

Fach- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“



SACHSEN-ANHALT

Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel und dazu gehörender Aktionsplan

Teil I Strategie

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Einleitung	4
1.1. Ziel der Anpassungsstrategie	5
1.2. Die Anpassungsstrategie für Sachsen-Anhalt im Kontext zur Deutschen Anpassungsstrategie der Bundesregierung	7
1.3. Die Anpassungsstrategie für Sachsen-Anhalt im Kontext zu Nachhaltigkeitsdebatte und –prozess	7
2. Der Klimawandel und seine Folgen	8
2.1. Status Quo der globalen Klimaänderungen	8
2.2. Klimadiagnose Sachsen-Anhalt (1951 bis 2006)	11
2.3. Klimaprojektionen (1960 – 2100).....	14
2.4. Der Klimawandel und seine Folgen – Betroffenheit Sachsen-Anhalts.....	15
2.5. Die gesellschaftliche Komponente des Klimawandels	18
3. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels	19
3.1. Strategien auf EU- und Bundesebene.....	19
3.2. Anpassungsstrategie und Aktionsplan für Sachsen-Anhalt.....	19
3.3. Übergreifende Aspekte	20
3.3.1. Forschung	20
3.3.2. Klimafolgenmonitoring	21
3.3.3. Datenerhebung, regionale Klimaprojektionen	22
4. Besondere Sektoren.....	23
4.1. Menschliche Gesundheit.....	24
4.1.1. Handlungsfelder.....	24
4.1.2. Handlungsoptionen.....	24
4.1.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf	28
4.2. Wasser.....	29
4.2.1. Handlungsfelder.....	29
4.2.2. Handlungsoptionen.....	29
4.2.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf	32
4.3. Boden	34
4.3.1. Handlungsfelder.....	34
4.3.2. Handlungsoptionen	34
4.3.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf	36
4.4. Landwirtschaft und Gartenbau	38
4.4.1. Handlungsfelder.....	39
4.4.2. Handlungsoptionen.....	39
4.4.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf	42
4.5. Weinbau.....	43
4.5.1. Handlungsfelder.....	43
4.5.2. Handlungsoptionen	44
4.5.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	45
4.6. Forstwirtschaft	46
4.6.1. Handlungsfelder	46
4.6.2. Handlungsoptionen	46
4.6.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	48
4.7. Fischerei	49
4.7.1. Handlungsfelder	49
4.7.2. Handlungsoptionen	49
4.7.3. Forschungsbedarf.....	49
4.8. Naturschutz.....	50
4.8.1. Handlungsfelder	50

4.8.2.	Handlungsoptionen.....	51
4.8.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	52
4.9.	Regionale Wirtschaft	53
4.9.1.	Handlungsfelder.....	54
4.9.2.	Handlungsoptionen.....	54
4.9.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	54
4.10.	Tourismus.....	56
4.10.1.	Handlungsfelder.....	57
4.10.2.	Handlungsoptionen.....	57
4.10.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	58
4.11.	Energiewirtschaft	60
4.11.1.	Handlungsfelder.....	61
4.11.2.	Handlungsoptionen.....	61
4.11.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	62
4.12.	Landes- und Regionalplanung.....	64
4.12.1.	Handlungsfelder.....	64
4.12.2.	Handlungsoptionen.....	64
4.12.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	64
4.13.	Bauwesen, Gebäudetechnik	66
4.13.1.	Handlungsfelder.....	66
4.13.2.	Handlungsoptionen.....	66
4.13.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	67
4.14.	Verkehr	68
4.14.1.	Handlungsfelder.....	68
4.14.2.	Handlungsoptionen.....	68
4.14.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	69
4.15.	Katastrophenschutz.....	70
4.15.1.	Handlungsfelder.....	70
4.15.2.	Handlungsoptionen.....	70
4.15.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	71
4.16.	Ernährungsvorsorge.....	72
4.16.1.	Handlungsfelder.....	72
4.16.2.	Handlungsoptionen.....	72
4.16.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	72
5.	Besondere Themenbereiche.....	73
5.1.	Modellregionen.....	73
5.1.1.	Lössgebiete im Regenschatten des Harzes	73
5.1.2.	Fläming/Elbaue	73
5.1.3.	Altmark.....	73
5.1.4.	Harz	74
5.2.	Wechselwirkungen und Nutzungskonkurrenzen.....	74
6.	Strategien der Landkreise, Städte und Gemeinden Sachsen-Anhalts - kommunale Ebene	80
7.	Aktivitäten Einzelner - Eigenvorsorge und Anpassung	83
8.	Forschungsstrategie zum Klimawandel.....	84
9.	Motivations- und Bildungsstrategien	87
9.1.	Handlungsfelder.....	89
9.2.	Handlungsoptionen.....	89
9.3.	Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	90
10.	Beurteilung ökonomischer Anpassungsalternativen.....	91
11.	Zusammenfassung.....	93
	Glossar	95

1. Einleitung

Nach den Berichten des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) und den Ergebnissen der Vulnerabilitätsstudien des Potsdaminstituts für Klimafolgenforschung für Sachsen-Anhalt und das Umweltbundesamt stehen wir im Hinblick auf das Klima unserer Erde am Anfang einer Entwicklung, die noch bis zum Ende dieses Jahrhunderts unsere Lebensgrundlagen gravierend verändern wird.

Daran besteht nach Aussagen des IPCC heute wissenschaftlich kein Zweifel mehr.

Klimaschutz und Klimaänderung/Klimafolgenanpassung stehen immer stärker in der politischen Diskussion. Klimaschutz und Klimafolgenanpassung sind dabei unterschiedliche Aufgabenbereiche, die dennoch in engem Zusammenhang stehen. Bei der Klimafolgenanpassung geht es um die Entwicklung von Strategien zur Anpassung der Systeme an die bereits unvermeidlichen Klimaänderungen. Redet man vom Klimaschutz, dann geht es um Beiträge zur Verminderung der Klimagasemissionen. Hier gilt es, die Emissionen mit dem Ziel zu reduzieren, die Klimaveränderungen letztlich auf einem Niveau zu halten, das den ökologischen Systemen genug Zeit zur Anpassung lässt.

Das Land Sachsen-Anhalt verfolgt deshalb eine Doppelstrategie: den Klimaschutz und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

- Der Klimaschutz beinhaltet alle Maßnahmen und Anstrengungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen. Er ist jetzt dringend erforderlich, da die Verweildauer der Treibhausgasemissionen in der Atmosphäre und somit ihre Wirkungen langfristiger Natur sind, das heißt, die Erhöhung der Anstrengungen nicht nur des Landes muss jetzt erfolgen.
- Die Anpassung an den Klimawandel ist dagegen längerfristig angelegt. Sie beinhaltet die Vorbereitung auf die zu erwartenden Auswirkungen, die die Klimaveränderung unvermeidbar bringen wird. Dabei gilt es, Chancen zu nutzen und Risiken abzuwehren.

Dem Anliegen des Klimaschutzes trug die Landesregierung durch die Bildung einer interministeriellen Arbeitsgruppe „Klimaschutz“ zur Erarbeitung eines Klimaschutzprogramms (2008) Rechnung. In einem Bericht „Maßnahmen zur Treibhausgasemissionsminderung in Sachsen-Anhalt im Rahmen des neuen Klimaschutzprogramms 2020“ werden Maßnahmen identifiziert, mit denen die Klimaschadgasemissionen in Sachsen-Anhalt in verschiedenen Bereichen weiter reduziert werden können.

In Bezug auf die Anpassung an die Folgen des Klimawandels wurde mit der Entwicklung einer Strategie und eines damit verbundenen Aktionsplans begonnen. Dazu wurde im April 2007 auf Beschluss der Landesregierung Sachsen-Anhalts eine fach- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“ (AG) eingesetzt. In dieser AG arbeiten Fachleute aus den Ministerien für Landwirtschaft und Umwelt, für Wirtschaft und Arbeit, für Gesundheit und Soziales, für Landesentwicklung und Verkehr, dem Kultus- und dem Innenministerium, den betroffenen Behörden, aus Universitäten, Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen sowie vom Deutschen Wetterdienst zusammen. Die AG untersucht die Situation im Land und analysiert und wichtet den Handlungsbedarf. Eine ihrer wesentlichen Aufgaben ist es, die im Folgenden formulierte Strategie zur Anpassung des Landes an die Klimaveränderungen und den dazugehörigen Aktionsplan zu erarbeiten, fortzuschreiben und die Umsetzung der Maßnahmen zu begleiten.

Exkurs: Konkurrenzen

Fachleute aus den betroffenen Sektoren haben diese Anpassungsstrategie erarbeitet und den dazu gehörenden Aktionsplan entworfen. Entsprechend wurden auch die Bedürfnisse und Interessenlagen der Sektoren in Strategie und Aktionsplan eingebracht. Hierbei wurde deutlich, dass es in Einzelfällen zu Zielkonflikten kommt, z. B.

