Zebisch et. al. 2005:47ff]. Als zentrale Handlungsfelder ergeben sich erstens die häufigeren sommerlichen Niedrigwasserereignisse, zweitens die erhöhte Wahrscheinlichkeit von winterlichen Hochwasserereignissen und drittens die teils negativen Veränderungen der Grundwasserneubildung und der Gewässerqualität.

Im Elbeeinzugsgebiet werden zukünftig wärmere und trockenere Sommer erwartet. Die häufigeren und länger andauernden Trockenperioden werden zu zunehmenden **Niedrigwasserereignissen** führen. Das Abflussregime der Elbe ist davon besonders stark betroffen. Einzelnen Schätzungen zufolge wird die Menge der 25% niedrigsten Abflüsse die im Zeitraum von 2004 bis 2013 gemessen wurden, zukünftig zum mittleren Abfluss der Elbe für den Zeitraum von 2044 bis 2054 werden [vgl. BMBF 2008: 59]. Einhergehend mit geringeren Niederschlägen werden die Wassernutzer im Elbeeinzugsgebiet dadurch zunehmend vom Rückgang des Wasserdargebots bei gleichzeitig erhöhten Wasserbedarfs betroffen sein. Diese Entwicklung „führt beispielsweise dazu, dass geplante Flutungszeiträume für Tagebaurestseen, etwa in dem Braunkohlebergbaubereich der Lausitz, nicht eingehalten werden können“ [Gierk et. al. 2010: 13]. Aus Perspektive der Wasserwirtschaft besteht in den Sommermonaten also die dringende Notwendigkeit eines nachhaltigen Niedrigwassermanagements, um den verschiedenen Wassernutzungen im Einzugsgebiet gerecht zu werden [vgl. Wechsung et. al. 2006: 41ff; BMBF 2008: 59; Gierk et. al. 2010: 13; Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka & Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. 2010: 65ff; Cihlář et. al. 2009: 114ff].

Für das Einzugsgebiet der Elbe wird eine Zunahme der winterlichen Niederschläge, gekoppelt mit häufigeren Starkregenereignissen und temperaturbedingten Verringerungen der Wasserspeicherung in Form von Schnee vorher gesagt. Diese Entwicklung wird zu einem erhöhten Wasserpegel der Flüsse und zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von **Hochwasserereignissen** im Winter führen. Einzelne

Studien prognostizieren, dass die Hochwasser im Elbeeinzugsgebiet zukünftig höher als bisher und wahrscheinlich auch häufiger vorkommen werden (siehe Abbildung 6). Zusätzlich wird angenommen, dass die Maxima der Hochwasserereignisse aufgrund der zunehmenden Winterniederschläge zunehmend in den frühen Winter verlagert werden (siehe Abbildung 7) [vgl. Kropp et. al. 2009: 81 ff; Zebisch 2005: 46; Novický et. al. 2008: 26]. Generell ist jedoch zu beachten, dass die Prognose von Hochwasserereignissen sehr unsicher ist, da es per Definition seltene Ereignisse sind. „Als relativ robustes Signal kann die Zunahme der kleinen und mittleren Hochwasser besonders im Winter gelten. Zu Hochwasserextremen kann keine Aussage gemacht werden“ [Kropp et. al. 2009: 89]. Insofern wird es für die Wasserwirtschaft zunehmend wichtiger, die vielen kleinen Überschwemmungen nicht zu unterschätzen. „Zu berücksichtigen ist zudem, dass neben den großen Überschwemmungskatastrophen viele kleine und mittlere lokale Überschwemmungen in der Summe einen Schadensbeitrag erzeugen der [...] die Schadenshöhe an den Hauptgewässern noch übersteigt, da gerade fernab von Gewässern die Neigung besteht das Überschwemmungsrisiko zu unterschätzen“ [Gierk et. al. 2010:14].

Abbildung 6 Mögliche Entwicklung der Hochwasser für bestimmte Wiederkehrintervalle für die Elbe (Regionales Klimamodell: REMO, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Kropp et. al. 2009: 85] ⁶.

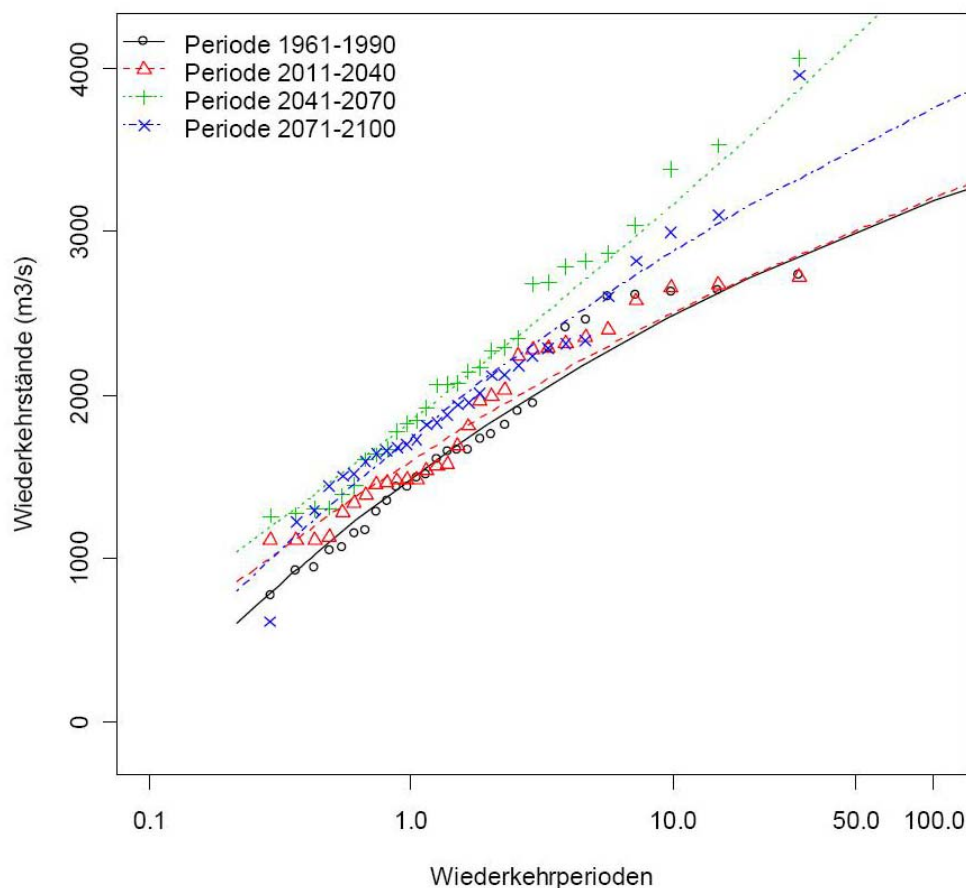
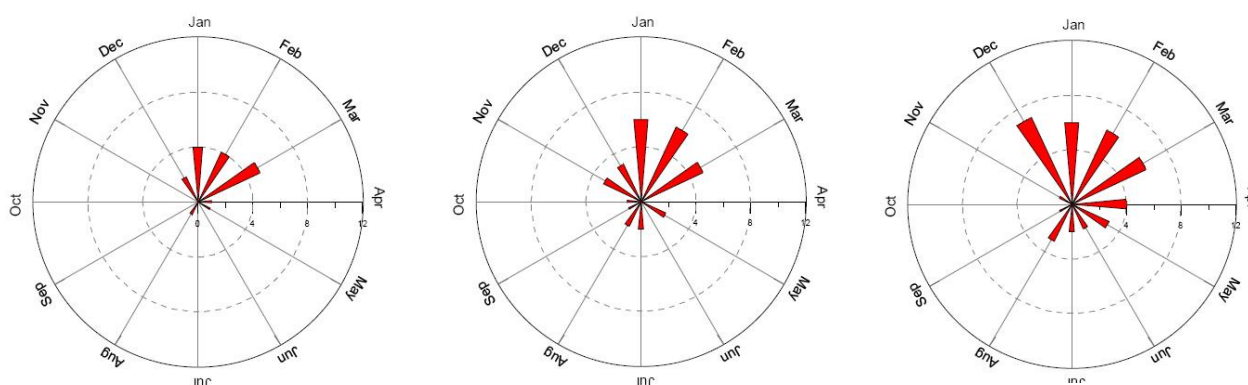


Abbildung 7 Mögliche Entwicklung des jahreszeitlichen Auftretens der Hochwasser bestimmter Höhe unter dem Klima des Modells REMO (A1B) für die Periode 1951 – 2000 (links), 2001 – 2050 ((mittig), 2051 - 2100 (rechts)
 [Kropp et. al. 2009: 87]



Als Folge der veränderten Klimaparameter wird für das Elbeeinzugsgebiet eine **veränderte Grundwasserneubildung** und **Gewässerqualität** prognostiziert. Im Sommer ist eine längere Grundwasserzehrung und geringere Grundwasserneubildung, begründet durch verlängerte Vegetationsperioden und verstärkter Verdunstung, zu erwarten. Im Winter ist aufgrund der erhöhten Winterniederschläge mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung zu rechnen [vgl. Gierk et. al. 2010: 36]. Im Jahresmittel wird tendenziell mit einer Abnahme der Grundwasserneubildung im Elbeeinzugsgebiet gerechnet. Einzelne Studien gehen dabei für die untersuchten Räume von sehr hohen Werten aus: „Unter der Annahme eines Rückgangs der Jahresniederschläge bis 2050 [...] wird mit Verringerungen [...] der Grundwasserneubildung um fast 50% gerechnet“ [Zebisch et. al. 2005: 53; vgl. auch Cihlář et. al. 2009: 114ff]. Die Gewässerqualität wird sich ebenfalls aufgrund der veränderten Klimatrends verändern. Eine steigende Wassertemperatur der Oberflächengewässer ist ebenso wie erhöhte Einträge von Nähr- und Schadstoffen bei Starkregenereignissen und erhöhte Konzentrationen von Nähr- und Schadstoffen in Trockenperioden wahrscheinlich. Insbesondere die Funktion des Oberflächengewässers als ökologischer Lebensraum könnte dadurch beeinträchtigt werden [vgl. Gierk et. al. 2010: 36; TMLFUN o.J.: 29; Novický et. al. 2008: 26].

3.2.2 Siedlungs- und Raumentwicklung

Das Elbeeinzugsgebiet ist ein großes Siedlungsgebiet in dem rund 25 Millionen Menschen in unterschiedlichen Siedlungsstrukturen leben. Agglomerationsräume wie Prag, Berlin und Hamburg stehen verdichteten Räumen und ländlichen Räumen gegenüber [vgl. Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle 2011]. Die Folgen des Klimawandels wirken sich in den verschiedenen Raumeinheiten

unterschiedlich aus. Beispielsweise sind Siedlungen die direkt am Hauptstrom der Elbe liegen, einem höheren Hochwasserrisiko ausgesetzt als Siedlungen die nicht in direkter Flussnähe angesiedelt sind.

Die Mehrheit der Studien besagt, dass die Siedlungsgebiete im Elbeeinzugsgebiet zukünftig drei klimatischen Herausforderungen gegenüberstehen:

- Häufigere Niedrigwasserereignissen und längerer Trockenperioden im Sommer
- Häufigere Hochwasserereignissen und feuchteren Perioden im Winter
- Häufigere Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge, Hitzewellen und Stürme.

Die prognostizierte Erwärmung, verbunden mit längeren Trockenperioden und kurzfristigen Hitzewellen, wird in den Städten des Elbeeinzugsgebiets im Sommer zu einer verstärkten Bildung von Wärmeinseln führen. Gesundheitliche Belastungen, besonders älterer und sozial schwächerer Gruppen, gehen mit dieser Entwicklung einher. Die erhöhten Niederschläge in den Wintermonaten, verbunden mit häufigeren Starkniederschlägen, werden zu erhöhtem Hochwasserrisiko führen. Durch häufigere Hochwasserereignisse steigen die Schadenspotentiale, insbesondere in urbanen Räumen. Dazu tragen auch die weiterhin zunehmenden Vermögenswerte in Überschwemmungsgebieten bei. Extreme Hitze kann, ebenso wie Starkregen, zur Beschädigung von Baumaterialien oder städtischen Anlagen (Elemente der Begrünung, der Platzgestaltung oder der Verkehrsführung) führen. Durch dieses vermehrte Auftreten von Extremwetterereignissen wird generell ein erhöhtes Schadensrisiko für die baulichen Anlagen und infrastrukturellen Einrichtungen der Siedlungsgebiete erwartet. [vgl. Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ 2008: 44ff; BMLFUW 2010: 153ff; Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle 2011]

3.2.3 Tourismus

Das Elbeeinzugsgebiet umfasst eine Mehrzahl an unterschiedlichen Naturräumen. Einige dieser Regionen, wie das Elbsandsteingebirge, die Mecklenburger Seenplatte oder die Nordseeküste, haben sich zu beliebten Reisezielen entwickelt [vgl. Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle 2010a]. Diese touristischen Gebiete sind von den Folgen des Klimawandels zweifach betroffen. Zum ersten beeinflusst die langfristige klimatische Entwicklung das alltägliche Wetter in touristischen Gebieten und zum zweiten beeinflusst die klimatische Entwicklung die langfristige Entwicklung der Landschaftsstrukturen, Ökosysteme und naturräumlichen Gegebenheiten in Tourismusregionen. Da das Wetter und die naturräumliche Schönheit einer Region wichtige Faktoren bei der touristischen Vermarktung sind, wirken sich die Veränderungen des Klimas direkt auf die touristische Entwicklung einer Region aus [vgl. Zebisch et. al. Potsdam Institut für Klimaforschung e.V. 2005:138].

Die vorliegenden Studien verdeutlichen, dass es im Elbeeinzugsgebiet unterschiedliche Arten von Touristengebieten gibt. Es ist zwischen Regionen des Wintertourismus, des Wassertourismus und des Städtetourismus zu unterscheiden. Der Wintertourismus wird in den Studien vorrangig thematisiert. Dabei wird die hohe Vulnerabilität von schneegebundenen Tourismusgebieten heraus gestellt. Durch die zunehmende Erwärmung wird die Schneesicherheit in vielen Skigebieten zukünftig abnehmen. Im Einzugsgebiet der Elbe ist von diesem Trend insbesondere das Mittelgebirge betroffen. Am Beispiel des Fichtelgebirges wird prognostiziert, dass bei einer Temperaturzunahme von 0,4°C pro Dekade bis zum Jahr 2060 nur noch eins von aktuell sechs Skigebieten zum Wintersport geeignet wäre [vgl. Zebisch et. al. 2005: 140]. Der wasserbezogene Tourismus ist im Elbeeinzugsgebiet deutlich stärker ausgeprägt. Während der Badetourismus an der Nordseeküste von zukünftig erhöhten Temperaturen profitieren würde, wäre der Tourismus entlang der Elbe und ihrer Nebenflüsse in den Sommermonaten negativ betroffen. „Besonders in relativ flachen und warmen Gewässern kann es in Folge sinkender Wasserspiegel, zunehmender Erwärmung und verstärkter Aufwirbelung von Sedimenten zu vermehrtem Wachstum von Zoo- und Phytoplankton und damit zu der Gefahr einer Eutrophierung kommen. Diese Entwicklungen beeinträchtigen neben der Trinkwasserversorgung u.a. auch den Tourismus. So ist z.B. der Spreewald als Tourismusregion durch sinkende Sommerniederschläge und verringerten Zulauf aus dem Oberlauf gefährdet“ [Zebisch et. al. 2005: 54]. Der Städtetourismus wird ebenfalls negativ durch die prognostizierten Klimaänderungen betroffen. Die steigende Wahrscheinlichkeit für Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, Starkniederschläge oder Stürme wird sich auf die Städte besonders stark auswirken, was wiederum das Stadtbild, das städtische Klima und in der Folgerung auch den Städtetourismus negativ beeinflussen könnte [vgl. Zebisch et. al. 2005:137ff; Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle 2010a; BMLFUW 2010: 122ff].