- kann der zusätzliche Wasserbedarf in der Landwirtschaft wasserwirtschaftliche, gewässerökologische und naturschutzfachliche Risiken mit sich bringen.
- kann landwirtschaftliche Nutzfläche verkleinert werden, wenn Gewässerrandstreifen verbreitert bzw. neuangelegt werden,
- kann sich die landwirtschaftliche Nutzfläche ebenfalls verkleinern, wenn der Hochwasserschutz neue Retentionsflächen anlegt. Aber auch naturschutzfachlich wertvolle Flächen können betroffen sein.
- werden beim Bau von Windenergieanlagen Flächen versiegelt und ergeben sich neue Bewirtschaftungshindernisse. Die Bodenverdichtungen in den dadurch neu entstehenden Vorgewenden beeinträchtigen die Bodenfruchtbarkeit, das Wasserspeichervermögen und können Ausgangspunkt von Erosion sein.

So weit wie möglich wurde versucht, diese Zielkonflikte auszuräumen. Das war allerdings aufgrund der Kernbedürfnisse der Sektoren nicht immer möglich. Deshalb wurde dieser Thematik „Konkurrenzen“ ein umfangreiches Kapitel (5.2) gewidmet.

Für die darin aufgezeigten Konkurrenzen gibt es keine allgemeinen und grundsätzlichen Lösungen, vielmehr erfordert es jeweils einer Klärung/Abstimmung im Einzelfall. Dabei müssen alle Eventualitäten und Komponenten betrachtet und gegeneinander abgewogen werden. Gegebenenfalls sind auch rechtliche Anpassungen auf EU- und Bundesebene erforderlich.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die dargestellten Konkurrenzen und deren Anzahl in den einzelnen Sektoren nicht auf das Konfliktpotenzial der einzelnen Sektoren hinweisen. Aufgrund der Tatsache, dass Konflikte zwischen zwei Bereichen jeweils im Block abgebildet werden und dann im konkurrierenden Bereich nicht wieder dargestellt werden, kann der Eindruck entstehen, dass in den Bereichen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft besonders viele Konfliktpotenziale liegen. Das ist allerdings maßgeblich durch die Struktur des Kapitels bedingt.

1.1. Ziel der Anpassungsstrategie

Die Themen Klimawandel und seine Folgen genießen hohe politische Priorität. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die nicht nur Regierungen und Verwaltungen, sondern alle gesellschaftlichen Akteure betrifft.

Von einer Veränderung des Klimas wird fast jeder Mensch betroffen sein, wenn auch in sehr unterschiedlicher Ausprägung. Deshalb hat es sich die Landesregierung von Sachsen-Anhalt zur Aufgabe gemacht, die Menschen in Sachsen-Anhalt auf die zu erwartenden Veränderungen vorzubereiten. Mit dieser Strategie wird aufgezeigt, welche Bereiche betroffen sein werden, welche Veränderungen zu erwarten sind, aber auch welche Möglichkeiten der Vorsorge und Anpassung bestehen und welche Fragen hierfür noch zu klären sind. Neben den verschiedenen Sektoren werden auch die Strategien und Aktivitäten der einzelnen Akteure dargestellt.

Die Arbeit an dieser Anpassungsstrategie ist ein fortlaufender Prozess, denn Wissenschaft und Forschung schreiten fort und liefern uns neue Erkenntnisse, die in diese Strategie einfließen und sie vielleicht modifizieren werden.

Zur Erweiterung des Kenntnisstandes und der Schaffung von regionalen Basisdaten hat das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt eine Studie zur Verletzlichkeit des Landes gegenüber den Folgen des Klimawandels, eine sogenannte Vulnerabilitätsstudie, in Auftrag gegeben. Deren Ergebnisse wurden Ende 2009 vorgelegt und in die Anpassungsstrategie eingearbeitet.

Diese Studie bringt für ausgewählte Sektoren erste Erkenntnisse zu der Frage, an welchen Stellen Sachsen-Anhalt empfindlich gegenüber den Folgen ist und welche Handlungsoptionen zur Anpassung bestehen. Auf der Grundlage jeweils aktueller Daten müssen die Erkenntnisse ständig präzisiert werden. Das Land strebt an, hierfür Strukturen zu schaffen, die das notwendige Zusammenwirken von Behörden, Forschungseinrichtungen und Sachverständigen fördert.

Weiterhin wird es darum gehen, auf wissenschaftlicher Basis Methoden, Verfahren, Maßnahmen und Handlungsstrukturen zu entwickeln, die Vulnerabilität zu minimieren und neue Optionen zu eröffnen.

Grundsätzliche Anmerkungen:

Die überwiegende Zahl der Wissenschaftler sieht die Veränderung des Klimas als Tatsache. Wie in der Wissenschaft normal und üblich, gibt es aber unterschiedliche Interpretationen.

Die vorhandenen regionalen Klimaprojektionen, von denen einige in der Vulnerabilitätsstudie ausgewertet wurden, sind die Richtschnur für unser Handeln. Die bisher vorliegenden Untersuchungen und Berichte für Sachsen-Anhalt sprechen von steigenden Temperaturen, häufigeren und stärkeren Niederschlägen im Winter und weniger Niederschlägen im Sommer. Auch die Wahrscheinlichkeit von häufigeren und längeren Hitzeperioden soll deutlich zunehmen.

Die Betroffenheit der Regionen differiert in den unterschiedlichen Teilen der Welt erheblich. Die EU-Kommission hat in einer Mitteilung vom 14.03.2008 (Climate Change and International Security) ausführlich auf die Gefahren für die Stabilität in Europa hingewiesen. Danach werden besonders die Menschen von den Folgen des Klimawandels betroffen sein, die ohnehin schon unter prekären humanitären und sozialen Bedingungen leiden. Durch den Rückgang der ackerbaulich nutzbaren Flächen, zunehmende Wasserknappheit, längere Trockenperioden und abnehmende Nahrungsmittelverfügbarkeit bei steigenden Lebensmittelpreisen werden diese Effekte voraussichtlich noch verstärkt. Die Folge könnte eine umweltbedingte Migration sein. Außerdem dürften sich die Konflikte in den Staaten verstärken, die das Ziel dieser Migration sind. Die EU müsse jedenfalls mit einem deutlich erhöhten Migrationsdruck rechnen, so die EU-Kommission.

Die vorhandenen Modelle und Szenarien haben in ihren Aussagen Unsicherheiten. Zum Einen müssen Klimamodelle hochkomplexe Prozesse beschreiben und eine Vielzahl von Einflüssen und Vorgängen berücksichtigen, die nicht alle vollständig geklärt sind. Zum Anderen müssen Aussagen über das Klima im Jahr 2100 schwer vorhersehbare globale gesellschaftliche Entwicklungen berücksichtigen, für die man nur Annahmen treffen kann.

Die Frage, ob unvollständige Erkenntnisse bereits eine Grundlage für konkretes Handeln sein können, wird in der Fachwelt lebhaft diskutiert. In manchen Fällen sind vor der konkreten Anpassung noch weitere Erhebungen notwendig, in vielen anderen Fällen ist es aber erforderlich, schon heute zu handeln. Die hier angewandten regionalen Klimamodelle einschließlich der Vulnerabilitätsstudie werden nicht als ausreichend angesehen, um eine belastbare substanzielle Annahme zum konkreten Abflussverhalten der Elbe daraus ableiten zu können.

Trotz der Unsicherheiten und unvollständigen Erkenntnisse über die Klimaentwicklung kommt es bei einer Anpassungsstrategie darauf an, die Chancen zu erkennen und die Risiken richtig einzuschätzen um entsprechend vorsorgen zu können. Es geht um eine intelligente Anpassung mit flexiblen Handlungsoptionen.

Die Notwendigkeit des Handelns steht außer Frage!

1.2. Die Anpassungsstrategie für Sachsen-Anhalt im Kontext zur Deutschen Anpassungsstrategie der Bundesregierung

Am 17.12.2008 hat die Bundesregierung die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS) beschlossen. In dieser Anpassungsstrategie werden in 15 wesentlichen Bereichen notwendige Handlungsoptionen beschrieben. Sie sollen eine Orientierung und eine Grundlage für den Dialog mit allen betroffenen gesellschaftlichen Akteuren und den Bundesländern sein. In diesem Dialog werden dann die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen konkretisiert, so dass bis zum Frühjahr 2011 ein „Aktionsplan Anpassung“ für Deutschland erarbeitet werden kann.

Mit der DAS unternimmt die Bundesregierung einen ersten Schritt, der Verpflichtung aus Artikel 4 der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen zu entsprechen. Darin ist festgelegt, dass die Vertragsstaaten nationale und gegebenenfalls regionale Programme erarbeiten, umsetzen und regelmäßig aktualisieren, die eine angemessene Anpassung an die Klimaänderungen erleichtern.

Aufgrund des föderalen Systems in Deutschland bleiben die Länderzuständigkeiten bestehen. Die Länder sind gefordert, eigene länderspezifische Anpassungsstrategien zu erarbeiten, die die kleinräumigen Besonderheiten der regionalen Klimaprojektionen berücksichtigen, und daraus folgend Aktionspläne zu entwickeln.