3.2.4 Binnenschifffahrt

Die Wasserstraße Elbe ist ein wichtiger Verkehrsträger für die europäische Binnenschifffahrt. Das Abflussregime und dessen saisonale Verteilung gilt als zentrale Größe der Elbe-Schifffahrt. Dabei sind die Dauer und Häufigkeit von Überschreitungen des höchsten schiffbaren Wasserstands ebenso wie die Dauer und Häufigkeit der Unterschreitungen des kritischen Wasserstands von besonderer Bedeutung. Folglich ist die Binnenschifffahrt der Elbe, „einschließlich der Lagerwirtschaft [entlang der Elbe] sowie jene Industrien, die auf einen kostengünstigen Transport von Massengütern angewiesen sind“ [Gierk et. al. 2010:27] stark anfällig für Hochwasserereignisse und Niedrigwasserereignisse [vgl. Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle 2010b; Gierk et. al. 2010): 36f].

Die Auswertung der Studien verdeutlicht, dass zukünftig mit vermehrten Hochwasserereignissen im Winter und Niedrigwasserereignissen im Sommer zu rechnen ist. Aufgrund dessen werden sich die Verhältnisse der Wasserstraße Elbe aus Sicht der Binnenschifffahrt durch den Klimawandel negativ verändern. Einige Studien verdeutlichen, dass der Elbe Schiffsverkehr zukünftig ohne zusätzlichen

Aufwand nicht in gleichem Umfang wie bisher gewährleistet werden kann [vgl. Gierk et. al. 2010b:27; BMVBS 2007: 30ff].

Es besteht die Notwendigkeit, bei zukünftigen Maßnahmen zum Unterhalt und Ausbau des Elbe Schifffahrtswegs die klimabedingte Wahrscheinlichkeit vermehrter Niedrigwasserperioden und Hochwasserereignisse zu berücksichtigen [vgl. Gierk et. al. 2010:25; Wechsung et. al. 2006: 46].

3.2.5 Landwirtschaft

Im Einzugsgebiet der Elbe wird in vielen Regionen Landwirtschaft betrieben. Allein im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebiets haben sich auf rund 5,3 Mio. Hektar Land Ackerbau, Viehzucht und Weinbau etabliert. Von den Folgen des Klimawandels ist die landwirtschaftliche Nutzung je nach Region unterschiedlich betroffen [vgl. Wechsung et. al. (2006)].

Die vorliegenden Studien verdeutlichen, dass die Prognosen zur Erwärmung und zur Verschiebung der Niederschläge für die Landwirtschaft im Elbeeinzugsgebiet sowohl Risiken auch Chancen bietet. Die steigenden sommerlichen Trockenperioden und die sinkende Verfügbarkeit von Wasser wird die konventionelle Landwirtschaft auf vielen Flächen im Elbeeinzugsgebiet zunehmend behindern. Der Anteil disponibler Flächen wird zukünftig klimabedingt zunehmen. Einzelnen Prognosen nach, wird die Flächenstilllegung im Elbeeinzugsgebiet bis zum Jahr 2020 um 3% zunehmen [vgl. Wechsung / Becker / Gräfe 2005: 122]. Damit einhergehend werden die Erträge aktueller Nutzpflanzen im Elbeeinzugsgebiet tendenziell abnehmen. Für das deutsche Elbeeinzugsgebiet werden „unter der Annahme eines Temperaturanstiegs um 1,4°C und eines Rückgangs der Jahresniederschläge um 10% bis zum Jahr 2055 [-] Ertragsrückgänge bei Weizen, Roggen und Gerste zwischen 9% und 15%“ [Zebisch et. al. 2005: 72] prognostiziert. Hingegen würde der Mais, als wärmeliebende Pflanze mit einer guten Wassernutzungseffizienz, von steigenden Temperaturen profitieren. Ebenfalls wird den Vorhersagen zufolge, der Weinanbau von den neuen Rahmenbedingungen profitieren. Die Folgen des Klimawandels ermöglichen eine Verlagerung der Anbauggebiete in den Norden des Elbeeinzugsgebiets und die Anpflanzung höherwertiger Rebsorten. Aus Perspektive der Landwirtschaft, werden die Folgen des Klimawandels also sowohl negative als auch positive Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzung im Elbeeinzugsgebiet haben. Insgesamt könnte der Klimawandel beschleunigend auf den Strukturwandel der landwirtschaftlichen Nutzung im Elbeeinzugsgebiet wirken. Da die konventionelle Landnutzung auf vielen Flächen zukünftig nicht oder nur noch sehr eingeschränkt möglich ist, werden alternative und innovative Nutzungskonzepte zunehmend wichtiger [vgl. Zebisch et. al. 2005: 67; Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle 2010; Wechsung et. al. 2006].

3.3 Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet - Wichtige Erkenntnisse

Die aufgezeigten Klimaprojektionen zeigen die Spanne der zukünftigen klimatischen Veränderungen im Elbeeinzugsgebiet. Unabhängig von den einzelnen Prognosewerten der verschiedenen Modelle können drei klimatische Trends als wahrscheinlich angenommen werden.

- Wärmere und trockenere Sommer führen zu häufigeren und länger andauernden **Niedrigwasserereignissen** an der Elbe. Damit können Extremwetterereignisse wie Hitzewellen einhergehen.
- Wärmere und nassere Winter führen zu häufigeren und stärkeren **Hochwasserereignissen** im Einzugsgebiet der Elbe. Als Folge können Extremwetterereignisse wie Starkregenereignisse auftreten.
- Geringere Niederschläge im Sommer und höhere Niederschläge im Winter werden in Verbindung mit steigenden Temperaturen die **Grundwasserneubildung** und die **Gewässerqualität** im Elbeeinzugsgebiete beeinflussen. Sommerliche Wasserknappheit und verunreinigte Oberflächengewässer können daraus resultieren.

Der Wasserhaushalt im Elbeeinzugsgebiet weist gegenüber den potenziellen klimatischen Veränderungen eine hohe Vulnerabilität auf. Insbesondere die wasser gebundenen Nutzungen sind von diesen Veränderungen oft negativ betroffen. Der Wasserwirtschaft kommt daher eine zentrale Bedeutung zu. In Absprache mit den verschiedenen wasser gebundenen Nutzungen gilt es die Wasserversorgung, die Wasserqualität ebenso wie die Nutzung der verschiedenen Nutzflächen in Flussnähe zu sichern. Dafür ist eine zeitnahe Anpassung an die neuen klimatischen Rahmenbedingungen notwendig. Der Status Quo der siedlungsstrukturellen-, schifffahrts-, touristischen oder landwirtschaftlichen Nutzung kann auf Dauer jedoch nicht beibehalten werden. Vielmehr gilt es sektor spezifische Anpassungen vorzunehmen um den Wasserhaushalt im Elbeeinzugsgebiet langfristig und nachhaltig auszugleichen. Je nach Region und je nach Sektor ist seitens der Akteure also die Bereitschaft und Offenheit für Veränderungen und Anpassung notwendig.

4 Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Elbeeinzugsgebiet – Anpassungsstrategien

Die Auswirkungen des Klimawandels stellen die lokalen, regionalen und nationalen Akteure des Elbeeinzugsgebiets vor die gemeinsame Herausforderung einer zeitnahen Klimaanpassung. Die vorliegenden Publikationen belegen, dass ein Großteil der betroffenen Akteure die Notwendigkeit zur Anpassung an den Klimawandel erkannt und bereits erste Maßnahmen zur Anpassung entwickelt hat. Dabei wird der Begriff „Anpassung“, den Studien zufolge im Elbeeinzugsgebiet weitestgehend einheitlich definiert. Ausgehend von der Begriffsdefinition des Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen) wird Anpassung verstanden als: „Adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic stimuli or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities“- Anpassung ökologischer, sozialer oder ökonomischer Systeme an aktuelle oder künftige klimatische Stimuli und deren Folgen und Auswirkungen. Anpassung mildert mögliche Schäden und nutzt potenzielle Vorteile die durch den Klimawandel entstehen [Swart et. al. 2009: 27]. Klimaanpassung zielt also darauf ab die Vulnerabilität der im Elbeeinzugsgebiet betroffenen Systeme zu reduzieren, deren Fähigkeit zur Anpassung an neue Rahmenbedingungen zu stärken und dadurch insbesondere die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf das Elbeeinzugsgebiet zu verringern. Da die Zielgrößen der Klimaanpassung, im Gegensatz zum Klimaschutz (Reduzierung der Treibhausgasemissionen) nur schwer fassbar sind, können auch die Zuständigkeiten zur Initiierung, Planung und Umsetzung der Klimaanpassung nicht klar benannt werden [vgl. Europäische Kommission 2007:2; Ministry of the Environment 2007: 129ff; BMU 2009; 7ff]. Die Auswertung der Studien zeigt, dass Akteure der internationalen, europäischen und nationalen Ebene vorrangig für die strategische Planung von Anpassungsstrategien verantwortlich sind, während Akteure der regionalen und lokalen Ebene in der Verantwortung zur konkreten Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen stehen. „Adaptation occurs mainly at sub-national and local levels but involves all levels of decision making from municipalities to international organisations“ - Anpassung erfolgt vorrangig auf subnationaler und lokaler Ebene. Dennoch bezieht Anpassung alle Entscheidungsebenen, von der kommunalen bis zu internationalen Ebene mit ein [European Environment Agency 2008: 161]. Insofern geben Anpassungsstrategien den Rahmen zur Umsetzung konkreter Aktionen und Anpassungsmaßnahmen vor. Die übergeordneten Vorgaben der Anpassungsstrategien werden im Rahmen eines „Top-Down-Verfahrens“ auf regionaler und lokaler Ebene, den jeweiligen Voraussetzungen angepasst, in konkreten Anpassungsmaßnahmen umgesetzt. Im Umkehrschluss müssen die übergeordneten Anpassungsstrategien wiederum die unterschiedlichen Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Veränderungen der regionalen und lokalen Ebene im Rahmen eines „Bottom-up-Prozesses“ beachten und in die strategische Planung mit aufnehmen. Die Anpassung an den Klimawandel ist daher ein Prozess, der eine ständige Rückkopplung

zwischen der übergeordneten und lokalen Ebenen erfordert [vgl. TMLFUN o.J.: 25; BMLFUW 2010: 22].

Die vorliegenden Anpassungsstrategien der am Elbeeinzugsgebiet beteiligten Nationen und Regionen werden im Folgenden vergleichend analysiert. Es wird untersucht welchen Status die Thematik Klimaanpassung in den verschiedenen Nationen und Regionen jeweils einnimmt. In Ableitung der verschiedenen Anpassungsstrategien werden die konkreten Anpassungsmaßnahmen aus den vorliegenden Publikationen herausgefiltert.

4.1 Internationale und Europäische Ansätze zur Klimaanpassung

Das Elbeeinzugsgebiet unterliegt dem Einfluss internationaler und europäischer Vereinbarungen. Die Nationen Tschechien, Deutschland und Österreich sind Vertragspartner internationaler Klimaabkommen und zugleich Mitglieder der Europäischen Union. Daher wird im Folgenden ein kurzer Überblick über internationale und europäische Vereinbarungen zur Klimaanpassung gegeben.

Internationale Vereinbarungen zur Klimaanpassung

In der internationalen Klimapolitik wurde die Notwendigkeit zur Klimaanpassung erstmals im Jahr 1992 im Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change) formuliert. Die Vertragspartner verpflichteten sich zur Erarbeitung nationaler und regionaler Programme, in denen „Maßnahmen zur Erleichterung einer angemessenen Anpassung an die Klimaänderungen vorgesehen“ [United Nations Framework Convention on Climate Change 1992: Artikel4(c)] waren. Ausgehend von diesem Abkommen, wurde im Jahr 2006 das „Nairobi five-year programme of work on impacts, vulnerability and adaptation to climate change“ mit einem sehr viel stärkeren Fokus zur Klimaanpassung verabschiedet. Ebenfalls wurde die Thematik der Klimaanpassung in den „Bali Action Plan“ aus dem Jahr 2007 mit aufgenommen [vgl. Swart et.al. 2009: 33f]. Auf der jüngsten Vertragskonferenz der Klimarahmenkonvention in Cancún (Mexico) wurde die Klimaanpassung ebenfalls intensiv im Rahmen des „Cancún Adaptation Framework“ thematisiert. „Parties adopted the Cancún Adaptation Framework (CAF) as part of the Cancún Agreements at the 2010 Climate Change Conference in Cancún, Mexico [...] In the Agreements, Parties affirmed that adaptation must be addressed with the same level of priority as mitigation“ - Die Teilnehmer verabschiedeten das Cancún Adaptation Framework als Teil der Cancun Vereinbarung auf der Klimakonferenz 2010 in Cancun in Mexico. In der Vereinbarung bekräftigen die Vertragspartner, dass Klimaanpassung die gleiche Priorität zukommt wie Klimaschutz [United Nations Framework Convention on Climate Change 2011].

Europäisches Weissbuch und Clearing House Mechanism

Einhergehend mit der international steigenden Bedeutung, hat sich auch die Europäische Union in den letzten Jahren verstärkt mit dem Thema Anpassung an den Klimawandel beschäftigt. Im April 2009 verabschiedete die Europäische

Kommission das Weißbuch „Anpassung an den Klimawandel – Ein europäischer Aktionsrahmen“. Damit wurde die schrittweise Erarbeitung einer umfassenden europäischen Anpassungsstrategie eingeleitet. Diese basiert auf einer Zweiphasenstrategie. Für die erste Phase (von 2009 bis 2012) ist die Ausarbeitung der EU Anpassungsstrategie vorgesehen, worauf in der zweiten Phase (ab 2013) die konkrete Umsetzung folgt. Zur Erarbeitung der Anpassungsstrategie (erste Phase) werden im Weißbuch vier Aktionsschwerpunkte festgelegt, die insbesondere die Erweiterung des Basiswissens über den Klimawandel und dessen Auswirkungen und potenzielle Anpassungsmaßnahmen und Möglichkeiten zur Einbindung des Themas Anpassung in die europäischen Politikfelder verfolgen. Eine erste Maßnahme befindet sich bereits in der Umsetzung, das „EU Clearing House“. Als webbasiertes Informationssystem zu den Themen Klimaauswirkungen, Klimanfälligkeit und Klimaanpassung werden wichtige Informationen für alle Interessierten Akteure der europäischen Mitgliederstaaten zur Verfügung gestellt [vgl. Europäische Kommission 2009: 3ff].