1.3. Die Anpassungsstrategie für Sachsen-Anhalt im Kontext zu Nachhaltigkeitsdebatte und –prozess

Gegenstand und Ziel der Politik und diverser Initiativen für eine nachhaltige Entwicklung ist die Sicherung einer zukunftsfähigen, d. h. wirtschaftlich leistungsfähigen, sozial gerechten und ökologisch tragfähigen Entwicklung. Die Umwelt ist dabei ein limitierender Faktor. Es geht darum, dass die Menschen in einigen Teilen der Welt nicht auf Kosten der Menschen in anderen Teilen dieser Erde und nicht auf Kosten künftiger Generationen leben. Natürliche Ressourcen müssen deshalb nachhaltig genutzt und geschützt werden.

Angesichts der wachsenden Erkenntnisse über den Klimawandel und dessen Folgen sind die Themen Klimaschutz und Klimawandel Schwerpunktthemen im Nachhaltigkeitsprozess, auf internationaler und nationaler Ebene sowie in Sachsen-Anhalt.

Klimaschutz und Klimawandel sind im Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte kaum voneinander zu trennen. In dem Zusammenhang gewinnt der Klimawandel mit seinen Ursachen, Folgen oder Auswirkungen, den Erfordernissen und Möglichkeiten zur Minderung des vom Menschen verursachten Anteils am Klimawandel sowie den Reaktions- und Anpassungserfordernissen und -möglichkeiten zunehmend an Bedeutung.

Die Nachhaltigkeitspolitik der Landesregierung basiert auf der Feststellung, dass Sachsen-Anhalt eine Nachhaltigkeitspolitik in allen Politikbereichen braucht. Die Aktivitäten für eine nachhaltige Entwicklung sind Chance und Grundlage für eine selbsttragende zukunftsfähige Entwicklung in den Kommunen und Regionen. Sie dienen der Bestimmung von Entwicklungszielen, der Lösung von Problemen und dem Kreieren von Maßnahmen in den Bereichen Wirtschaft, Soziales und Umwelt.

Die Strategie für die Anpassung an den Klimawandel gehört daher in diesen Kontext.

Die Sicherung einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Entwicklung erfordert das Engagement aller, Wissens- und Informationsaustausch bzw. -vermittlung, Abstimmung, Zusammenarbeit zwischen den Akteuren in den Kommunen und Regionen, den verschiedenen

gesellschaftlichen Bereichen, themen- und sektorübergreifend und an die breite Öffentlichkeit gerichtet.

Dazu gehört auch eine regelmäßige Reflektion des Nachhaltigkeitsprozesses, die Analyse der Problemstellungen, Handlungserfordernisse und –möglichkeiten und der damit im Zusammenhang stehenden Themen und Aufgaben sowie die Prüfung neuer oder veränderter Probleme, Herausforderungen, Themen, Schwerpunkte oder Ausrichtungen.

2. Der Klimawandel und seine Folgen

2.1. Status Quo der globalen Klimaänderungen

Beobachtungen und Messungen lassen keinen Zweifel daran, dass das Klima sich ändert: Die globale Erwärmung und der Meeresspiegelanstieg haben sich beschleunigt, ebenso das Abschmelzen der Gletscher und Eisflächen an den Polkappen. Insgesamt stiegen die globalen Temperaturen seit dem Jahr 1880 um rund 0,8°C. Jedes Jahr von 2001 bis 2008 zählt zu den zehn wärmsten Jahren seit Beginn der Beobachtungen (Copenhagen Diagnosis).

Das Jahr 2009 war auf der Südhalbkugel das wärmste Jahr seit 1880, global gesehen das zweitwärmste. Und dies, obwohl der Winter in einigen Regionen extrem kalt war. Nach Ansicht der Wissenschaftler zeigt dies, dass der Erwärmungstrend weiter anhält – trotz manchmal scheinbar widersprechender Wetterereignisse. Das zeigen neue Analysen des Goddard Institute for Space Studies (GISS) der NASA.

Wesentliche Schlussfolgerungen des 4. Sachstandsberichtes des IPCC aus dem Jahr 2007 sind:

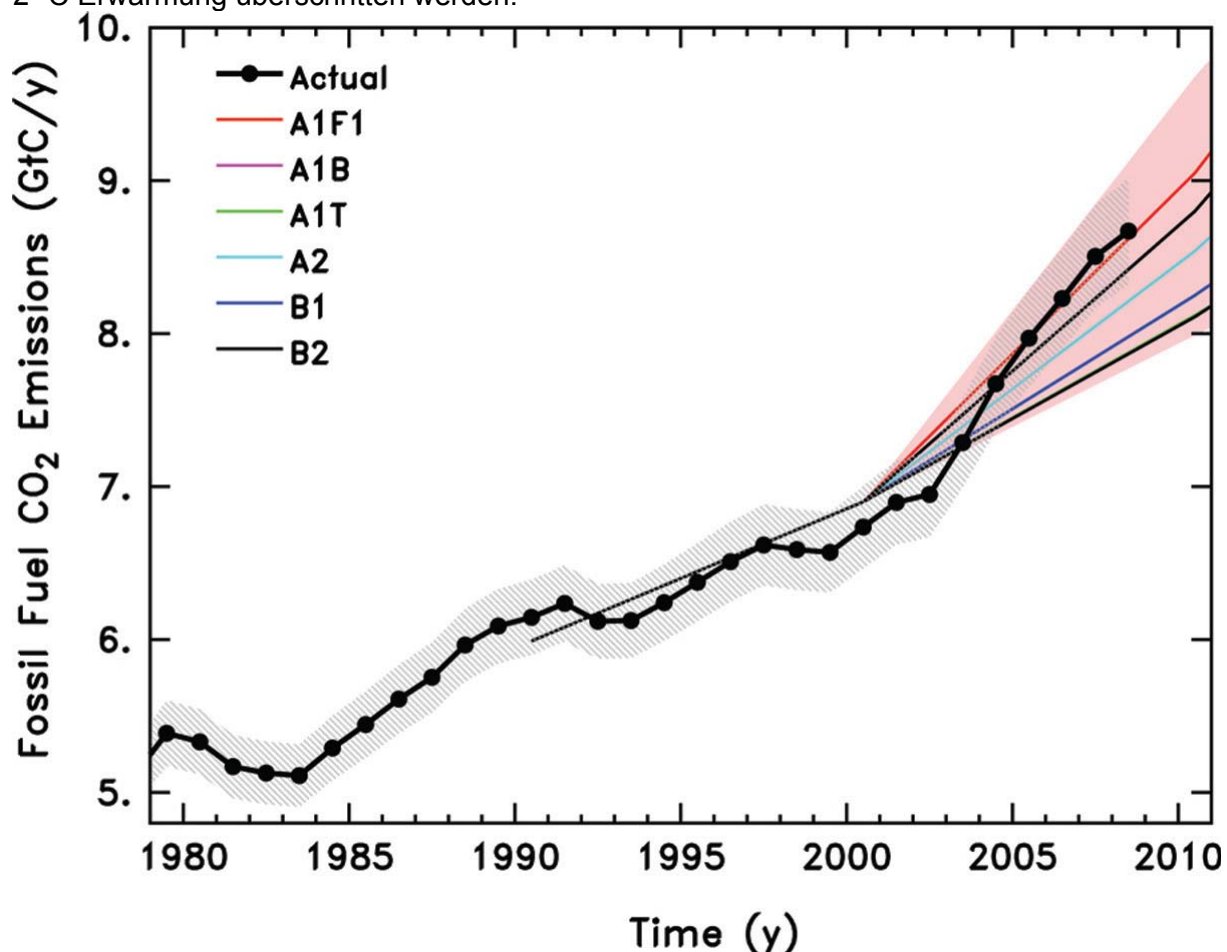
- Es gilt als „gesicherte Erkenntnis“, dass seit 1750 im weltweiten Durchschnitt menschliches Handeln das Klima erwärmt hat – vorrangig durch den fossilen Brennstoffverbrauch, die Landwirtschaft und eine geänderte Landnutzung. Das heutige Niveau der Treibhausgase (THG) liegt deutlich höher als das natürliche Niveau in den letzten 650.000 Jahren.
- Regionale Klimamuster ändern sich: Viele langfristige Veränderungen wurden beobachtet, etwa bei Temperatur und Eismassen in der Arktis, Niederschlägen, Winden und Salzgehalt im Ozean.
- Extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Dürren, heftige Niederschläge sind häufiger geworden, und die Intensität tropischer Stürme hat sich erhöht.
- Werden die Treibhausgaskonzentrationen auf dem heutigen Stand gehalten, ist eine Temperaturzunahme von 0,1 °C pro Dekade für die nächsten 20 Jahre sehr wahrscheinlich. Werden Treibhausgase weiter im aktuellen Ausmaß oder in noch höheren Mengen freigesetzt, wird eine weitere Erderwärmung verursacht. Es würden dann im Verlauf des 21. Jahrhunderts Änderungen im globalen Klimasystem eintreten, die sehr wahrscheinlich die im 20. Jahrhundert übertreffen.
- Selbst wenn die Treibhausgas-Konzentrationen bis 2100 stabilisiert werden sollten: Das Klima wird sich über das 21. Jahrhundert hinaus ändern, und insbesondere der Meeresspiegel wird weiter steigen.