Europäische Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)

Als Reaktion auf die verheerenden Hochwasserereignissen in vielen Flussgebieten hat das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union 2007 eine Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken verabschiedet (2007/60/EG). Diese Richtlinie verfolgt das Ziel, Hochwasserrisiken für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, Infrastrukturen und Eigentum zu verringern und zu bewältigen. Dafür sind drei Stufen vorgegeben:

- Vorläufige Bewertung der Hochwasserrisiken und Festlegung von Gebieten mit signifikantem Hochwasserrisiko
- Erstellen von Gefahren- und Risikokarten für die im Rahmen der vorläufigen Bewertung festgestellten signifikanten Hochwasserrisikogebiete
- Erarbeiten von Hochwasserrisikomanagementplänen auf der Grundlage der Gefahren- und Risikokarten

Ein zentrales Anliegen der Richtlinie ist eine ganzheitliche Betrachtung der Einzugsgebiete. Im Absatz 23 der Richtlinie (EU 2007) heißt es: „Da das Ziel dieser Richtlinie, nämlich die Festlegung eines Rahmens für Maßnahmen zur Verringerung der Risiken hochwasserbedingter Schäden, auf Ebene der Mitgliedstaaten nicht ausreichend verwirklicht werden kann und daher wegen des Umfangs und der Wirkungen der Maßnahmen besser auf Gemeinschaftsebene zu verwirklichen ist ...“ [Europäische Kommission 2007: Absatz 23]. Für internationale Flussgebiete bedeutet dies, dass nicht nur bei der Maßnahmenplanung eng zusammengearbeitet werden muss, sondern bereits viel früher sollten ein gemeinsames Risikoverständnis, gemeinsame Managementziele und gemeinsames Problembewusstsein geschaffen werden. Auch trägt die Richtlinie der Erkenntnis Rechnung, dass Risikovorsorge eine gemeinsame Aufgabe von Wasserwirtschaft, Raumplanung und zahlreichen Raumnutzern ist. Der Aspekt Klimawandel ist laut der Richtlinie bei der Bewertung von Hochwasserrisiken und der Erarbeitung

gemeinsamer Hochwasserrisikomanagementpläne explizit zu berücksichtigen. Bei den 6-jährlichen Überprüfungen der Bewertungen, der Gefahren- und Risikokarten sowie der Pläne sollen die jeweils aktuellen Erkenntnisse bzgl. der Auswirkungen des Klimawandels einbezogen werden [vgl. Grafe et. al. 2010].

4.2 Anpassungsstrategien auf nationaler und regionaler Ebene im Elbeeinzugsgebiet

Das Elbeeinzugsgebiet ist eine grenzüberschreitende Raumeinheit, für die bisher keine einheitliche Anpassungsstrategie vorliegt. Die aktuellen Ambitionen zur Anpassung an den Klimawandel im Einzugsgebiet der Elbe könne daher am besten aus der Zusammenschau der vorliegenden nationalen und regionalen Anpassungsstrategien ableitet werden. Aufbauend auf den ausgewerteten Studien kann daher lediglich eine selektive Übersicht über die verschiedenen Ansätze zur Klimaanpassung im Elbeeinzugsgebiet gegeben werden.

Nationale Anpassungsstrategien

Die beteiligten Nationen im Einzugsgebiet der Elbe unterscheiden sich deutlich hinsichtlich des aktuellen Stands zur Entwicklung einer nationalen Anpassungsstrategie (Tabelle 4):

- Für das Gebiet der **Bundesrepublik Deutschland**, einschließlich des deutschen Teils des Elbeeinzugsgebiets, wurde bereits im Jahr 2008 eine Anpassungsstrategie entwickelt. Thematisch wurden unter anderem die Sektoren Bauwesen, Wasserhaushalt, Landwirtschaft, Tourismuswirtschaft und Raum-Regionalplanung hinsichtlich ihrer Vulnerabilität und möglicher Anpassungspotenziale untersucht. Aufbauend auf der Anpassungsstrategie wurde im Jahr 2011 ein Aktionsplan entwickelt. Die Aktivitäten sind vorrangig auf die Bereiche „Wissen bereitstellen“, „Rahmensetzung durch den Bund“, „Aktivitäten in direkter Bundesverwaltung“ und „Internationale Verantwortung“ fokussiert [vgl. Bundesregierung Deutschland 2008; Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2009].
- Für das Gebiet der **Republik Österreich**, einschließlich des österreichischen Teils des Elbeeinzugsgebiets, ist eine Anpassungsstrategie aktuell in Bearbeitung. Zurzeit liegt ein umfassendes Arbeitspapier zur Klimaanpassung in Österreich aus dem Jahr 2010 vor. In dem Arbeitspapier werden die Vulnerabilität und potenzielle Handlungsoptionen zur Klimaanpassung unter anderem für die Aktivitätsfelder Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Wasserhaushalt, Tourismus, Bauen und Wohnen untersucht [vgl. BMLFUW 2010].
- Für das Gebiet der **Tschechischen Republik**, einschließlich des tschechischen Teils des Elbeeinzugsgebiets, liegt bisher kein Entwurf und keine Strategie zur Klimaanpassung vor. Im Jahr 2008 wurde das Politik Programm „National Program to abate the Climate Change Impacts in the Czech Republic“ veröffentlicht. Darin wird vorrangig der nationale Klimaschutz thematisiert. Die Klimaanpassung wird hingegen nur kurz erläutert. Unter anderem

werden die Sektoren Wassermanagement und Landwirtschaft hinsichtlich potenzieller Handlungsoptionen thematisiert. Von der Kompetenzverteilung her, steht das tschechische Umweltministerium in der Verantwortung eine nationalen Anpassungsstrategie zu erarbeiten [vgl. Ministry of the Environment 2007].

Regionale Anpassungsstrategien

Der Vergleich der Anpassungsstrategien auf regionaler Ebene (siehe Tabelle 4) spiegelt den Entwicklungsstand der nationalen Anpassungsstrategien wider.

- Ein Großteil der **deutschen Bundesländer**, die am Einzugsgebiet der Elbe beteiligt sind, hat sich mit dem Thema der Klimaanpassung bereits auseinandergesetzt. Den ausgewerteten Studien zufolge, haben vier von zehn Bundesländern kombinierte Strategien zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung und zwei der zehn Bundesländer bereits eigenständige Anpassungsstrategien entwickelt. Aktionspläne liegen ebenfalls für einzelne Bundesländer vor. Inhaltlich zeigt sich eine breite Spannweite. Die Sektoren Wasserwirtschaft, Wasserhaushalt und Landwirtschaft wurden von der Mehrheit der vorliegenden Anpassungsstrategien thematisiert.
- Zu den **tschechischen Regionen** (Kraj) liegen bisher keine Informationen zum Stand der Erarbeitung von regionalen Anpassungsstudien vor.
- Die **österreichischen Bundesländer** Niederösterreich und Oberösterreich liegen beide anteilig im Elbeeinzugsgebiet. Den vorliegenden Studien zufolge hat keines der beiden Bundesländer bisher eine eigenständige Anpassungsstrategie entwickelt. Im Oberösterreichischen „Regierungsprogramm ÖVP-Grüne 2009-2015“ ist bereits der Beschluss zur Erarbeitung einer Anpassungsstrategie aufgenommen [vgl. BMLFUW 2010: 12ff].

Tabelle 4: Anpassungsstrategie der Nationen und Regionen die im Elbeeinzugsgebiet beteiligt sind [Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2009]

Umsetzungs- ebene	Anpassungs- strategie	Aktions- plan	Titel und Herausgeber	Jahr	Fachlicher Bezug	Räumlicher Bezug	
Nationen	Tschechien	++	-	National Program To Abate The Climate Change Impacts In The Czech Republic (Ministry of Environment)	2008	Wassermanagement, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Gesundheit	Tschechische Republik
	Deutsch- land	+++		Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Bundesregierung Deutschland)	2008	Natur & Gesellschaft, Gesundheit, Bauwesen, Wasserhaushalt Küsten- & Meeresschutz, Boden, Biologische Vielfalt, Landwirtschaft , Wald- & Forstwirtschaft, Fischerei, Energiewirtschaft, Finanzwirtschaft, Verkehr, Industrie & Gewerbe, Tourismuswirtschaft, Raum- & Regionalplanung	Bundes- republik Deutschland
			+++	Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Bundesregierung Deutschland)	2011		
	Österreich	++	-	Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie (Lebensministerium Österreich)	2010	Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft & Wasserhaushalt, Tourismus, Elektrizitäts-wirtschaft, Bauen und Wohnen, Schutz vor Naturgefahren	Republik Österreich
Regionen CZ	Královéhrad- ecký kraj			Bisher keine Informationen			
	Pardubický kraj			Bisher keine Informationen			
	Vysočina			Bisher keine Informationen			
	Jihočeský kraj			Bisher keine Informationen			
	Středočeský kraj			Bisher keine Informationen			
	Praha			Bisher keine Informationen			
	Liberecký kraj			Bisher keine Informationen			
	Plzeňský kraj			Bisher keine Informationen			
	Karlovarský kraj			Bisher keine Informationen			
	Ústecký kraj			Bisher keine Informationen			
Regionen DT	Sachsen	++		Klimawandel in Sachen - Sachstand und Ausblick 2005 (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft)	2005	Vegetationsentwicklung, Acker- und Pflanzenbau, Forstwirtschaft, Talsperrenbewirtschaftung, Wasserhaushalt, Arten & Lebensgemeinschaften & Ökosysteme	Bundesland Sachsen
			+++	Umsetzung Aktionsplan Klima und Energie (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft)	2009	Gesundheit, Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Boden, Jagd, Naturschutz, Landes- und Regionalplanung, Tourismus, Wirtschaft,	

Umsetzungs- ebene	Anpassungs- strategie	Aktions- plan	Titel und Herausgeber	Jahr	Fachlicher Bezug	Räumlicher Bezug	
Regionen DT	Thürigen	+++	-	Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt)	o.J.	Gesundheit, Wasserwirtschaft & Wasserhaushalt , Boden, Landwirtschaft , Wald & Forstwirtschaft, Naturschutz, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur, Tourismus , Bauwesen , Raumordnung & Landesplanung , Katastrophenschutz	Bundesland Thürigen
	Sachsen Anhalt	+++		Strategie des Land Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel und dazu gehörender Aktionsplan Teil I Strategie (Fach- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe "Anpassung an den Klimawandel")	2010	Menschliche Sektoren, Wasser , Boden, Landwirtschaft & Gartenbau, Weinbau, Forstwirtschaft, Fischerei, Naturschutz, Regionale Wirtschaft, Tourismus , Energiewirtschaft, Landes- und Regionalplanung , Bauwesen & Gebäudetechnik, Verkehr, Katastrophenschutz, Ernährungsvorsorge	Bundesland Sachen Anhalt
		+++		Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel und dazu gehörender Aktionsplan Teil II Aktionsplan (Fach und ressort übergreifende Arbeitsgruppe "Anpassung an den Klimawandel")	2010		
	Branden- burg	-		Auswertung regionaler Klimamodelle für das Land Brandenburg (Ministerium für Umwelt Gesundheit und Verbraucherschutz)	2008	<i>Fokus: Klimaprojektionen</i>	Bundesland Branden- burg
			+++	Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz)	2008	Wasserhaushalt & Wasserwirtschaft , Bodenschutz, Landwirtschaft , Forstwirtschaft, Ökosysteme & Naturschutz, Wissenschaft & Forschung & Bildung, Gesundheitswesen	Bundesland Branden- burg
	Berlin	-	-	Klimaschutz in Berlin (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz)	o.J.	<i>Fokus: Klimaprojektionen</i>	Bundesland Berlin
	Mecklen- burg Vor- pommern	++	-	Klimaschutz und Folgen des Klimawandels in Mecklenburg Vorpommern (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus)	2007	Wasserwirtschaft , Biodiversität & Naturschutz, Forst- Land & Fischereiwirtschaft , Gesundheit, Energie & Verkehr, Raumordnung & Tourismus	Bundesland Mecklenburg Vorpommern
	Nieder- sachsen	-	-	Der Klimawandel als Herausforderung für Staat und Gesellschaft (Ministerium für Umweltschutz und Klimaschutz)	2009	<i>Fokus: Klimaprojektionen</i>	Bundesland Nieder- sachsen
	Hamburg	+	-	Klimabericht für die Metropolregion Hamburg (KlimaCampus)	o.J.	Planerisch-organisatorische Potenziale zur Anpassung, Technische Potenziale zur Anpassung	Bundesland Hamburg
	Schleswig Holstein	++	-	Klimaschutzprogramm 2009 (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein)	2009	Biologische Vielfalt, Wasserhaushalt & Wasserwirtschaft & Meeresschutz, Boden und Landwirtschaft , Forstwirtschaft, Tourismuswirtschaft	Bundesland Schleswig Holstein
	Bayern			Bisher keine Informationen			

Umsetzungsebene	Anpassungsstrategie	Aktionsplan	Titel und Herausgeber	Jahr	Fachlicher Bezug	Räumlicher Bezug	
Regionen AT	Nieder-österreich	-	-	Auswirkungen des Klimawandels in Niederösterreich NÖ Klimastudie 2007 (Niederösterreichische Landesverwaltung)	2007	<i>Fokus: Klimaprojektionen</i>	Bundesland Nieder-österreich
	Ober-österreich	-	-	Regierungsprogramm ÖVP-Grüne 2009-2015	2009	<i>Beschluss: Erarbeitung einer Klimawandel-Anpassungsstrategie</i>	Bundesland Ober-österreich
	+++ Anpassungsstrategie an den Klimawandel		++ Strategie zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz		+ Thematisierung von Klimaanpassung		

4.3 Anpassungsstrategien im Elbeeinzugsgebiet - Wichtige Erkenntnisse

Der Vergleich der Anpassungsstrategien zeigt den unterschiedlichen Status den das Thema Klimaanpassung bei den verschiedenen nationalen und regionalen Akteuren im Elbeeinzugsgebiet einnimmt.

- Für den **deutschen Teil** des Elbeeinzugsgebiets liegen auf nationaler und auf regionaler Ebene verschiedene Strategien zur Klimaanpassung vor. Für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg wurden bereits Aktionspläne zur Klimaanpassung erarbeitet.
- Für den **österreichischen Teil** des Elbeeinzugsgebiets ist eine Anpassungsstrategie auf nationaler Ebene in Bearbeitung. Auf regionaler Ebene, der Bundesländer Nieder- und Oberösterreich, liegen keine Strategien zur Klimaanpassung vor.
- Für den **tschechischen Teil** des Elbeeinzugsgebiets bestehen bisher kaum strategische Ansätze zur Klimaanpassung. Integriert in das „National Program To Abate The Climate Change Impacts In The Czech Republic“ wurden bisher lediglich erste Ansätze zur Klimaanpassung formuliert.

Die Mehrzahl der Strategien bezieht sich auf den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebiets, während für den tschechischen Teil kaum strategische Ansätze vorliegen. Aufgrund der selektiven Auswahl der vorliegenden Studien und der Tatsache dass die nationale Klimaanpassungspolitik stark von politischen Rahmenbedingungen, Kompetenzverteilungen und weiteren Faktoren wie historischer Entwicklung, Ökonomie und Ökologie abhängt, kann an dieser Stelle keine abschließende Wertung der nationalen Fortschritte vorgenommen werden.

Die vorliegenden Anpassungsstrategien verdeutlichen vielmehr, dass das Thema Klimaanpassung im Vergleich zum Klimaschutz grenzüberschreitend ein neues Forschungs- und Politikfeld ist. Den Veröffentlichungsjahren der Strategien ent-

sprechend, hat das Thema in den letzten Jahren deutlich an Dynamik gewonnen. Die für das Elbeeinzugsgebiet relevanten Strategien und Programme wurden durchgehend während der letzten 5-10 Jahre veröffentlicht.

Die inhaltliche Ausrichtung der Anpassungsstrategien zeigt viele Gemeinsamkeiten auf. Hinsichtlich der Vulnerabilität und möglicher Anpassungsoptionen werden in fast allen Strategien explizit die Wasserwirtschaft und die Landwirtschaft und in vielen der Strategien die Siedlungsentwicklung und der Tourismus untersucht. Diese Überschneidungen verdeutlichen, dass die Klimaanpassung für die Akteure des Elbeeinzugsgebiets eine gemeinsame Herausforderung darstellt. Die klimatischen Folgen wirken sich grenzüberschreiten aus und betreffen die verschiedenen Regionen in ähnlichem Ausmaß. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass Klimaanpassung langfristig grenzüberschreitend organisiert werden sollte. Bestehende und zukünftige Strategien zur Klimaanpassung dürfen nicht auf administrativen Einheiten beschränkt werden, sondern sollten in grenzüberschreitender Zusammenarbeit gemeinsam entwickelt und umzusetzen werden. In diesem Sinne sollten die bestehenden Strategien grenzüberschreitend koordiniert und weiter entwickelt werden und neue Strategien von Beginn an mit Blick auf und unter Einbindung der Nachbarregionen entwickelt werden.

5 Anpassung an den Klimawandel im Elbeeinzugsgebiet – Sektorielle Anpassungsmaßnahmen

Im Elbeeinzugsgebiet bestehen neben den strategischen Ansätzen eine Reihe praktischer Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, ausgerichtet auf die regionale und lokale Ebene. In einem Drittel der ausgewerteten supranational-, national- und regional ausgerichteten Studien werden konkrete Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels benannt. Abgeleitet vom Begriff „Anpassung“ werden in den Studien Anpassungsmaßnahmen als konkrete Handlungsoptionen zur Anpassung natürlicher und menschlicher Systeme an die Folgen eines sich gegenwärtig und zukünftig ändernden Klimas definiert. Dabei ist zwischen unterschiedlichen Maßnahmenarten zu unterscheiden. Es werden die präventiven von den reaktiven Maßnahmen und die planerischen von den technischen, kommunikativen und gesetzlichen Maßnahmen unterschieden. Thematisch werden diese wiederum den unterschiedlichen Sektoren (Wasserwirtschaft, Siedlungsentwicklung, Schifffahrt, Tourismus, Landwirtschaft) zugeordnet [vgl. Europäische Kommission 2007:2; Ministry of the Environment 2007: 129ff; BMU 2009; 7ff].

Aus den vorliegenden Studien werden im Folgenden die Anpassungsmaßnahmen herausgefiltert, die für die ausgesuchten Sektoren (Wasserwirtschaft, Siedlungsentwicklung und Raumordnung, Tourismus, Schifffahrt und Landwirtschaft) relevant sind und zugleich einen wasserwirtschaftlichen Bezug aufweisen. Diese Maßnahmen werden, zugeordnet zu den jeweiligen Sektoren, zu Maßnahmenkatalogen zusammengefasst. Je nach Bedarf werden weitere Unterkategorien eingeführt. Jede einzelne Anpassungsmaßnahme wird konkret benannt, den jeweils adressierten Klimarisiken und der Literaturquelle (zur Zuordnung des Codes siehe Kapitel 2.2.) zugeordnet. Da einige Anpassungsmaßnahmen sehr allgemein ausgerichtet sind, können diese keine eindeutigen Klimarisiken zugeordnet werden. In diesem Fall wird die Zuordnung „verschiedenste Klimarisiken“ verwendet. Diese Kategorie umfasst die verschiedenen klimatischen Querbeziehungen die zwischen vielen Klimaparametern bestehen. Den Maßnahmenkatalogen vorweg, wird eine Auflistung allgemeiner Leitlinien zur erfolgreichen Umsetzung aller Anpassungsmaßnahmen gestellt.

5.1 Sektor übergreifende Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

Zur erfolgreichen Anpassung an den Klimawandel werden in einigen der Studien allgemeine Leitlinien zur Handhabung von Anpassungsmaßnahmen formuliert. Diese verdeutlichen, dass der Erfolg von Anpassungsmaßnahmen durch verschiedenste Faktoren wesentlich unterstützt oder gehemmt werden kann. Folgende Leitlinien sollten bei der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen beachtet werden.

- **Politische Unterstützung** ist ein wesentlicher Katalysator zur Initiierung, Lenkung und Koordination von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawan-

del. Ergänzt durch **festen gesetzliche Vorgaben** entsteht ein strategischer Rahmen der durch klare Zuordnungen effizientes Handeln im Bereich der Klimaanpassung ermöglicht [vgl. Europäische Umweltagentur 2009:8].

- Eine hohe Akzeptanz der Anpassungsmaßnahmen wird häufig dadurch erreicht, dass die Maßnahmen neben den Zielen zur Klimaanpassung noch **weitere Ziele fördern** (bzw. nicht stören). Daher sollten Anpassungsmaßnahmen in alle relevanten Planungs- und Entwicklungsprozesse eingebunden und mit bestehenden Strategien und Zielen verknüpft werden. Die **Einbindung der Anpassungsmaßnahmen in alle Politikfelder** ist wichtig [vgl. Europäische Umweltagentur 2009:8; IFOK GmbH 2009: 9].
- **Ressort- Sektor- und Ebenen übergreifende Governance Strukturen** sind wichtig zur erfolgreichen Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Die relevanten Akteure sollten umfassend vernetzt werden, um eine effektive Kooperation sicher zu stellen [vgl. IFOK GmbH 2009: 9].
- Interessenskonflikte werden dadurch vermieden, dass die **lokalen Netzwerke** und **lokalen Praktiken** bei der Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen miteinbezogen werden. Es ist wichtig alle betroffenen Bevölkerungsgruppen und Stakeholder in den Prozess miteinzubeziehen um einen übergreifenden Konsens zu erzeugen [vgl. Europäische Umweltagentur 2009: 8; IFOK GmbH 2009: 9].
- Aufgrund der Unsicherheiten bei den Klimaprojektionen sind **flexible Strukturen** bei Anpassungsmaßnahmen wichtig. Maßnahmen die eine flexible Nachsteuerung und Feinjustizierung ermöglichen sind daher gegenüber starrer Alternativen zu bevorzugen. In diesem Sinne sind **Low-Regret Maßnahmen** den No-Regret Maßnahmen und **nicht baulichen Maßnahmen** den baulichen Maßnahmen vorzuziehen. Ebenso gilt es Maßnahmen zu Klimaanpassung mit Maßnahmen zum Klimaschutz zu koppeln [vgl. IFOK GmbH 2009: 9].
- Die **Kostenkalkulation** zur Finanzierung von Anpassungsmaßnahmen sollte die potenziellen Kosten, für Schäden die ohne die Anpassungsmaßnahmen entstehen würden, miteinbeziehen. Zudem sollten **marktwirtschaftliche Anreize** zur Finanzierung unterstützt werden, um dem privaten Sektor Anreize zur Beteiligung zu geben [vgl. Europäische Umweltagentur 2009: 8].
- Eine regelmäßige **Zielüberprüfung** der Maßnahmen sollte gewährleistet sein um die langfristigen Effekte der Anpassungsmaßnahmen zu sichern. Aufgrund der Unsicherheiten bei den Klimaprojektionen können Anpassungsmaßnahmen je nach klimatischen Rahmenbedingungen noch oder nicht mehr sinnvoll sein [vgl. IFOK GmbH 2009: 9].

5.2 Sektorielle Maßnahmen zur Klimaanpassung

Die Zusammenschau der Anpassungsmaßnahmen, die in den ausgewerteten Studien formuliert wurden, zeigt eine breite Spanne an Handlungsoptionen zur Anpassung an den Klimawandel. Die Mehrheit der Maßnahmen ist nicht explizit auf das Elbeeinzugsgebiet ausgerichtet, in der Gesamtheit bieten die Anpassungsmaßnahmen dennoch einen guten Überblick potenzieller Handlungsoptionen für das Elbeeinzugsgebiet ebenso wie für einzelne Teilgebiete des Einzugsgebiets.

5.2.1 Wasserwirtschaft

Die Auswirkungen des Klimawandels stellen die Wasserwirtschaft im Elbeeinzugsgebiet vor große Herausforderungen. Die zukünftig prognostizierten Niedrigwasserereignisse in den Sommermonaten, das erhöhte Hochwasserrisiko in den Wintermonaten und die potenziellen Veränderungen der Grundwasserneubildung und der Gewässerqualität erfordern schnelle und effektive Anpassungsmaßnahmen seitens der Wasserwirtschaft. Im Rahmen der Studien werden viele Anpassungsmaßnahmen benannt. Zur besseren Übersicht sind diese im Folgenden den Unterkategorien Hochwasser, Niedrigwasser, Grundwasser und Wasserknappheit, Gewässerqualität und Trinkwasser sowie Talsperren- und Speicherbewirtschaftung zugeordnet.

Hochwasser

Die Maßnahmen zur Anpassung an häufigere Hochwasserereignisse umfassen vorrangig technische und planerische Ansätze zum Hochwasserschutz, zur Hochwasservorsorge und zur Anpassung der wasserwirtschaftlichen Systeme. Im Fokus stehen dabei insbesondere bauliche, verwaltende und planerische Maßnahmen. Die Mehrheit dieser Maßnahmen unterliegt der Zuständigkeit öffentlicher Behörden. Die wasserwirtschaftlichen Behörden stehen ebenso wie die kommunalen und regionalen Behörden in der Verantwortung, Anpassungsmaßnahmen an häufigere Hochwasserereignisse auf den jeweiligen Hoheitsgebieten umzusetzen. Private Bürger als Grundstückseigentümer können von den hoheitlichen Maßnahmen insbesondere dann betroffen sein, wenn ihre Grundstücke in Gebieten liegen, die einer erhöhten Hochwassergefahr ausgesetzt sind.

Tabelle 5 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Hochwasser

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Förderung des Wasserrückhalts in der Fläche	Hochwasser / Starkniederschläge	AT 2/ DE 10/ DE 23/
	▪ Ausweisung neuer und Vergrößerung bestehender Retentionsflächen		AT 2/ DE 10/ DE 23/ SN 3/ SN 12/ TH2/ ST 2/ ST 6/ ST 7/ MV 1/
	▪ Renaturierung natürlicher Oberflächengewässer zur Rückgewinnung natürlicher Überschwemmungsgebiete (Auen, Altarme)		DE 23/ ST 3/ ST 2/ MV 1
	▪ Sicherung und Wiederherstellung der Puffer- und Retentionsfunktion von Landschaftselementen		ST 6
	▪ Verbesserung der Gewässerstruktur		TH 2

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
2	Technischer Hochwasserschutz	Hochwasser / Starkniederschläge	DE 10/ DE 23/ ST 2 / BB 4
	Bau, Anhebung, Verstärkung und Rückverlegung von Hochwasserschutzdeichen, Hochwasserschutzmauern, Sturmflutbarrieren und Flutungspoldern		EU 5/ DE 6/ DE 8/ DE 23/ TH 2/ ST 2/ ST 6/ BB 4
	Einsatz mobiler Hochwasserschutz Elemente		DE 23
	Bau und Management von Hochwasserrückhaltebecken, Wasserspeichern und Talsperren		DE 3/ DE 23/ TH 2/ ST 2/ SN 3/ SN 12/ ST 6/ ST 7
	Reaktivierung ehemaliger Stauwerke zum Hochwasserschutz		ST 3
	Einführung eines Klimaanpassungsfaktors für die Planung und Prüfung von Hochwasserschutzanlagen (Bsp. Bayern: 15% Klimazuschlag auf Bemessungshochwässer)		TH 2 / ST 3
3	Förderung der Hochwasservorsorge	Hochwasser / Starkniederschläge	DE 23
	Einführung von Frühwarnsystemen für sturzflutgefährdete Gemeinden		TH 2
	Einführung von Hochwasserwarnsystemen in kleinen Einzugsgebieten		AT 2
	Verbesserung der Hochwasservorhersage durch den Ausbau des Ombrometermessnetzes (Niederschlag)		TH 2
	Einrichtung von Hochwassernachrichtenzentralen		TH 2
	Erstellung und Prüfung von Hochwasserschutzplänen, Hochwasserrisikokarten und Hochwasserkonzeptionen		DE 23/
	Ausweisung und Überprüfung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Hochwasserschutz		TH 2 / ST 7
	Einschränkung der ackerbaulichen Nutzung von Polderflächen		BB 4
4	Anpassung der Abwasserbewirtschaftung (z.B. Kanalisation) an sowohl zeitlich begrenzte Starkniederschläge als auch an insgesamt rückläufige Abwassermengen und Trockenperioden	Hochwasser / Starkniederschläge / Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 3/ ST 6
	Anpassung der Stauräume der Kanalisation an eine optimierte Auslastung		DE 23
	Förderung der Regenwasserversickerung und des Regenwasserrückhalts beim Neubau von Siedlungs- und Gewerbegebieten		TH 2/ MV 1
	Anpassung der Abflussregulierung		ST 6/ MV 1
	Entwicklung intelligenter Entwässerungssysteme		MV 1
5	Verhinderung einer Verschlechterung der Qualität der Oberflächengewässer nach Überflutungen	Hochwasser / Starkniederschläge / Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	ST 6 / ST 7 DE 23 / TH 2 / MV 1
6	Herstellung einer variablen Abflussdynamik bei Hochwasserereignissen	Hochwasser / Starkniederschläge	BB 4
7	Erhöhung des Risikobewusstseins von potenziell vom Hochwasser betroffener Bewohner. Verstärkte Kommunikation von Hochwassergefahren zur Förderung der Eigenvorsorge (private Hochwasserschutzmaßnahmen, Elementarschadenversicherung)	Hochwasser / Starkniederschläge	TH 2
8	Entwicklung und Fortentwicklung von Notfallplänen und Schutzkonzeptionen für Hochwasserereignisse in Gemeinden mit hohem Schadenspotenzial	Hochwasser / Starkniederschläge	ST 7 / TH 2 / DE 23
9	Entwicklung eines integrierten Hochwassermanagements: Abstimmung technischer Schutzmaßnahmen mit Maßnahmen der Flächenvorsorge und Maßnahmen zur Stärkung des Gefahrenbewusstseins in der Bevölkerung	Hochwasser / Starkregen	AT 2 / ST 2 / DE 23