Im Vorfeld der UN-Klimakonferenz von Kopenhagen im Dezember 2009 wurden mit der Copenhagen Diagnosis des Climate Change Research Centre der University of New South Wales (UNSW; CCRC) die aktuellen Erkenntnisse der Klimaforschung zusammengefasst.

Die wichtigsten neuen Ergebnisse der Klimaforschung sind:

Treibhausgas-Emissionen nehmen zu:

Im Jahr 2008 wurden rund 40 Prozent mehr Kohlendioxid aus fossilen Quellen freigesetzt als im Jahr 1990. Selbst wenn die Emissionen ab jetzt stabil blieben, würde schon innerhalb von 20 Jahren so viel CO₂ ausgestoßen, dass dadurch die globale Erwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von 25 Prozent 2 °C überschreiten würde – selbst bei Nullemissionen ab 2030. Mit jedem Jahr, in dem nichts unternommen wird, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass 2 °C Erwärmung überschritten werden.



Beobachtete globale CO₂-Emissionen im Vergleich zu den IPCC-Emissionsszenarien

(Quelle: The Copenhagen Diagnosis; UNSW CCRC Sydney NSW 2052; 11/2009)

Aktuelle globale Temperaturen zeigen die von menschlichen Aktivitäten verursachte Erwärmung:

Während der vergangenen 25 Jahre sind die Temperaturen im Mittel um 0,19 Grad pro Jahrzehnt angestiegen. Das stimmt sehr gut mit den Vorhersagen aufgrund der wachsenden Treibhausgas-Konzentration in der Atmosphäre überein. Selbst im letzten Jahrzehnt hat sich der Erwärmungstrend fortgesetzt, obwohl die Sonneneinstrahlung abgenommen hat. Natürliche, kurzzeitige Schwankungen treten wie immer weiterhin auf, am darunter liegenden Erwärmungstrend sind jedoch keine signifikanten Veränderungen zu beobachten.

Eisschilde und Gebirgsgletscher schmelzen beschleunigt ab:

Satelliten- und direkte Messungen belegen eindeutig, dass sowohl der Grönländische als auch der Antarktische Eisschild immer rascher an Masse verlieren. Seit 1990 hat sich auch das Abschmelzen von Gletschern in anderen Regionen der Welt beschleunigt.

Rapider Schwund des arktischen Meereises:

Das arktische Meereis schwindet sommers deutlich schneller als nach den Projektionen von Klimamodellen zu erwarten war. Die Eisausdehnung in den Sommern der Jahre 2007 bis

2009 war jeweils rund 40 Prozent kleiner als der Mittelwert der Simulationsrechnungen für den vierten Sachstandsbericht des Weltklimarats IPCC von 2007.

Derzeitiger Anstieg des Meeresspiegels unterschätzt:

Satellitenmessungen belegen, dass der Meeresspiegel in den letzten 15 Jahren um 3,4 Millimeter pro Jahr gestiegen ist, das ist rund 80 Prozent rascher als in früheren IPCC-Projektionen. Diese Beschleunigung des Anstiegs ist konsistent mit einer Verdoppelung des Beitrags schmelzender Gebirgsgletscher sowie des Grönländischen und des Westantarktischen Eisschildes.

Überarbeitete Projektionen des Meeresspiegelanstiegs:

Bis zum Jahr 2100 wird der Meeresspiegel wahrscheinlich mindestens doppelt so stark steigen wie von der Arbeitsgruppe 1 des 4. IPCC-Berichts projiziert; bei unverminderten Treibhausgas-Emissionen könnte er um mehr als einen Meter steigen. Die Obergrenze wurde als ca. zwei Meter bis 2100 abgeschätzt. Der Anstieg wird sich noch Jahrhunderte lang fortsetzen, nachdem die globalen Temperaturen stabilisiert wurden, und es muss mit einem weiteren Anstieg um mehrere Meter in den kommenden Jahrhunderten gerechnet werden.

Handlungsverzug riskiert irreversible Schäden:

Ungebremst fortschreitende Erwärmung könnte noch in diesem Jahrhundert abrupte oder irreversible Veränderungen mehrerer empfindlicher Elemente des Klimasystems anstoßen (z. B. der kontinentalen Eisschilde, des Regenwaldes im Amazonasgebiet, des westafrikanischen Monsuns und anderen). Das Risiko, kritische Schwellenwerte („Kippunkte“) zu überschreiten, wird bei ungebremstem Klimawandel im Verlauf dieses Jahrhunderts stark ansteigen. Auf größere wissenschaftliche Gewissheit zu warten, könnte zur Folge haben, dass solche kritischen Punkte überschritten werden, bevor man sie als solche erkannt hat.

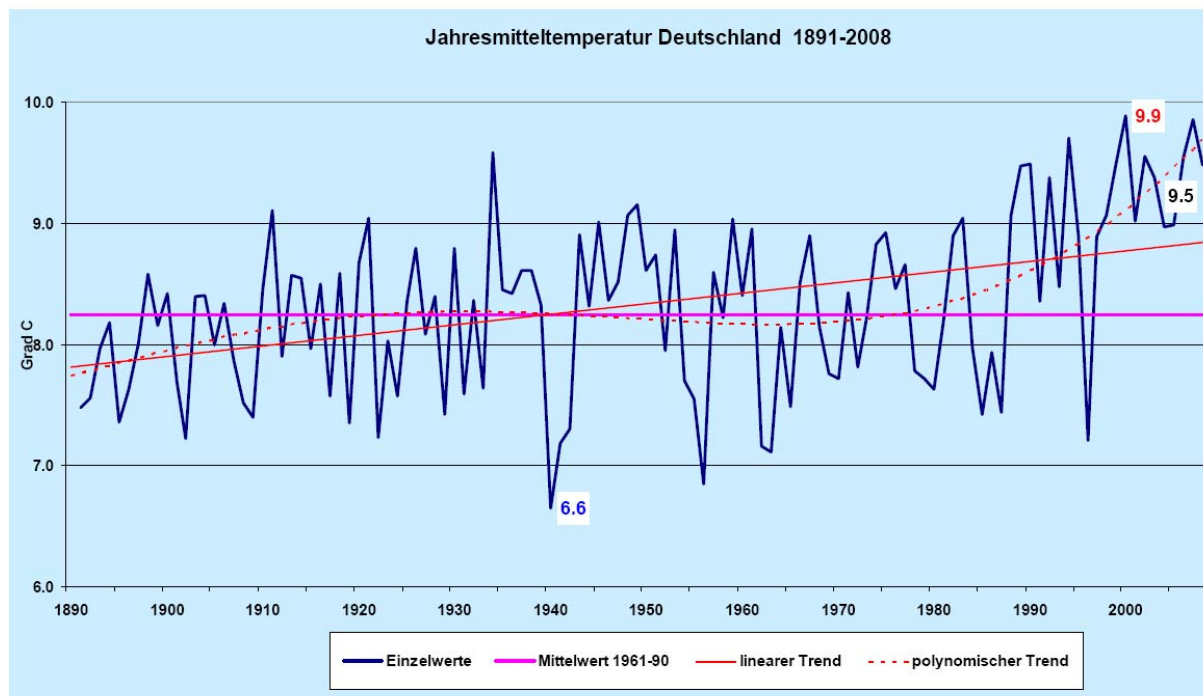
Der Wendepunkt muss bald erreicht werden:

Wenn die globale Erwärmung auf 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten begrenzt werden soll, müssen die globalen Emissionen zwischen 2015 und 2020 ihren Gipfel erreicht haben und anschließend rasch abnehmen. Um das Klima zu stabilisieren, muss die Dekarbonisierung der Gesellschaft – d. h. die Verringerung des Ausstoßes von Kohlendioxid und anderen langlebigen Treibhausgasen auf fast Null – deutlich vor Ende des Jahrhunderts erreicht werden. Die durchschnittlichen jährlichen Pro-Kopf-Emissionen müssen bis zum Jahr 2050 auf weit unter eine Tonne CO₂ reduziert werden. Dieser Wert liegt 80 bis 95 Prozent unter den Pro-Kopf-Emissionen der Industriestaaten im Jahr 2000.