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
10	Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie der EU durch vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikomanagement, Aufstellung und Aktualisierung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten sowie die Aufstellung und Laufendhaltung von Hochwasserrisikomanagement einschließlich Klima-Check	Hochwasser / Starkniederschläge	TH 2
11	Anwendung hocheffizienter und anpassungsfähiger Wassermengen- und Wassergütemanagementsysteme im Braunkohlereaktivierungsgebiet zur nachhaltigen Sicherstellung angemessener Reaktionsmöglichkeiten auf die Herausforderungen des Klimawandels	Hochwasser / Starkniederschläge / Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	SN 3
12	Versicherung gegen Schäden durch den Klimawandel und Bildung von Rücklagen für zukünftige Anpassungsmaßnahmen oder Schadensausgleichszahlungen	Hochwasser / Starkniederschläge / Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 23

Niedrigwasser und Wasserknappheit

Die Anpassungsmaßnahmen an häufigere Niedrigwasserereignisse, einhergehend mit längeren Phasen der Wasserknappheit, sind insbesondere auf technische, planerische und gesetzliche Ansätze ausgerichtet. Die Optimierung des Wasserverbrauchs, die Anpassung des Niedrigwassermanagements und die Steuerung der wasserrechtlichen Genehmigung stehen im Fokus der Maßnahmen. Zusätzlich stellt die Sicherung und Förderung der Grundwasserneubildung ein weiteres wichtiges Handlungsfeld beim Umgang mit Niedrigwasserereignissen dar. Viele der Maßnahmen unterliegen dem Kompetenzbereich öffentlicher Stellen. Insbesondere die wasserwirtschaftlichen Behörden und die lokalen und regionalen Verwaltungsbehörden müssen in effektiver Zusammenarbeit die öffentliche Wasserversorgung in Phasen von Niedrigwassere sichern. Zusätzlich ist es wichtig die privaten Bürger zur Verringerung der Wassernachfrage zu motivieren und gegebenenfalls gesetzlich zu binden.

Tabelle 6 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Niedrigwasser und Wasserknappheit

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Verringerung der Wassernachfrage und Optimierung des Wasserverbrauchs	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	EU 11
	▪ Wasserreinigung und Wiederverwendung von Brauchwasser		EU 11/ EU 4 / DE 8/ SN 9/ ST 2
	▪ Förderung der Nutzung effizienter Wassertechnologien und wassersparender Bewässerungsmethoden in Privathaushalten, Landwirtschaft und Industrie		AT 2/ DE 3/ ST 2/ ST 6/ DE 12
	▪ Steuerung des Wasserverbrauchs über den Wasserpreis		ST 2
	▪ Steuerung des Wasserverbrauchs über rechtliche Regelungen zum sparsamen Umgang mit Wasser in Trockenperioden		AT 2
	▪ Modernisierung und Anpassung der Wassertransportnetze		ST 2
	▪ Förderung einer intensiveren Regenwassernutzung		DE 8
	▪ Entsalzung und Wiederverwendung von Meerwasser		DE 8
	▪ Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung zur Stärkung des bewussten Umgangs mit Wasser durch die Wassernutzer. Mögliche Maßnahmen: Informationskampagnen		EU 11/ AT 2

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
2	Frühzeitige Beeinflussung der Wasserbilanz für Zeiten des Niedrigwassers und der Trockenheit	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 15
	▪ Zurückhaltung erhöhter Niederschläge im Winterhalbjahr durch die Nutzung von Speichereinrichtungen		DE 15
	▪ Bewirtschaftung natürlicher Seen als Seenspeicher zur Bereitstellung von Wasser während der Vegetationsperiode		DE 15
	▪ Nutzung vorhandener und geplanter Tagebauseen für die Bereitstellung von Wasser zur Bewässerung in Trockenperioden		DE 15
	▪ Nutzung von Sümpfungswasser aus dem Braunkohlebergbau		SN 9
	▪ Rückhalt von Wasser durch die Rekonstruktion vorhandener und Neubau von Stauanlagen in Vorflutern		DE 15
	▪ Erschließung neuer Wasserdargebote durch den Neubau von Talsperren		SN 2
3	Nutzung des Wasserdargebots aus Wasserläufen, deren Abflüsse durch Niedrigwasseraufhöhung aus oberhalb liegenden großen Talsperren eine gewisse Stabilität aufweisen.	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	De 15
4	Steuerrung der wasserrechtlichen Genehmigungen für die Einleitung in, die Entnahme von und die Stauung von Wasser in Oberflächengewässern und dem Grundwasser	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 3
	▪ Erteilung wasserrechtlicher Restriktionen, Ausnahmen, Verbote und zeitlicher Befristungen für die Entnahme, Einleitung und Stauung von Wasser		DE 3/ ST 7/ ST 6/ MV 1
	▪ Erteilung von Nutzungsbeschränkungen für die Schifffahrt, Wassernutzung und Wärmenutzung von Oberflächengewässern		DE 23/ DE 10
	▪ Regelmäßige Überprüfung und Kontrolle der Festsetzungen insbesondere in Niedrigwasser- und Trockenperioden		TH2/ MV 1
5	Anpassung des Niedrigwassermanagements in Trockenperioden	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 23
	▪ Sicherung der Mindestwasserführung in Fließgewässern durch rechtliche Festsetzungen		ST 6
	▪ Sicherung der Mindestwasserführung in Fließgewässern durch technische Maßnahmen		ST 6
	▪ Anpassung der Speicherbewirtschaftung durch z. Bsp. Überprüfung und Ausbau von Regenrückhaltebecken		AT 2/ M V1
	▪ Wassertransfer und Wasseraustausch zwischen den verschiedenen Einzugsgebieten		ST 2
	▪ Bau und Nutzung von Fernwasserleitungen		TH2
	▪ Angepasste Bewirtschaftung der Grundwasservorkommen		AT 2
	▪ Förderung der künstlichen Grundwasseranreicherung		ST 2
	▪ Förderung der ortsnahe Regenwasserversickerung		DE 23 / MV 1
6	Anpassung der Abwasserbewirtschaftung (z.B. Kanalisation) an sowohl zeitlich begrenzte Starkniederschläge als auch an insgesamt rückläufige Abwassermengen und Trockenperioden	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre / Hochwasser / Starkniederschläge	DE 3/ ST 6
	▪ Anpassung der Stauräume der Kanalisation an eine optimierte Auslastung		DE 23
	▪ Förderung der Regenwasserversickerung und des Regenwasserrückhalts in neuen Siedlungs- und Gewerbegebieten um dadurch das Ausmaß der neuen Kanalisation möglichst gering zu halten		TH2/ MV 1
	▪ Anpassung der Abflussregulierung		ST 6/ MV 1
	▪ Entwicklung intelligenter Entwässerungssysteme		MV 1

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
7	Sektorübergreifendes Management zur Koordination der lokalen und regionalen Wasserversorgung. Aufstellung eines ressortübergreifenden Wasserbewirtschaftungsplans zur Koordination der Wasserversorgung und Wasserregulierung	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	EU 11/ DE 3 / ST 7
8	Entwicklung und Fortentwicklung von Notfallplänen und Schutzkonzepten für Niedrigwasserereignisse in Gemeinden mit hohem Risikopotenzial	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	ST 7/ TH2 / DE 23
9	Überprüfung der Möglichkeit von abflussunabhängigen Kühleinrichtungen. Überprüfung der Möglichkeiten zur Kompensation der phasenweise verringerten Kühlleistungen während Niedrigwasserperioden	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 23
10	Anpassung der Schutzziele für Renaturierungen bzw. Sanierungen von Mooren und Seen hinsichtlich der Verfügbarkeit von Wassermengen	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	MV 1/ SN 12
11	Aufstellung von Plänen für die Einzugsgebiete zur Wasserbilanzierung und zur Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	MV 1
12	Hinterfragung der aktuellen Planungen zur Flutung der Tagebaurestlöcher. Bei Bedarf Anwendung hocheffizienter und anpassungsfähiger Wassermengen- und Wassergütemanagementsysteme im Braunkohlerektivierungsgebiet zur nachhaltigen Sicherstellung angemessener Reaktionsmöglichkeiten auf die Herausforderungen des Klimawandels	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre / Hochwasser / Starkniederschläge	SN 3
13	Versicherung gegen Schäden durch den Klimawandel und Bildung von Rücklagen für zukünftige Anpassungsmaßnahmen oder Schadensausgleichszahlungen	Hochwasser / Starkniederschläge / Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 23
14	Sicherung einer ausgewogenen Grundwasserbilanz	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	DE 10
	▪ Erstellung von Grundwasserbewirtschaftungsplänen und Wasserversorgungsplänen		DE 10
	▪ Steuerung und Kontrolle der Grundwasserentnahme		DE 23/ MV 1
	▪ Förderung der Infiltration mit qualitativ geeignetem Wasser		DE 23
15	Förderung der Grundwasserneubildung in der Fläche	Niedrigwasser / Wasserknappheit & Dürre	AT 2/ ST 3
	▪ Entsiegelung von Flächen		ST 3
	▪ Freigabe von Versickerungsflächen		ST 3
	▪ Angepasste Landnutzung zur Förderung der Grundwasserneubildung		ST 3
	▪ Ausweisung und Überprüfung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten zur Wassergewinnung		ST 7
	▪ Bearbeitung und Sicherung von Trinkwasservorräten in naturräumlichen Grenzen (Grundwasserkörper)		MV 1
	Führung eines kontinuierlichen Grundwassermonitorings hinsichtlich des Grundwasserstands und der Grundwasserbeschaffenheit. ▪ Insbesondere in küstennahen Gebieten ist die Kontrolle der Salz- und Süßwassergrenze wichtig		MV 1

Gewässerqualität und Trinkwasser

Die Maßnahmen zur Anpassung der Gewässerqualität an veränderte klimatische Einflüsse umfassen vorrangig technische und planerische Ansätze. Die Anpassungsmaßnahmen zielen insbesondere auf die Steuerung der Erwärmung von Oberflächengewässern, die Begrenzung der Nährstoffeinträge in Gewässer und die Sicherung und Koordinierung der Trinkwasserversorgung ab. Sowohl für die Kontrolle und Förderung der Gewässerqualität als auch für die Versorgung mit Trinkwasser sind vorrangig öffentliche Behörden verantwortlich. Für die lokalen und regionalen Verwaltungsbehörden gilt es daher die Maßnahmen in Kooperation mit den wasserwirtschaftlichen Behörden in ihren Hoheitsgebieten umzusetzen.

Tabelle 7 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Gewässerqualität und Trinkwasser

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Verbesserung der Wasserqualität, der Wassergüte und des ökologischen Zustands von Oberflächengewässern	Steigende Temperaturen / Wasserknappheit und Dürre	DE 10/ DE 12/ SN 12/ ST 6/ ST 7
	<ul style="list-style-type: none"> Minimierung der Nährstoffeinträge in Gewässer. Reduktion der Stoffeinträge durch Punkteinleiter und Flächeneinträge Förderung der Selbstreinigungskraft von Oberflächengewässern 		DE 10/ AT 2/ TH2/ ST 6
	Vermeidung von Abwassereinleitungen in Oberflächengewässer und		ST 6
	<ul style="list-style-type: none"> Verdünnung von unvermeidbaren Abwassereinleitungen in Oberflächengewässer während Niedrigwasser- und Trockenperioden. 		TH 2
2	Steuerung und Kontrolle der Wärmeeinleitungen in Oberflächengewässer	Steigende Temperaturen / Extreme Hitze / Wasserknappheit und Dürre	AT 2/ DE 23
	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Wärmelastplänen 		AT 2/ DE 23
	<ul style="list-style-type: none"> Bei zukünftigen Genehmigungen von Wärmeeinleitungen sollten die künftig steigenden Oberflächenwassertemperaturen beachtet werden 		AT 2
	<ul style="list-style-type: none"> Neue Diskussion über die bestehenden Grenzwerte für Wärmeeinleitungen vor dem Hintergrund der künftig steigenden Temperaturen 		DE 23
3	Sicherung der Trinkwasserversorgung	Steigende Temperaturen / Extreme Hitze / Wasserknappheit und Dürre	TH 2
	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterung der Wasserschutzgebiete zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung, 		DE 10
	<ul style="list-style-type: none"> Erweiterung bestehender und Ausweisung neuer Trinkwasserschutzzonen 		ST 6/ MV 1
	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung der Anzahl der Gruppenwasserversorgungen 		TH 2
	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung des Fernwasseranteils 		TH 2
	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau eines regionalen und überregionalen Verbundsystems zur Sicherung der Wasserversorgung 		DE 10/ DE 23
4	Individuelle Bewertung jedes Fassungsgebiets und der zugeordneten Versorgungsregion hinsichtlich der Trinkwasserversorgung	Verschiedene Klimarisiken	MV 1
5	Um mögliche negative Einflüsse auf Qualität und Quantität des Wasserhaushaltes nachhaltig zu vermeiden, gilt es je nach Erschließungs- und Nutzungsform von erneuerbaren Energien wasserwirtschaftliche Anforderungen zu berücksichtigen	Wasserknappheit und Dürre / Hochwasser / Niedrigwasser	DE 23
6	Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushaltes in kleinen, geschlossenen Einzugsgebieten (Kleingewässer, Seen, Moore)	Steigende Temperaturen / Extreme Hitze / Wasserknappheit und Dürre	DE 3

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
7	Überarbeitung der Gewässertypisierung durch Veränderung von Referenzbedingungen anhand klimatischer Veränderungen	Verschiedene Klimarisiken	TH 2
8	Erstellung von Konzepten zur Trink-, Kühl- und Brauchwasserversorgung sowie Abwasserentsorgung unter dem Blickwinkel des demographischen Wandels und des nachlassenden Wasserverbrauchs	Verschiedene Klimarisiken	ST 6
9	Einführung eines Merkmals "künftiges Wasserdargebot" als ein Kriterium für die strategische Planung der öffentlichen Wasserversorgung	Wasserknappheit und Dürre / Hochwasser / Niedrigwasser	Th 2

Talsperren- und Speicherbewirtschaftung

Die Maßnahmen zur Anpassung der Talsperren- und Speicherbewirtschaftung an die zukünftig veränderten klimatischen Rahmenbedingungen umfassen Ansätze zur Anpassung der Anlagen sowohl an Hochwasserereignisse als auch an Niedrigwasserereignisse und zur effizienteren Verbundbewirtschaftung. In der Verantwortung zur Umsetzung dieser Maßnahmen sind vorrangig die Betreiber der Talsperren und Speicheranlagen. Öffentliche Verwaltungen, Zweckverbände und Unternehmen können als Betreiber von Talsperren agieren. Je nach Speicheranlage stehen also unterschiedliche Akteure in der Verantwortung die Anpassungsmaßnahmen umzusetzen. Wichtig ist eine effektive Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Betreibern untereinander und zwischen den Betreibern und den öffentlichen Behörden.