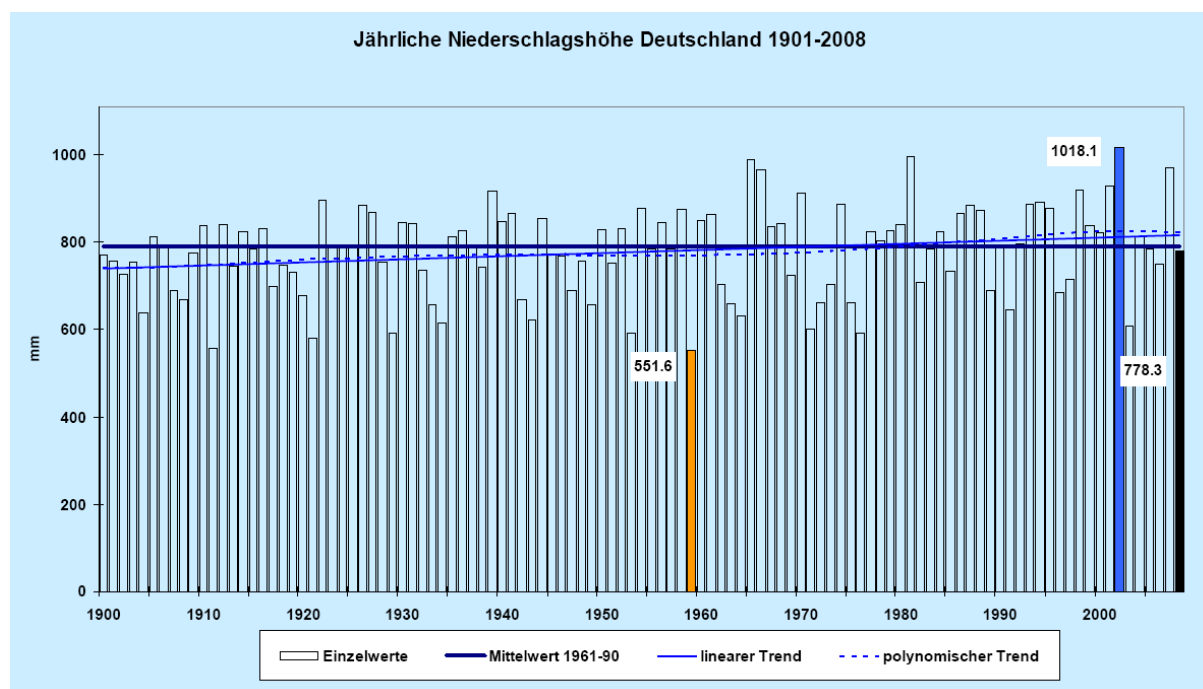
2.2. Klimadiagnose Sachsen-Anhalt

Insgesamt gehört das Gebiet von Deutschland zum warm-gemäßigten Regenklima der mittleren Breiten. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt zwischen Sylt und der Zugspitze bei 8,2°C. Die Sonne scheint durchschnittlich 1 528 Stunden im Jahr.

Mit überwiegend westlichen Winden werden ganzjährig feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt, die zu 789 l/m² Niederschlägen im Jahr führen. Der ozeanische Einfluss sorgt in der Regel für milde Winter und nicht zu heiße Sommer.



Trend 1,0 Grad



Langjährige Klimaauswertungen des Deutschen Wetterdienstes für Sachsen-Anhalt ergeben für den Zeitraum 1901 bis 2008 folgende Ergebnisse:

Sachsen-Anhalt

Jahresdurchschnittstemperatur 2008

8,7 °C

Veränderung der Durchschnittstemperatur seit 1901

+0,9 °C

Durchschnittlicher jährlicher Niederschlag 2008

547 l/m²

Mittlere jährliche Sonnenscheindauer 2008

1 522 Stunden

Insgesamt ist es sehr trocken, vor allem im Lee des Harzes, so dass die klimatische Wasserbilanz teilweise negativ wird, das heißt mehr potentielle Verdunstung als Niederschlag stattfindet. Nur in den Höhenlagen des Harzes findet man sehr große

Niederschlagsmengen bei recht niedrigen Temperaturen. So ist es auf dem Brocken im Mittel kälter als auf dem über 300 Meter höheren Feldberg im Schwarzwald. Sachsen-Anhalt ist mit diesen niedrigen mittleren Jahresniederschlägen die trockenste Region in Deutschland.

Temperaturtrend 1901 – 2008 in °C

Land	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Sachsen-Anhalt	+ 0,7	+ 1,0	+ 1,1	+ 0,9	+ 0,9
Sachsen	+ 0,7	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,7	+ 0,9
Thüringen	+ 0,9	+1,3	+ 1,2	+ 0,9	+ 1,0
Deutschland	+ 0,8	+1,1	+ 1,1	+ 0,9	+ 1,0

Niederschlagstrend 1901 – 2008 in %

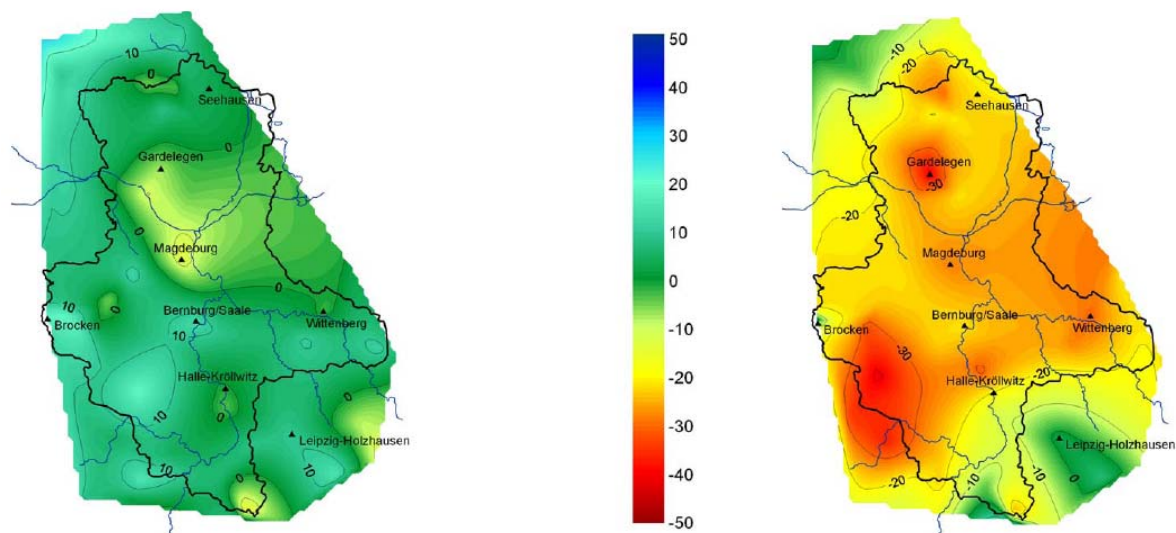
Land	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Sachsen-Anhalt	+ 12,7	- 4,8	-3,7	+ 16,1	+ 4,1
Sachsen	+ 0,4	- 14,1	-4,8	+ 7,7	- 4,7
Thüringen	+ 14,7	- 3	+ 8,1	+ 17,2	+ 5,7
Deutschland	+ 14,6	-1, 4	+ 10,7	+ 20,5	+ 9,7

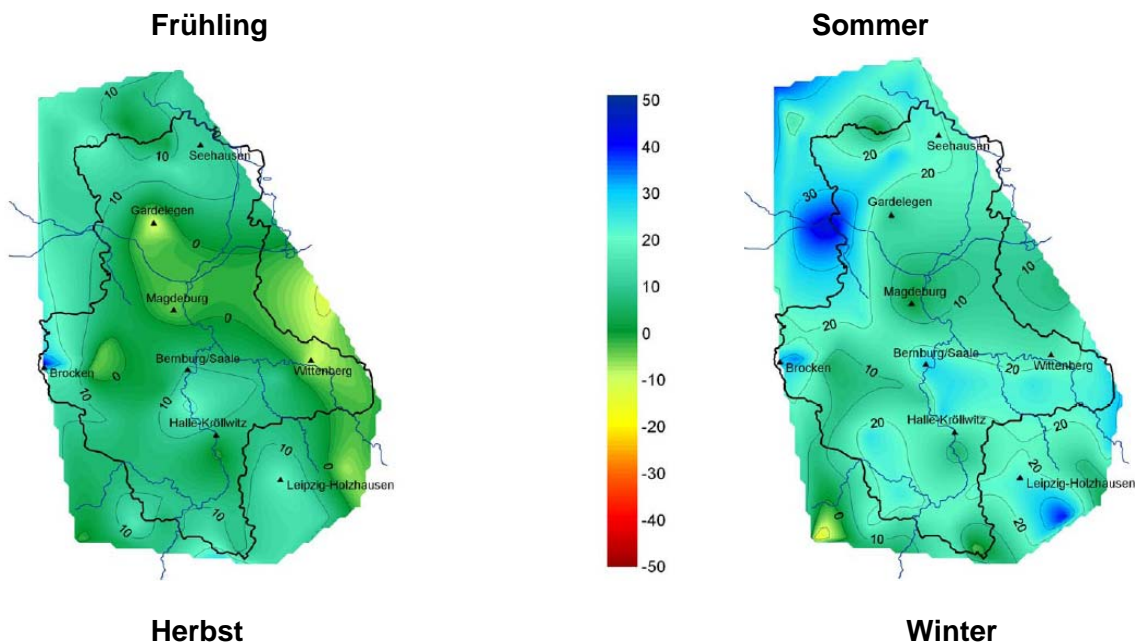
(Quelle: Deutscher Wetterdienst;

Zahlen und Fakten zur DWD-Pressekonferenz am 28. April 2009 in Berlin: Klimawandel im Detail – Zahlen und Fakten zum Klima in Deutschland)

Detailanalysen zu den in Sachsen-Anhalt gemessenen Temperatur- und Niederschlagsdaten, die in der Klimadatenbank REKLI Sachsen-Anhalt erfasst sind, zeigen für den Zeitraum der Jahre 1951 bis 2006 folgende Tendenzen:

- Im Frühjahr, Herbst und Winter ist eine generelle Niederschlagszunahme festzustellen.
- Im Herbst und Winter ist die Niederschlagszunahme mit 30 % in den Mittelgebirgslagen des Harzes am deutlichsten.
- Die Niederschlagsabnahme zwischen 20 % bis 30 % im Sommer bezieht sich insbesondere auf die Altmark, die Magdeburger Börde und das mitteldeutsche Trockengebiet.
- In Sachsen-Anhalt nimmt die Temperatur in allen Jahreszeiten, insbesondere im Winter (bis 1,8 °C) und Frühjahr (bis 1,9 °C) zu. Eine Ausnahme bildet der Herbst mit einer Temperaturabnahme in den Mittelgebirgen (Harz: -0,1 °C).





Relativer Trend [%] des Niederschlags in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 1951 - 2006

Aus einem Vergleich der Jahresniederschläge lässt sich schlussfolgernd sagen, dass in Regionen mit geringen Jahresniederschlägen (Mitteldeutsches Trockengebiet, Magdeburger Börde, Altmark) mit zunehmender Trockenheit zu rechnen ist, während in den Mittelgebirgslagen (Harz) bei relativ hohen Jahresniederschlägen eine Niederschlagszunahme zu erwarten ist. Die Ergebnisse der regionalen Klimadiagnose können als deutliche Indikatoren für einen bereits stattfindenden Klimawandel bewertet werden.

Einzelheiten der Klimadiagnose wurden in einem Sonderheft des LAU und im Internet unter www.lau-st.de veröffentlicht. Die Klimadaten sind in der Klimadatenbank REKLI Sachsen-Anhalt erfasst und können durch das LAU für Projekte über eine Nutzungsvereinbarung kostenfrei zur Verfügung gestellt werden.

2.3. Klimaprojektionen (1960 – 2100)

Zur Bewertung künftiger möglicher Klimaentwicklungen werden Klimamodelle benutzt. Die Ergebnisse der Modelle stellen mögliche Entwicklungskorridore des künftigen Klimas dar und werden Klimaprojektionen oder -szenarien genannt. Sie sind nicht als exakte Vorhersagen oder gar als Wetterprognosen zu verstehen.

Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Klimagasemissionen unter Berücksichtigung möglicher künftiger demographischer, gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und technischer Entwicklungspfade bilden die Grundlage der Klimamodelle. Es gibt globale Klimamodelle, die das Klima der gesamten Erdoberfläche simulieren und regionale Klimamodelle, die Berechnungen für bestimmte Gebiete liefern. Globale Klimamodelle können gegenwärtig Daten in einer horizontalen Auflösung von etwa 200 x 200 km zur Verfügung stellen. Da diese, für globale Modelle bereits sehr hohe Auflösung, für viele Zwecke jedoch nicht ausreicht, wurden Regionalisierungsverfahren entwickelt. Dabei kommen statistische und dynamische Modelle zum Einsatz. Diese regionalen Klimaprojektionen verfügen über eine Auflösung von 10km x 10km.

Einige Auswertungsergebnisse des regionalen statistischen Klimamodells WETTREG und des dynamischen Klimamodells REMO zu Temperatur- und Niederschlagsentwicklungen in Sachsen-Anhalt werden im Folgenden dargestellt.

Temperatur

Die Trendaussagen für das Temperatursignal stellen sich in beiden Modellen ähnlich dar. In der absoluten Höhe bestehen modellbedingte Unterschiede.

- Die Änderung der Temperaturdifferenz zwischen 30-jährigen Zeiträumen und dem Kontrollzeitraum 1961-1990 (30-jährige Klimanormalperiode) zeigt bis zum Ende des 21. Jahrhunderts in den drei untersuchten Szenarien einen steten Anstieg.
- Im Zeitraum 2071 - 2100 ist nach dem WETTREG-Modell mit einem Temperaturanstieg um 1,9 bis 2,3 °C im Vergleich zum Zeitraum 1961 - 1990 zu rechnen. Das REMO-Modell weist einen möglichen Temperaturanstieg von 2 bis 3 °C aus.
- Die Anzahl von Eis- und Frosttagen verringert sich bis zum Jahr 2100. Im Gegenzug steigt die Anzahl von Sommertagen (≥ 25 °C) und heißen Tagen (≥ 30 °C) deutlich an. Es ist nahezu von einer Verdoppelung der Anzahl der Sommertage bzw. der heißen Tage auszugehen.
- Die Häufigkeit von Hitzewellen nimmt zu.

Niederschlag

Das Niederschlagssignal besitzt eine sehr hohe räumliche und zeitliche Variabilität. Die Klimaprojektionen mit REMO sind deutlich „feuchter“ als mit WETTREG.

- Sachsen-Anhalt weist im Vergleich zum Deutschlandmittel deutlich geringere jährliche Niederschlagsmengen auf (-250 bis -300 mm).
- Der mittlere Jahresniederschlag bleibt nach dem WETTREG-Modell bis zum Jahr 2100 voraussichtlich annähernd gleich. Nach dem REMO-Modell ist in Abhängigkeit vom Emissionsszenario mit einem geringfügigen Anstieg des Jahresniederschlages von 2 bis 6% zu rechnen.
- Analysiert man die Niederschläge in den meteorologischen Jahreszeiten, so zeichnen sich jedoch deutlichere Differenzen ab.
- Die Niederschläge in den Frühjahrsmonaten bleiben mit WETTREG unabhängig vom Emissionsszenario nahezu gleich. Nach dem REMO-Modell ist im Frühjahr mit einer Niederschlagszunahme um ca. 9 bis 13 % zu rechnen (abhängig vom Emissionsszenario).
- Die Sommerniederschläge nehmen nach den beiden Modellen in allen Szenarien im Zeitraum 2071 - 2100 gegenüber dem Zeitraum 1961 - 1990 um ca. 40 mm bzw. um ca. 20 % tendenziell ab.
- Für die Wintermonate sind nach dem WETTREG-Modell Zunahmen des Niederschlages um 20 bis 90 mm bzw. um ca. 20 bis 30 % zu erwarten. Mit dem REMO-Modell fallen diese Zunahmen des winterlichen Niederschlages deutlich geringer aus (20 bis 35 mm bzw. 10 bis 20 %).
- In der Harzregion treten die beschriebenen Veränderungen etwas stärker hervor als in den anderen Regionen des Landes.

Um die Spanne möglicher Klimaentwicklungen und deren Unsicherheiten abzubilden, werden möglichst viele, unterschiedliche Klimamodellierungen ausgewertet. Neben REMO und WETTREG existieren deutschlandweite Modellergebnisse unter anderem für die Klimamodelle STAR (Statistisches Regionalisierungsmodell) und CCLM (dynamisches hoch auflösendes Regionalmodell). Somit besteht die Aufgabe, alle weiteren vorhandenen Modellergebnisse auch für Sachsen-Anhalt auszuwerten.

Der Bericht zu den WETTREG-Klimaprojektionen wurde in einem Sonderdruck des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) und im Internet unter www.lau-st.de veröffentlicht und steht der Öffentlichkeit zur Verfügung.

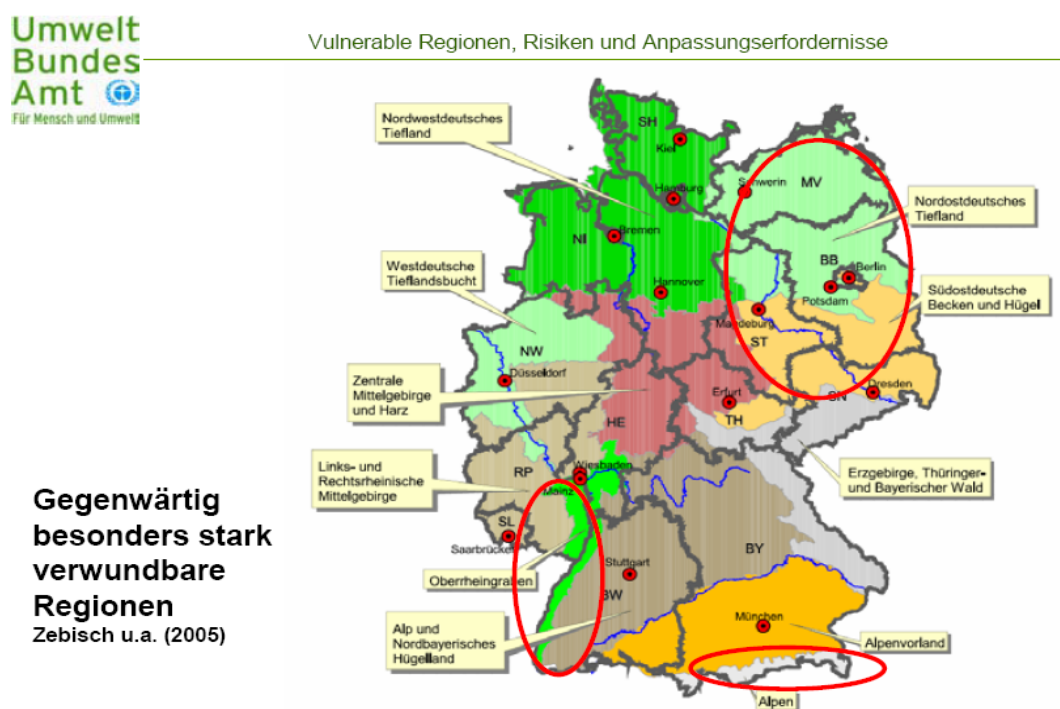
Weitere Auswertungen der Klimaprojektionen für REMO und WETTREG sind auch der Studie des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung zu „Klimawandel in Sachsen-Anhalt; Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels“ (PIK 2009 im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt) zu entnehmen.