Tabelle 8 Anpassungsmaßnahme für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Talsperren- und Speicherbewirtschaftung

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Anpassung der Talsperrenbewirtschaftung an die Folgen des Klimawandels insbesondere hinsichtlich des Spannungsfelds zwischen Phasen des Hochwassers und Phasen des Niedrigwassers	Hochwasser, Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge	TH 2 / ST 3/ ST 7
	Adaptatives Talsperrenmanagement: Zeitlich und räumlich differenzierte Bewirtschaftung der Stauräume unter Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Anforderungen der An- und Unterlieger und der ökologischen Erfordernisse der aufgestauten Fließgewässer		SN 12/ SN 3
	Aktualisierung der hydrologischen Bemessungs- und der Bewirtschaftungsgrundlagen für Talsperren, Speicherbecken und Hochwasserrückhaltebecken auf der Grundlage meteorologischer Prognose		SN 3
	Anpassung der Stauraumaufteilung innerhalb der Talsperren bzw. der Speicheranlagen an die neuen Herausforderungen		SN 3
	Übernahme der Talsperren mit überregionaler Bedeutung für den Hochwasserschutz durch die zentrale Landestalsperrenverwaltung		SN 3
	Kappung der Scheitel extremer Hochwasserereignisse um dadurch eine Scheitelsenkung für die unterhalb liegenden Gebiete zu erzielen		BB 4

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
2	Konsequente Verbundbewirtschaftung: Die Kapazität mehrerer Talsperren können entsprechend der Bewirtschaftungsziele genutzt und ihr Wirkungsgrad erhöht werden	Hochwasser, Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge	DE 23/ SN 8
	<ul style="list-style-type: none"> Instandsetzung bestehender und Bau neuer Rohwasserüberleitungen zur Bewirtschaftung der Talsperren im Verbund 		SN 3
	<ul style="list-style-type: none"> Sicherung von Vorbehaltsgebieten für den Neubau von Überleitungen bei der Regionalplanung 		SN 3

5.2.2 Siedlungsentwicklung und Raumordnung

Die aktuellen Siedlungsbereiche und die zukünftige Siedlungsentwicklung im Elbeinzugsgebiet stehen klimabedingten Herausforderungen gegenüber. Insbesondere die verstärkte Entstehung von sommerlichen Wärmeinseln, das erhöhte Hochwasserrisiko in den Wintermonaten und die hohe Vulnerabilität für Extremwetterereignisse in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte erfordern flexible Anpassungsmaßnahmen, die schnell umgesetzt werden können. Die vorliegenden Studien liefern zahlreiche unterschiedlicher Handlungsansätze zur Anpassung der aktuellen und zukünftigen Siedlungsstruktur. Die Anpassungsmaßnahmen sind im Folgenden den Bereichen Strategische Planung und Raumordnung, Flächenmanagement, Stadt- und Regionalplanung und Bauliche Entwicklung zugeordnet.

Strategische Planung und Raumordnung

Die Maßnahmen zur Anpassung der strategischen Planungsziele und Planungsgrundsätze an die veränderten klimatischen Bedingungen umfassen ausschließlich planerische und gesetzliche Ansätze. Auf Ebene der Raumordnung steht die Prüfung und gegebenenfalls Neuentwicklung der Leitbilder zur Stadt- und Regionalentwicklung, die Fortschreibung der Raumordnungspläne unter Berücksichtigung der klimatischen Entwicklungen und die Erarbeitung neuer Kartengrundlagen für eine klimasichere Planung im Fokus. Die Umsetzung dieser Maßnahmen liegt im Kompetenzbereich der öffentlichen Behörden. Auf überregionaler Ebene stehen insbesondere politische Akteure und planerische Behörden in der Verantwortung zur Umsetzung dieser Maßnahmen. Nach dem raumordnerischen Gegenstromprinzip können zudem die regionalen und lokalen Behörden Einfluss auf diese Entwicklungen nehmen.

Tabelle 9 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich strategische Planung und Raumordnung

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Entwicklung neuer und Überprüfung bestehender Leitbilder der Stadt- und Regionalentwicklung hinsichtlich einer klimaangepassten Raumstruktur	Verschiedene Klimarisiken X	DE 3/ HH 1/ SH 1
	<ul style="list-style-type: none"> Förderung einer flächen- und energiesparenden Siedlungs- und Verkehrsentwicklung 		ST 6
	<ul style="list-style-type: none"> Anwendung raumordnerischer Grundprinzipien einer dezentralen Konzentration der Siedlungsentwicklung mit einer darauf abgestimmten Bündelung der linienförmigen Infrastruktur 		ST 6
2	Erstellung von Karten die den Einfluss klimabedingter Gefahren und Risiken berücksichtigen und als Entscheidungsgrundlage für die Raumordnung- Landes- und kommunale Planung dienen	Verschiedene Klimarisiken	TH 2

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
3	Aufstellung und Fortschreibung der Raumordnungspläne unter Einbeziehung klimatischer Anpassungsstrategien und Anpassungsmaßnahmen	Verschiedene Klimarisiken	SN 12
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegung landesweiter Vorgaben zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels 		SN 12
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegung klimasicherer Mindestanforderungen an die Raumordnung 		EU 6
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilisierung der Raumordnungsziele. Da Klimaprojektionen häufig mit Unsicherheiten behaftet sind, sollten die Raumordnungsziele je nach Entwicklung und Bedarf angepasst werden können. Z.Bsp. § 7 (4) des Thüringer Landesplanungsgesetzes: Planungsziele können an Bedingungen gekoppelt werden, deren Eintritt und Ausprägung zum Zeitpunkt der Planaufstellung noch nicht bekannt sind. 		TH 2

Flächenmanagement

Die Maßnahmen die der Anpassung des Flächenmanagements an die veränderten klimatischen Trends dienen, beruhen hauptsächlich auf planerischen und gesetzlichen Steuerungsansätzen. Die Anpassung der räumlichen Nutzung an die Folgen des Klimawandels und Steuerung einer klimasicheren Flächenentwicklung stehen im Fokus der Ansätze. Auf überregionaler, auf regionaler und auf lokaler Ebene stehen die öffentlichen Behörden in der Verantwortung zur Durchführung der Maßnahmen. Planungsbehörden sind ebenso wie politische Entscheidungsträger Zielgruppe dieser Maßnahmen. Zusätzlich können private Grundstücksbesitzer, insbesondere solche deren Grundstücke in Gefahrengeländen liegen, von den Anpassungsmaßnahmen betroffen sein.

Tabelle 10 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich Flächenmanagement

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Sinnvolles Flächen- und Landnutzungsmanagement hinsichtlich einer klimaangepassten Raumnutzung	Verschiedene Klimarisiken	AT 2 / ST 6/ HH 1/ ST 2
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anpassung der Landnutzung für Zeitspannen der Trockenheit und des Niedrigwassers 	Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre	DE 12
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherung von Gebieten zum vorsorgenden Schutz von Wasserressourcen in Hinblick auf absehbare regionale Wasserknappheit in Trockenperioden 		SN 12
2	Reglementierung der räumlichen Nutzungen in Gebieten die stark von den Folgen des Klimawandels betroffen sind	Verschiedene Klimarisiken	DE 10/ SN 12/ ST 3/ SH 1/ BB 4/ HH 1
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umsiedlung gefährdeter Nutzungen 		DE 8
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Änderung bestehender Nutzungen 		DE 10/ SN 12/ ST 3
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untersagung von Genehmigungen oder auflagengebundene Genehmigungen (Baugenehmigung etc.) zur Nutzung betroffener Flächen 		DE 10

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
3	Sicherung und Rückgewinnung von Gebieten, die dem vorsorgenden Schutz zu Auswirkungen des Klimawandels dienen	Verschiedene Klimarisiken	HH 1
	<ul style="list-style-type: none"> Ausweisung von Hochwasserentstehungsgebieten, Überschwemmungsgebieten, Vorrang- und Vorbehaltsgebieten zum Hochwasserschutz, Flächen für den technischen Hochwasserschutz Retentionsgebieten 	Hochwasser, Starkniederschläge	AT 2/ DE 10/ DE 23/ SN 3/ SN 12/ TH 2/ ST 2/ ST 6/ ST 7/ MV 1/
	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Retentionskatastern 	Hochwasser, Starkniederschläge	TH 2
	<ul style="list-style-type: none"> Ausweisung von Wasservorratsgebieten, Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Wassergewinnung, Vorbehaltsgebiete für den Neubau von Überleitungen zum Wasseraustausch 	Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre	SN 3/ SN 12/ ST 7/
	<ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Wasserpotenzialkarten. 	Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre	SN 3
	<ul style="list-style-type: none"> Renaturierung von Oberflächengewässern zur Rückgewinnung natürlicher Überschwemmungsgebiete (Auen, Altarme, Flussbegradigungen) 	Hochwasser	DE 23/ ST 3/ ST 2/ MV 1
	<ul style="list-style-type: none"> Sicherung und Wiederherstellung der Puffer- und Retentionsfunktion der Landschaftselemente 	Hochwasser, Starkniederschläge	ST 6
	<ul style="list-style-type: none"> Erlass von Rechtsverordnungen, Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten in den Raumordnungsplänen und Entwicklung neuer rechtlicher Instrumente zur Freihaltung von vorsorgenden Flächen 	Verschiedene Klimarisiken	AT 2/ SN 3/ TH 2/ ST 7
	<ul style="list-style-type: none"> Landgewinnung und Schaffung von Marschland zum Schutz vor dem Meeresspiegelanstieg und Überflutungen 	Hochwasser, Starkniederschläge	DE 8
4	Förderung des Wasserrückhalts in der Fläche	Hochwasser, Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge	AT 2/ DE 23
	<ul style="list-style-type: none"> Angepasste Landnutzung zur Erhöhung der Infiltrationskapazität der Oberböden 	Hochwasser / Starkniederschläge	SN 12/ ST 2
	<ul style="list-style-type: none"> Entsiegelung von Flächen 	Hochwasser / Starkniederschläge	AT 2/ ST 2/ ST 3
	<ul style="list-style-type: none"> Freigabe von Versickerungsflächen 	Hochwasser / Starkniederschläge	DE 23 / MV 1
5	Sicherung eines ökologischen Verbundsystems zur Förderung temperaturbedingten Ausweich- und Wanderungsbewegungen von Tier- und Pflanzenarten. Anlage von Korridoren zur Förderung der Artenmigration	Steigende Temperaturen	SN 12 / EU 5 / DE 6

Stadt- und Regionalplanung

Die Maßnahmen zur Förderung einer klimasicheren Stadt- und Regionalplanung umfassen neben planerischen Ansätzen auch technische Ansätze zur Klimaanpassung. Die Förderung klimasicherer Infrastrukturanlagen, die Ausweisung von Flächen für ein gutes Stadtklima und die Umsetzung von Förderprogrammen stehen im Fokus dieser Ansätze. Öffentliche Behörden der lokalen und regionalen Ebene können ebenso wie private Akteure zur Umsetzung dieser Maßnahmen beitragen. Die Kompetenz zur Stadt- und Regionalplanung liegt bei den zuständigen Planungsbehörden, dennoch könne auf der lokalen Ebene auch private Bürger Einfluss auf die Stadt- und Regionalentwicklung nehmen. Bürgerbeteili-

gungsverfahren oder die bauliche Gestaltung des eigenen Grundstücks können die Stadt- und Regionalentwicklung beeinflussen.

Tabelle 11 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich Stadt- und Regionalplanung

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Förderung einer klimaangepassten Stadtentwicklung, sowohl in Form von klimasicheren Neubauten als auch klimagerechten Stadtbauten	Hochwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	EU 6/ AT 2/ SH 1
	▪ Ausweisung von Luftleitbahnen, Durchlüftungsschneisen, Frisch- und Kaltluftschneisen	Extreme Hitze	AT 2/ DE 3/ SN 12/ ST 6/ ST 7
	▪ Ausweisung von Grünflächen, Verdunstungsflächen und Grün-Blauer Infrastruktur. Verwendung humanbiometeorologischer Durchgrünung		AT 2/ DE 3/ SN 12 / ST 2 / ST 6
	▪ Förderung aufgelockerter Bauweisen		ST 6
	▪ Förderung baulicher Verschattungselemente		DE 3/ SH 1
	▪ Verwendung heller Farben im Siedlungsbereich		AT 2
2	Planung von klimasicheren Infrastrukturanlagen.	Hochwasser, Starkniederschläge, Extreme Hitze	EU 6/ ST 7
	▪ Planung von Anlagen des technischen Hochwasserschutzes	Hochwasser / Starkniederschläge	BB 4
	▪ Redimensionierung von Infrastrukturanlagen z.Bsp. Anpassung der Brückenhöhen		
3	Förderung der ortsnahen Versickerung von Regenwasser	Hochwasser / Starkniederschläge	DE 23/ MV 1
	▪ Verringerung der Versiegelung im Siedlungsbereich		ST 2/ MV 1
	▪ Priorisierung der Regenwasserversickerung vor der Ableitung in die Kanalisation beim Neubau von Siedlungsbereichen		TH 2
	▪ Ausbau von Regenrückhaltebecken		MV 1
	▪ Begrünung von Dächern		AT 2/
4	Erarbeitung von Hochwasserschutzkonzepten für Städte und Gemeinden mit hohem Schadenspotenzial	Hochwasser	TH 2
5	Fortführung von Siedlungsentwicklungen in hochwassergefährdeten Bereichen nur in dem Fall, dass ausreichende Schutzvorkehrungen vorhanden sind.	Hochwasser	SH 1
6	Umsetzung von Pilotprojekten (Anschauungsobjekte) zum klimagerechten Umbau von Siedlungen und Siedlungsstrukturen auf lokaler und regionaler Ebene	Hochwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	ST 6 / AT 2
7	Einführung von Förderprogrammen zur Förderung klimasicherer Neubauten und klimangepasster Sanierungen	Hochwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	AT 2 / ST 6 / TH 2
8	Übernahme der Moderationsfunktion zur Umsetzung regionalplanerischer Festlegungen mit den relevanten Akteuren der Region	Hochwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	SN 12
9	Abstimmung mit anderen Sektoren	Verschiedene Klimarisiken	ST 6

Bauliche Entwicklung

Die Maßnahmen zur Anpassung der baulichen Strukturen in Siedlungsbereichen umfassen vorrangig technische Ansätze. Die baulichen und planerischen Maßnahmen werden auf Grundstücksebene umgesetzt und bestimmen die konkrete Ausgestaltung der Gebäude. Die Verantwortung der Bauleitplanung liegt bei den öffentlichen Verwaltungsbehörden. Die öffentlichen Stellen geben Normen und Vorgaben zur baulichen Gestaltung ihres Hoheitsgebiets vor. Die Grundstücksbesitzer und Bauherren setzen hingegen ihre Vorstellungen im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben um. Insofern sind sowohl die öffentlichen als auch die privaten Akteure gefragt, diese Maßnahmen in ihrem Kompetenzbereichen umzusetzen.

Tabelle 12 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich bauliche Entwicklung

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Anpassung planerischer, baulicher und technischer Normen an die Folgen des Klimawandels	Verschiedene Klimarisiken	EU 5/ AT 2/ DE 6/ ST 6/ ST 7
	▪ Verwendung und Entwicklung angepasster Baumaterialien	Starkniederschläge, Extreme Hitze	ST 6
	▪ Verwendung angepasster Pflanzenmaterialien z. Bsp. sturm- und brandresistenterer Baumarten und trockenheitsresistente Stadtpflanzen in Siedlungsgebieten	Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	EU 5/ DE 6 / DE 3 / DE 4
	▪ Verwendung effektiver Wärmedämmungen und Gebäudeisolierungen	Extreme Hitze	AT 2/ TH2/ SH 1/ ST 6
	▪ Integration von Verschattungselementen		DE 23/ SH 1
	▪ Ausrichtung der Gebäudeöffnungen nach Norden und Osten		DE 3
	▪ Anordnung der Lüftungsöffnungen für eine gute Querlüftung		AT 2
	▪ Verwendung von Sonnenschutzgläsern		AT 2
	▪ Verwendung effektiver Lüftungsanlagen und Lüftungssysteme z.Bsp. Teilautomatisierte Nachtlüftung in Dienstleistungsgebäuden		AT 2/ TH 2/
	▪ Reduktion innerer Wärmelasten z. Bsp. Geräte mit sehr niedrigem Energieverbrauch		AT 2
	▪ Verwendung alternativer Kühltechnologien z. Bsp. Fernkälte, Solare Kühlung, Geothermische Kühltechnologien		AT 2/
	2 Öffentlichkeitsarbeit, Bewusstseinsbildung und Weiterbildungen der Bevölkerung zum Thema Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Bereich Bauen und Wohnen	Hochwasser, Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	AT 2

5.2.3 Tourismus

Während der Wintertourismus und der Städtetourismus insbesondere negativ durch die klimatischen Veränderungen betroffen sind, wirkt der Klimawandel auf den wassergebundenen Tourismus im Elbeeinzugsgebiet teilweise vorteilhaft. In den vorliegenden Studien werden viele Ansätze zur Anpassung des Tourismus an den Klimawandel formuliert. Die Maßnahmen bleiben dabei größtenteils sehr allgemein. Dies ist darauf zurück zu führen, dass jede Tourismusart und jede Tourismusregion sehr spezifischen Herausforderungen gegenübersteht. Daher gilt es die folgenden Anpassungsoptionen für die jeweiligen regionalen Rahmenbedingungen zu prüfen und dadurch effektive Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten.

Die Maßnahmen zur Anpassung des Tourismus an die veränderten klimatischen Bedingungen beruhen sowohl auf technischen, planerischen, kommunikativen als auch auf gesetzlichen Ansätzen. Je nach Tourismusart und je nach Tourismusregion können diese Maßnahmen in unterschiedlicher Art und Weise umgesetzt werden. Die Spanne der Akteure die in der Verantwortung zur Umsetzung der Maßnahmen stehen reicht von den Veranstaltern touristischer Events über öffentliche Kontrollbehörden bis hin zu den Touristen selber.

Tabelle 13 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Tourismus

Nr.	Beschreibung der Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Erarbeitung touristischer Leitbilder und Strategien zum klimaangepassten Tourismus. Die Produktentwicklung für den Sommer- und Wintertourismus sollte im Sinne eines nachhaltigen und umweltverträglichen Tourismus die Folgen des Klimawandels miteinbeziehen.	Verschiedene Klimarisiken	AT 2/ DE 3/ DE 10/ ST 6/ ST 7
2	Entwicklung von wetter- und saisonunabhängigen Erholungs- und Erlebnisangeboten. Indoor Aktivitäten wie Bildungstourismus, Kulturtourismus, Gesundheitstourismus (unabhängig vom Wetter) Outdoor Aktivitäten: Wandern, Radfahren, Wasserwandern (unabhängig vom Schneefall)	Starkniederschläge, Extreme Hitze	AT 2/ DE 3/ DE 8/ SN 12/ TH2/ ST 6/ HH 1
3	Entwicklung von zielgruppenorientierten Angeboten für eine ganzjährige Nutzung der touristischen Indoor und Outdoor Angebote. Einhergehend mit saisonverlängerenden Maßnahmen gilt es eine breitere terminliche Streuung bei den Ferienzeiten zu erzielen um die konzentrierten Tourismusströme zu entzerren.	Starkniederschläge, Extreme Hitze	DE 10/ TH2/ ST 6/ HH 1
4	Steigerung der regionalen Attraktivität unter Einbeziehung des absehbaren klimabedingten Landschaftswandels. Mögliche Maßnahmen: Imageanalyse, Betonung und Vermarktung regionaler Besonderheiten wie kulturelle, landschaftliche oder handwerkliche Besonderheiten.	Verschiedene Klimarisiken	AT 2/ DE 3/ DE 10/ SN 12
5	Entwicklung neuer Einnahmemöglichkeiten für Regionen die in starker Abhängigkeit zum Tourismus stehen. Insbesondere die Abhängigkeit vom schneegebundenen Tourismus sollte durch die Umstellung des Tourismusangebots von schneegebundenen Angeboten auf schneeunabhängige Angebote gesenkt werden.	Extreme Hitze	DE 8/ DE 10

Nr.	Beschreibung der Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
6	Abstimmung mit anderen Sektoren: z. Bsp. Erfordernis zur Sperrung bestimmter Waldgebiete für den Tourismus aufgrund hoher Waldbrandgefahr oder naturschutzfachlichen Aspekten, Abstimmung der touristischen Nutzung der Oberflächengewässer mit den wasserwirtschaftlichen Bewirtschaftungsstrategien insbesondere im Sommer.	Niedrigwasser / Wasserknappheit und Dürre / Extreme Hitze	ST 6
7	Zielorientierte Beeinflussung der Touristen. Klimatische Anpassungsstrategien sind den Reisenden durch geeignete Kommunikationsmaßnahmen zu vermitteln.	Verschiedene Klimarisiken	ST 6/ DE 3
8	Finanzielle Anreize zur Umsetzung von wassersparenden Technologien im Tourismussektor. Mögliche Anreize: Bezuschussung von Investitionen in wassersparende Technologien, Einführung von Belohnungssystemen für die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen.	Verschiedene Klimarisiken	AT 2/ DE 3
9	Versicherung gegen Schäden durch den Klimawandel und Bildung von Rücklagen für zukünftige Anpassungsmaßnahmen oder Schadensausgleichszahlungen.	Verschiedene Klimarisiken	DE 10
10	Erstellung eines Wasserpeichers ausschließlich für den Wasserbedarf des Tourismus Sektors.	Niedrigwasser / Wasserknappheit und Dürre	Eu11

5.2.4 Binnenschifffahrt

Die Elbe als Wasserstraße steht zukünftig der Herausforderung vermehrter sommerlicher Niedrigwasserperioden und höherer winterlicher Hochwasserereignisse gegenüber. Zur Anpassung an diese, durch die Folgen des Klimawandels verursachten, veränderten Rahmenbedingungen liefern die ausgewerteten Studien lediglich einzelne generelle Handlungsansätze.

Weiterführende Informationen zur Funktion der Elbe als Wasserstraße und potenzielle Anpassungsmaßnahmen bietet die vom Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt beauftragte Studie „Evaluierung bisheriger Studien zum Thema Schiffbarkeit der Elbe und Saale im Rahmen des EU INTERREG Projektes LABEL“. Die Studie wertete 69 verschiedene Studien und Forschungsprojekte unter anderem unter dem Aspekt „Auswirkungen des Klimawandels auf die Schifffahrtsverhältnisse“ aus. Die Mehrheit der ausgewerteten Studien geht von einer Verschlechterung der Schiffbarkeit der Elbe aus. Laut der Evaluierung lassen sich jedoch keine konkreten und eindeutigen Trends für die Veränderung der Schifffahrtsbedingungen erkennen, da die Aussagen der einzelnen Untersuchungen mit Unsicherheiten behaftet seien und den Zeitraum von nach 2050 betreffen.

Die Anpassungsmaßnahmen der Binnenschifffahrt an die veränderten klimatischen Entwicklungen umfassen vorrangig technische Maßnahmen. Diese sind darauf ausgerichtet die Binnenschifffahrt an die veränderten wasserwirtschaftlichen Bedingungen (Hochwasser, Niedrigwasser etc.) anzupassen. Die Akteure, die in der Verantwortung zu Umsetzung der Maßnahmen stehen sind unter anderem die Schiffsflottenbetreiber, die öffentlichen Verwaltungen der Schifffahrtsstraßen ebenso wie die Firmen die auf die den Schifffsweg als Transportweg nutzen.

Tabelle 14 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Binnenschifffahrt

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Anpassung der Schifffahrt-Infrastruktur (Wasserstraßen, Häfen, Lager, Flotte)	Hochwasser / Niedrigwasser	DE 23
2	Einführung von WasserstraßenInformationssystemen	Hochwasser / Niedrigwasser	DE 23
3	Einführung von integriertem Logistikmanagement	Hochwasser / Niedrigwasser	DE 23
4	Abstimmung mit anderen Sektoren	Hochwasser / Niedrigwasser	ST 6
5	Die Referenzzeiträume für die Planung von Unterhaltung und Ausbau der Wasserstraßen müssen überprüft und den neuen Herausforderungen angepasst werden	Hochwasser / Niedrigwasser	DE 7

5.2.5 Landwirtschaft

Zunehmende Trockenperioden und sinkende Wasserverfügbarkeit wirken sich negativ auf die Erträge der aktuellen Nutzpflanzen aus. Dennoch birgt der Klimawandel für die Landwirtschaft auch neue Chancen. Vor allem durch längere Wachstumsperiode aber auch durch die Weiterentwicklung der landwirtschaftlichen Methoden und gezielten Anpassungsmaßnahmen können viele Bereiche der Landwirtschaft von den veränderten klimatischen Bedingungen profitieren. Die ausgewerteten Studien liefern eine Reihe nützlicher Anpassungsmaßnahmen.

Die Maßnahmen zur Anpassung der Landwirtschaft an die Folgen des Klimawandels beruhen auf technischen, planerischen als auch auf kommunikativen und gesetzlichen Ansätzen. Es steht vorrangig die Anpassung der Anbaumethoden im Vordergrund. In der Verantwortung zur Umsetzung dieser Maßnahmen stehen primär die Landwirte. Ebenso können aber auch die Konsumenten durch ihr Kaufverhalten oder die öffentlichen Behörden durch Förderungen und Sanktionen auf die Landwirtschaft Einfluss nehmen.

Tabelle 15 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Landwirtschaft

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
1	Nutzung angepasster Anbaukulturen. Verwendung und Züchtung von Anbausorten mit folgenden Eigenschaften: trockenheitsolerant, sturmfest, brandresistent, frosthart, frühreif etc.	Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	EU 5 / DE 3 / DE 6 / SN 12 / ST 5 / ST 6/
2	Nutzung eines angepassten Anbausystems (vielfältige Fruchtfolge, Zweikultursystem, Mischanbau) an geeigneten Standorten.	Wasserknappheit & Dürre, Starkniederschläge, Extreme Hitze	TH 2 / BB 3/ SH 1/ BB 3
3	Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche durch eine angepasste Landbewirtschaftung.	Hochwasser, Starkniederschläge, Wasserknappheit und Dürre	TH 2/ DE 23/ BB 4/ ST 6/
	▪ Konservierende Bodenbearbeitung,		DE 12/ TH 2/ SN 12/ ST 6
	▪ Verdunstungsmindernde Bodenarbeiten		TH 2
	▪ Verwendung von Ernteresten als natürlicher Verdunstungsschutz		ST 6
	▪ Pfluglose Bewirtschaftungsverfahren		TH 2
	▪ Bewirtschaftungsverfahren mit geringem Bodendruck		TH 2
4	Abstimmung mit anderen Sektoren. z. Bsp. Abstimmung der Wasserwirtschaft mit der Landwirtschaft hinsichtlich erosionshemmender Bewirtschaftungsmethoden, Förderung des Wasserrückhalts in der Fläche durch passende Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft	Verschiedene Klimarisiken	ST 6 / AT 2 / DE 23
5	Ergänzende Erosionsschutzmaßnahmen z.Bsp. Hangrinnenbegrünungen und erosionsmindernde Bodenverarbeitungsverfahren	Hochwasser, Starkniederschläge	SN 12 / HH 1
6	Erarbeitung von Planungsgrundlagen zur Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Belange bei der Landes- und Regionalplanung. Priorisierung der landwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahmen und Ausweisung landwirtschaftlicher Vorbehalts- und Vorranggebiete	Verschiedene Klimarisiken	ST 7 / MV 1

Nr.	Anpassungsmaßnahmen	Adressierte Klimarisiken	Quelle
7	Anpassung der Düngung und des Pflanzenschutzes an neue Schaderreger	Verschiedene Klimarisiken	ST 6 / SN 12
8	Verbesserung der Wassernutzungseffizienz in der Landwirtschaft durch wassersparende Beregnungsanlagen und wassersparende Bewässerungsverfahren	Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre	ST 6 / EU 11 / DE 12 / SN 12 / MV 1 / SH 1
9	Rückbau von nicht mehr benötigten künstlichen Entwässerungssystemen	Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre	SN 12 / BB 4
10	Zusatzbewässerung in Trockenperioden	Niedrigwasser, Wasserknappheit & Dürre	TH 2
11	Bauliche Maßnahmen zur Förderung witterungsangepasster Anlagen.	Starkniederschläge, Extreme Hitze	SN 12 / TH 2
	▪ Aufrüstung von Stall- und Tierhaltungsanlagen		SM 12
	▪ Anlagen zum Pflanzenschutz		ST 6
	▪ Verkürzung erosiver Hanglagen		TH 2
12	Förderung klimageeigneter Landschaftsstrukturen z. Bsp. Windschutzstreifen	Verschiedene Klimarisiken	SN 12

5.3 Schlussfolgerungen aus dem Maßnahmenkatalog

Die gesammelten Anpassungsmaßnahmen zeigen die breite Spanne an Handlungsoptionen zur Anpassung an den Klimawandel. Die Mehrheit der Maßnahmen ist weder explizit auf das Elbeeinzugsgebiet hin ausgerichtet, noch auf ein spezifisches Problem oder Risiko zugeschnitten. Die Maßnahmen sind daher auch in ihrer Beschreibung sehr allgemein gehalten. Dies macht eine Konkretisierung auf die spezifischen lokalen Problemstellungen und Gegebenheiten notwendig. So sollten bspw. bei der Maßnahmenplanung vor Ort, räumlich höher aufgelöste und aktuelle Klimaprojektionen herangezogen werden.