2.4. Der Klimawandel und seine Folgen – Betroffenheit Sachsen-Anhalts

Die sich abzeichnenden Klimaveränderungen werden sich auf alle Bereiche der Gesellschaft auswirken. In einer bundesweiten Studie des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung (PIK 2005) wurden im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) und Schadensrisiken von Mensch-Umwelt-Systemen untersucht.

Dabei geht es um die Vulnerabilität gegenüber dem Globalen Wandel, unter dem hier vor allem der Klimawandel verstanden wird. Die Einwirkungen durch den Globalen Wandel auf den Menschen geschehen direkt (wie z. B. durch Flutkatastrophen und Hitzewellen) und indirekt (z. B. durch Auswirkungen auf Wasser- oder Landwirtschaft).

Aus den Ergebnissen der o. g. Studie zeichneten sich besonders empfindliche Regionen in Deutschland ab:



Im Rahmen einer aktuellen Untersuchung des PIK im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt „Klimawandel in Sachsen-Anhalt; Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels“ (2009) wurden auf der Grundlage einer Klimadiagnose und hoch aufgelöster regionaler Klimaprojektionen die vulnerablen (d.h. verletzbaren) Regionen Sachsen-Anhalts analysiert und detaillierter untersucht.

Aufbauend auf diesen Grundlagendaten fand eine Untersuchung und räumliche Differenzierung der Vulnerabilität in den verschiedenen Sektoren Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Weinbau, Forst, Boden und Naturschutz statt.

Folgende Fragestellungen wurden in der Studie behandelt:

- die Entwicklung der Grundwasserneubildung und die Auswirkungen auf die

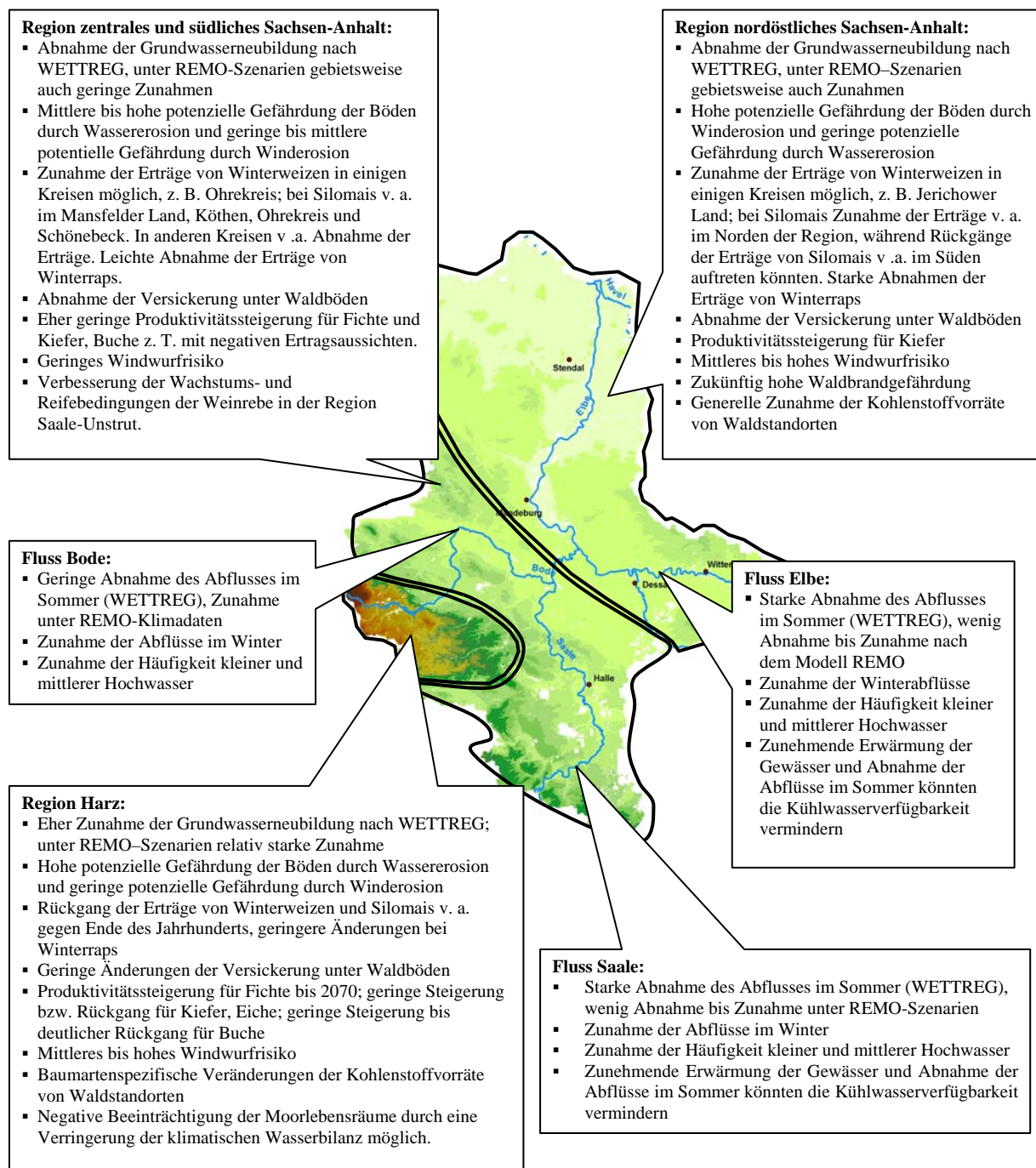
Wasserverfügbarkeit

- das zukünftige Abflussgeschehen an den großen Flüssen in Sachsen-Anhalt
- die Häufigkeit von Hochwassern
- die Gefährdung der Böden durch Wind- und Wassererosion
- die Ertragsentwicklung der Fruchtarten in der Landwirtschaft
- die Ertragsentwicklung in der Forstwirtschaft einschließlich Windwurfrisiko und Waldbrandgefährdung
- die Wachstumsbedingungen der Weinrebe in der Saale-Unstrut-Region
- die Auswirkungen auf Naturräume und Biodiversität.

Die unterschiedlichen Ausprägungen der abgeleiteten Klimafolgen lassen sich qualitativ anhand von drei Großregionen Sachsens-Anhalts zusammenfassen:

- für die Region Harz
- die Region nordöstliches Sachsen-Anhalt
- sowie für das zentrale und südliche Sachsen-Anhalt.

Eine Synthese der Auswirkungen auf die betrachteten Sektoren innerhalb dieser Regionen und auf die Flusseinzugsgebiete der Elbe, Saale und Bode ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Zusammenfassend scheinen nach Ansicht des PIK die untersuchten Klimawirkungen in den unterschiedlichen Sektoren Sachsen-Anhalts beherrschbar zu sein. Eine wesentliche Voraussetzung hierfür ist allerdings für spezifische Sektoren, beispielsweise den Wassersektor, ein verändertes und auch nachhaltiges Management, um neben potenziellen negativen Klimawirkungen auch konkurrierende Bedarfe besser steuern zu können.

Die Erkenntnisse der Studie sind in diese Strategie eingeflossen (s. auch Abschnitt 1.1).

In den großen Städten wird sich besonders die zu erwartende Zunahme der Hitzebelastung in den Sommermonaten negativ auswirken. Über weitergehende Folgen, die auch positiver Natur sein könnten (z. B. Reduktion der Heiztage) existieren noch Informationslücken. Gleiches trifft für Chancen zum (aktiven) Klimaschutz zu, die sich u. a. aus dem demographischen Wandel und seinen Konsequenzen ergeben.

2.5. Die gesellschaftliche Komponente des Klimawandels

Die Anpassung an den Klimawandel wird den Einzelnen und die Gesellschaft Geld kosten. Je stärker sich das Klima wandelt, desto teurer wird die Anpassung an die Veränderungen werden. Da sowohl der Staat als auch der Einzelne die ihm zur Verfügung stehenden Mittel nur für einen Zweck ausgeben kann, werden die für die Anpassung an den Klimawandel erforderlichen Ressourcen an anderer Stelle einzusparen sein. Sind keine Mittel für die Anpassungsmaßnahmen vorhanden, muss der Einzelne oder die Allgemeinheit die veränderten klimatischen Bedingungen ohne Anpassungsmaßnahmen durchleben. Wer beispielsweise keine Mittel für eine bessere Isolierung seiner Wohnräume investieren will oder kann, wird bei längeren Hitzewellen in seiner Wohnung höhere Temperaturen akzeptieren müssen. Gerade Menschen, deren Budget bereits heute keinerlei Reserven mehr aufweist, könnten Schwierigkeiten haben, die persönlichen Anpassungsmaßnahmen zu finanzieren.