Außerdem sind die Anpassungsmaßnahmen in den meisten Fällen nicht eindeutig einem Sektor bzw. Themenfeld zuzuordnen, daher auch nicht von einem Sektor allein umzusetzen. Wie bereits im Kapitel übergreifende Erfolgsfaktoren und Hemmnisse (Kapitel 5.1) erläutert, ist daher eine Ressort-, Sektor- und Ebenen übergreifende Zusammenarbeit notwendig, um eine effektive und nachhaltige Anpassung an den Klimawandel zu gewährleisten.

Ein Großteil der vorgeschlagenen Maßnahmen sind in den Handlungsfeldern Hochwasserschutz, Hochwasserrisikomanagement, Regionalplanung, Tourismus und anderen bereits bekannt und werden zum Teil vor einem anderen Hintergrund schon seit längerem angewendet. Dies sollte nicht als Abwertung der Anpassungsmaßnahmen verstanden werden sondern als Synergie zu bereits bestehenden Aufgaben. Denn wenn man diese Synergieeffekte nutzt und Anpassung an den Klimawandel konsequent mit thematisiert, wird eine zusätzliche Argumentation für die Umsetzung von einzelnen Maßnahmen geschaffen. Dadurch wird nicht nur eine höhere Akzeptanz für die Ziele der Klimaanpassung sondern auch für die anderen verfolgten Ziele (z.B. Ziele der Regionalentwicklung, des Hochwasserrisikomanagements) erreicht.

Daraus ergeben sich für das Projekt **LABEL** konkrete Anknüpfungspunkte; aus den geschilderten Anpassungsoptionen lassen sich im Sinne einer Sektor-, regions- und grenzübergreifenden Zusammenarbeit für die in LABEL bearbeiteten Schwerpunkte folgende Maßnahmen herausstellen:

- Entwicklung neuer und Überprüfung bestehender baulicher und technischer Normen sowie Leitbilder hinsichtlich einer klimaangepassten Raumnutzung (bzgl. aller Sektoren)
- Erstellen von Karten als Planungsgrundlage, die den Einfluss klimabedingter Gefahren und Risiken berücksichtigen
- Entwicklung eines integrierten, Sektor übergreifenden Raumnutzungs- und Ressourcenmanagements unter Berücksichtigung des Klimawandels (z.B. bzgl. Hochwasser, Brauch- und Grundwasser, Flächennutzung, Tourismusentwicklung, Landwirtschaft)

- Reglementierung von räumlichen Nutzungen in von Klimaänderung betroffenen Gebieten sowie Sicherung und Rückgewinnung von Gebieten, die dem vorsorgenden Schutz dienen (z.B. Ausweisung von Hochwasserentstehungsgebieten, Renaturierung von Oberflächengewässern und Auen)
- Planung von klimaangepasster bzw. klimasicherer Infrastruktur
- Erhöhung des Risiko- und Problembewusstseins in allen Sektoren (z.B. bzgl. Wasserverbrauch, baulicher Anpassung, landwirtschaftlichen Methoden)
- Entwicklung und Fortentwicklung von integrierten, Sektor übergreifenden Notfallplänen und Schutzkonzepten
- Versicherung gegen Schäden durch den Klimawandel und Bildung von Rücklagen für Anpassungsmaßnahmen

Betrachtet man gezielt die Anpassungsmaßnahmen an den **Klimawandel** für die sich Synergien oder zum Teil auch Überschneidungen mit Maßnahmen des **Hochwasserrisikomanagements** ergeben, sind folgende Maßnahmen besonders hervorzuheben:

- Abstimmung mit anderen Sektoren und Entwicklung eines integrierten Hochwasserrisikomanagements
- Erstellen und Aktualisierung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten
- Förderung des Wasserrückhalts und der Grundwasserneubildung in der Fläche
- Ausweisung und Vergrößerung bestehender Retentionsflächen
- Reglementierung von räumlichen Nutzungen in von Hochwasser / Klimaänderungen betroffenen Gebieten sowie Sicherung und Rückgewinnung von Gebieten, die dem vorsorgenden Schutz dienen (z.B. Ausweisung von Hochwasserentstehungsgebieten)
- Erhöhung des Risikobewusstseins
- Einführung und Überprüfung von Hochwasserinformations- und Warnsystemen

Abschließend lässt sich also festhalten, dass sich die Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel meist problemlos mit bestehenden Leitlinien und Zielen verknüpfen lassen und damit die Anpassung an den Klimawandel kein für sich allein stehendes Handlungsfeld ist, sondern eine Querschnittsaufgabe.

6 Schlussfolgerung / Zusammenfassung

Diese Studie wertet existierende Untersuchungen, Studien und Empfehlungen der einzelnen Länder im Einzugsgebiet der Elbe aus und stellt relevante Anpassungsstrategien und -maßnahmen für den Klimawandel mit einem Schwerpunkt auf Hochwasserschutz zusammen. Im Einzelnen werden in der Untersuchung

- die erwarteten Klimaänderungen und deren Folgen im Elbeeinzugsgebiet zusammengestellt,
- bestehende Anpassungsstrategien auf europäischer, staatlicher und regionaler Ebene ausgewertet sowie
- ein Maßnahmenkatalog mit für das Elbeeinzugsgebiet sinnvollen Anpassungsmaßnahmen erstellt und bewertet.

Die verwendeten Studien berufen sich hinsichtlich der **Projektion von Klimaänderungen** auf die Ergebnisse von verschiedenen Klimamodellen. Unabhängig von den einzelnen projizierten Werten werden folgende Entwicklungen deutlich:

- Temperaturzunahme in Sommer und Winter, auch hinsichtlich extremer Temperaturen, wie Hitzewellen
- Leichte Niederschlagszunahme im Winterhalbjahr und Abnahme der Niederschläge im Sommer; die Wasserbilanz entwickelt sich eher rückläufig
- häufigere Extreme: Zunahme von Starkniederschlägen und Trockenperioden

Damit ergeben sich für das Elbeeinzugsgebiet folgende Vulnerabilitäten gegenüber den Klimaänderungen:

- Höhere Temperaturen und Hitzewellen im Sommer gehen einher mit Wasserknappheit und häufigeren Niedrigwasserereignisse, dies hat neben Belastungen für Natur, Landwirtschaft und Schifffahrt auch erhöhte gesundheitliche Belastungen für die Bevölkerung zur Folge
- Höhere Niederschläge und wärmere Temperaturen führen zu steigenden Hochwasserrisiken; auch häufigere Starkregenereignisse werden im Sommer wie Winter erwartet; vor allem Wasserwirtschaft, Landwirtschaft und der Hochwasserschutz in Städten ist hiervon betroffen.
- Verringerte Grundwasserneubildung, Belastungen für die Wasserqualität

Die **Analyse der Anpassungsstrategien** zeigt, dass das Thema Klimaanpassung bei den verschiedenen Akteuren einen unterschiedlichen Status einnimmt. Klimaanpassung ist im Vergleich zum Klimaschutz ein neues Forschungs- und Politikfeld, das während der letzten Jahre deutlich an Dynamik gewonnen hat. Die inhaltliche Ausrichtung der Anpassungsstrategien zeigt viele Gemeinsamkeiten auf. Hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung zeigen sich für das Elbeeinzugsgebiet gemeinsame Schwerpunkte: in fast allen Strategien wird explizit die Wasserwirtschaft und die Landwirtschaft, sowie meist die Siedlungsentwicklung und der Tourismus untersucht.

Das Elbeeinzugsgebiet ist ein naturräumlich sehr unterschiedlicher Raum: mit Mittelgebirgen bis Flachlandregionen und Tidebeeinflussten Abschnitten, mit Agglomerationsräumen, ländlichen Räumen und sehr naturnahen Bereichen. Die zusammengestellten **Anpassungsmaßnahmen** sollten speziell mit diesen Problemen und den lokalen Gegebenheiten und Anforderungen abgestimmt werden. Dennoch ergeben sich einige übergreifende Maßnahmen, die für die interdisziplinäre und transnationale Zusammenarbeit im Projekt LABEL herausgestellt werden können.

- Anpassung baulicher und technischer Normen sowie Leitbilder für eine klimaangepasste Raumnutzung
- Gefahren- und Risikokarten unter Berücksichtigung von Klimafolgen als Planungsgrundlage
- Raumnutzungs- und Ressourcenmanagement unter Berücksichtigung des Klimawandels
- Reglementierung von räumlichen Nutzungen sowie Sicherung und Rückgewinnung von Vorsorgegebieten
- Klimaangepasste bzw. klimasichere Infrastruktur
- Erhöhung des Risiko- und Problembewusstseins
- Sektor-übergreifende Notfallpläne und Schutzkonzepte
- Versicherung gegen Schäden durch den Klimawandel und Bildung von Rücklagen für Anpassungsmaßnahmen

Bei der Betrachtung der Maßnahmenammlung wird folgende zentrale Schlussfolgerung deutlich: Ein Großteil der vorgeschlagenen Maßnahmen sind in den betrachteten Handlungsfeldern bereits bekannt und werden zum Teil vor einem anderen Hintergrund schon seit längerem angewendet. Dadurch lassen sich die Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel meist problemlos mit bestehenden Leitlinien und Zielen verknüpfen. Die Anpassung an den Klimawandel stellt also kein für sich allein stehendes Handlungsfeld dar, sondern eine Querschnittsaufgabe, die Sektor- und Regionenüberschreitende Zusammenarbeit nötig macht.

7 ANHANG

7.1 Literaturverzeichnis zusätzlicher Quellen

Im Folgenden werden die Quellen angeführt, die zusätzlich zu den vorliegenden Studien (siehe Kapitel 2.2.) verwendete wurden:

- Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2009): Anpassungsstrategien, aufgerufen unter: <http://www.klima-und-raum.org/anpassungsstrategien> 22.12.2011.
- Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle (2011): Einzugsgebiet, aufgerufen unter: http://www.fgg-elbe.de/tl_fgg_neu/fgg_elbe.html 22.12.2011.
- Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle (2010): Landwirtschaft, aufgerufen unter: <http://www.fgg-elbe.de/lernmaterial/cms/index.php/landwirtschaft.html> 22.10.2011.
- Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle (2010a): Tourismus im Elbeeinzugsgebiet, aufgerufen unter: <http://www.fgg-elbe.de/lernmaterial/cms/index.php/tourismus.html> 22.12.2011.
- Flussgebietsgemeinschaft Elbe Geschäftsstelle (2010b): Verkehr/Schifffahrt, aufgerufen unter: http://www.fgg-elbe.de/lernmaterial/cms/index.php/verkehr_schifffahrt.html 22.12.2011.
- Grafe et. al. (2010): Das INTERREG-IV-B-Projekt LABEL – Anpassung an das Hochwasserrisiko im LABEL-ELBE- Einzugsgebiet In: WasserWirtschaft, Heft 11 2010, S. 51 – 56.
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht (2010): Regionaler Klimaatlas Deutschland, aufgerufen unter: <http://www.regionaler-klimaatlas.de/> 22.12.2011.
- LUB Consulting GmbH & Uniconsult (o.J.): Evaluierung bisheriger Studien zum Thema Schifffbarkeit der Elbe und Saale im Rahmen des EU INTERREG Projektes LABEL Schlussbericht. Hamburg.
- Umweltbundesamt (2010): Klimalotse Leitfaden zur Anpassung an den Klimawandel, aufgerufen unter: http://www.klimalotse.anpassung.net/klimalotse/DE/02_Intensivdurchlauf/0_home/home_node.html 22.12.2011
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2011): Cancun Adaptation Framework, aufgerufen unter: http://unfccc.int/adaptation/cancun_adaptation_framework/items/5852.php 22.12.2011
- Unternehmensverband Hafen Hamburg e.V. (o.J.): Mittel- und Oberelbe, aufgerufen unter: <http://www.zukunftelbe.de/wirtschaftsraum/elbhaefen/oberelbe/index.php> 22.12.2011

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Klimaprojektionen für des Gebiets der Bundesrepublik Deutschland [vgl. Meinke et.al. 2010]	21
Tabelle 2 Klimaprojektionen für das gesamte Elbeeinzugsgebiet. Die angegebenen Werte sind die Zentralwerte aller Jahrs- und Jahreshalbwerte [vgl. Wechsung et al. 2005: 27f; Werner 2009]	22
Tabelle 3 Klimaprojektionen für den deutschen Teil des Elbeeinzugsgebiets. Die angegebenen Werte sind die Zentralwerte aller Jahres- und Jahreshalbwerte [vgl. Wechsung et. Al. 2005: 27f]	22
Tabelle 4: Anpassungsstrategie der Nationen und Regionen die im Elbeeinzugsgebiet beteiligt sind [Akademie für Raumforschung und Landesplanung 2009]	36
Tabelle 5 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Hochwasser.....	42
Tabelle 6 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Niedrigwasser und Wasserknappheit	44
Tabelle 7 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Gewässerqualität und Trinkwasser	47
Tabelle 8 Anpassungsmaßnahme für den Sektor Wasserwirtschaft, Bereich Talsperren- und Speicherbewirtschaftung.....	48
Tabelle 9 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich strategische Planung und Raumordnung	50
Tabelle 10 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich Flächenmanagement	51
Tabelle 11 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich Stadt- und Regionalplanung.....	53
Tabelle 12 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Siedlungsentwicklung, Bereich bauliche Entwicklung	54
Tabelle 13 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Tourismus	55
Tabelle 14 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Binnenschifffahrt.....	57
Tabelle 15 Anpassungsmaßnahmen für den Sektor Landwirtschaft.....	58

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Mögliche Änderung der Anzahl der heißen Tage im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]	17
Abbildung 2 Mögliche Änderung der Niederschlagssumme (hydrologisches Winterhalbjahr) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]	18
Abbildung 3 Mögliche Änderung der Niederschlagssumme (hydrologisches Sommerhalbjahr) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]	19
Abbildung 4 Mögliche Änderung der klimatischen Wasserbilanz (hydrologisches Winterhalbjahr) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]	20
Abbildung 5 Mögliche Änderung der klimatischen Wasserbilanz (hydrologisches Sommerhalbjahr) im Elbeeinzugsgebiet (Zeitraum: 2046-2055, Referenzzeitraum: 1951-2003, Regionales Klimamodell: STAR II, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Werner 2009]	20
Abbildung 6 Mögliche Entwicklung der Hochwasser für bestimmte Wiederkehrintervalle für die Elbe (Regionales Klimamodell: REMO, Globalmodell: ECHAM5, Szenario: A1B) [Kropp et. al. 2009: 85]	25
Abbildung 7 Mögliche Entwicklung des jahreszeitlichen Auftretens der Hochwasser bestimmter Höhe unter dem Klima des Modells REMO (A1B) für die Periode 1951 – 2000 (links), 2001 – 2050 ((mittig), 2051 – 2100 (rechts) [Kropp et. al. 2009: 87]	26