Nachfolgend werden weitere Beispiele für mögliche Betroffenheiten aufgezeigt:

- Durch den Klimawandel wird es positive und negative Effekte geben. Ein positiver Effekt kann z. B. die Verringerung der Heizkosten sein. Negativ dagegen können die prognostizierten Hitzewellen werden, wenn sie sich speziell auch auf das Arbeitsleben sowie auf Mehrkosten und mehr Energiebedarf durch Kühlung auswirken.
- Der Klimawandel hat Auswirkungen auf Arbeitsplatzbedingungen, insbesondere bei Tätigkeiten im Freien, aber auch in unklimateisierten Büros und Werkhallen. Insgesamt wird hier mehr Gesundheitsvorsorge in vielerlei Hinsicht notwendig sein.
- Ein verstärkter Tourismus in Sachsen-Anhalt kann zu den positiven Aspekten gehören, da die prognostizierten Sommertemperaturen am Mittelmeer einen dortigen Sommerurlaub unangenehm bis unerträglich (je nach Hitzeempfindlichkeit des Einzelnen) gestalten könnten. Der Harz allerdings muss sich auf sehr viel weniger Skitourismus im Winter einstellen. Hier sind unmittelbar Arbeitsplätze betroffen.
- Die unterschiedlichen individuellen Befindlichkeiten bei häufigen und längeren Hitzeperioden können bis zu erheblichen gesundheitlichen Problemen führen.
- Unterschiedliche individuelle Mittel für notwendige Isolierungen von Wohnung und Haus sind mit Auswirkungen auf Heizkosten und Wohlbefinden des Einzelnen verbunden.
- Bei langen Trockenperioden könnte es zu Einschnitten in der Wasserversorgung bei Industrie und Landwirtschaft kommen.
- Perioden geringer Wasserführung und Hochwasser können die Schifffahrt beeinträchtigen.
- Zunehmend lange und häufige Trockenperioden führen zu Ertragsausfällen in der Landwirtschaft, beeinträchtigen in der Folge die Nahrungsmittelindustrie und die Effizienz von Bioenergieanlagen.
- Auch das Thema Versicherungen wird auf der Tagesordnung stehen. Es kann zu regionalen Erschwernissen bei Versicherungen von Naturkatastrophen wie Hochwasser oder Sturmschäden kommen.

- Witterungsextreme können zur großflächigen Destabilisierung bzw. Zerstörung von Wäldern führen (Waldbrand, Massenvermehrung von Schädlingen, Sturmschäden) und die Einkommensfunktion wie die Rohholzversorgung längerfristig gefährden.
- Ökosystemdienstleistungen von Wäldern wie Verbesserung des Bioklimas, Erholungsfunktion, Hochwasserschutz, Kohlenstoffspeicherung, Substitution von Rohstoffen und Erhaltung der Biodiversität können bei klimabedingten Vitalitätseinbußen nur beschränkt erfüllt werden.

Die Folgen des Klimawandels und die erforderlichen Anpassungsmaßnahmen werden eine Herausforderung für den Gemeinsinn der Gesellschaft sein. (Unterstützung gesellschaftlich schwächerer Gruppen, insbesondere bei Hitzeperioden und Überschwemmungen). Bisherige Katastrophenereignisse wie beispielsweise Oder- und Elbehochwasser, haben jedoch sehr positiv gezeigt, dass die Solidarität in der Gesellschaft in solchen Situationen greift.

3. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels

3.1. Strategien auf EU- und Bundesebene

Die prognostizierten Klimaveränderungen haben Auswirkungen auf die gesamte Menschheit und stehen deshalb weltweit im Fokus von Forschung und Politik.

Auf internationaler Ebene wurde die Notwendigkeit der Anpassung an Klimaänderungen in Artikel 4 der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen verankert. Darin verpflichten sich die Vertragsstaaten, Maßnahmenprogramme zur Anpassung zu entwickeln und umzusetzen. Auch ist der Transfer von Finanzmitteln und Technologien zugunsten von Entwicklungsländern vorgesehen.

Die Europäische Kommission hat im Juni 2007 ein Grünbuch sowie im April 2009 ein Weißbuch zur Anpassung an den Klimawandel in Europa vorgelegt. Darin wird die Betroffenheit Europas vom Klimawandel beschrieben sowie erste Optionen für Anpassungsmaßnahmen aufgezeigt.

Die Bundesregierung hat unter Einbeziehung der Länder die Deutsche Anpassungsstrategie erarbeitet. (siehe dazu auch Abschnitt 1.2.)

3.2. Anpassungsstrategie und Aktionsplan für Sachsen-Anhalt

Mit der Anpassungsstrategie des Landes Sachsen-Anhalt an den Klimawandel sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, mit denen sich das Land und alle weiteren Akteure wie Kommunen, Interessenvertretungen und jeder Einzelne auf mögliche Veränderungen des Klimas einstellen und Anpassungsmaßnahmen erkennen und umsetzen können.

Zusätzlich zu dieser Anpassungsstrategie wird für Sachsen-Anhalt ein Aktionsplan vorgelegt, der die konkreten Maßnahmen und Aktionen enthält, mit denen die oben genannten Akteure in den nächsten Jahren aktiv agieren wollen. Dieser Aktionsplan wird ebenso wie die Anpassungsstrategie einer regelmäßigen Aktualisierung unterliegen und an neue wissenschaftliche und gesellschaftliche Erkenntnisse angepasst werden.

Für manche Sektoren besteht die dringende Notwendigkeit bereits heute zu agieren und Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Bei anderen Sektoren ist es notwendig, weitere Untersuchungs- und Forschungsarbeiten abzuwarten, damit kein Aktionismus entsteht, der in die falsche Richtung laufen kann. Entsprechend sind alle Betroffenen auch in der Pflicht, regelmäßig ihre Anpassungsnotwendigkeit zu überprüfen und entsprechend zu agieren.

Dabei ist zu beachten, dass der Staat lediglich einen Rahmen setzen kann. Die eigentliche Anpassung muss durch jeden Einzelnen und durch jedes Unternehmen selbst erfolgen.

Zur Begleitung der Umsetzung bedarf es einer kompetenten und leistungsfähigen Behördenbasis, mit einer ausreichenden personellen Besetzung.

3.3. Übergreifende Aspekte

3.3.1. Forschung

Die Fortschritte in der Klimaforschung der vergangenen Jahre haben das Wissen über den Klimawandel auf vielen Ebenen vertieft. Dadurch wird zunehmend erkennbar, wie sich Temperaturen, Niederschläge oder extreme Wetterereignisse auf regionaler Ebene voraussichtlich verändern werden.

In der Klimafolgen- und Klimaanpassungsforschung steht man allerdings vergleichsweise am Anfang. Es bestehen noch viele Wissenslücken darüber, wie sich der Klimawandel sektoral direkt oder indirekt auf Natur, Wirtschaft und Gesellschaft konkret auf der regionalen Skala auswirken wird und welche Anpassungsstrategien und technischen Lösungen erfolgversprechend sind. Übergreifende Forschung hierzu findet auf Bundesebene statt. Regionale Aspekte, Forschungs- und Informationsbedarf müssen allerdings auch auf regionaler Ebene abgedeckt werden.

Als Beispiel dazu bereitet das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) derzeit den Großversuch "Global Change Experimental Facility" (GCEF) in Bad Lauchstädt vor. Die Wissenschaftler versprechen sich davon neue Erkenntnisse über die Reaktion von Ökosystemen auf den Klimawandel. Auf mehr als zwölf Hektar Fläche soll der Einfluss veränderter Temperatur- und Niederschlagsregimes und erhöhter CO₂-Konzentration auf Boden, Vegetation, Nahrungsnetze und Stoffkreisläufe untersucht werden. Dazu werden auf 60 Versuchsflächen verschiedene Klima- und Landnutzungsszenarien miteinander kombiniert, um die Auswirkungen des Klimawandels z. B. unter den Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion von Nahrungsmitteln und Biomasse oder in naturnahen, artenreichen Ökosystemen zu erforschen. Der Großversuch ist als eine experimentelle Plattform konzipiert, die langfristig für interessante Fragestellungen auch von Wissenschaftlern anderer Forschungseinrichtungen und Behörden sowie für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden kann.

Doch alle vorliegenden Forschungsergebnisse und die derzeit laufenden Projekte decken nur einen kleinen Teil der notwendigen Forschung ab. Der Forschungsbedarf ist noch sehr groß. Bund, Land und EU müssen ihren Beitrag dazu leisten, was in vielen Fällen auch bereits geschieht. Doch die besondere politische und gesellschaftliche Bedeutung, die diese Themenbereiche in den nächsten Jahren und Jahrzehnten einnehmen werden, spiegelt sich derzeit nicht in der Forschungslandschaft von Sachsen-Anhalt wieder.

Trotzdem sieht Sachsen-Anhalt in der Forschung ein zentrales Instrument, dem Land entlang der Prozesskette „Klimawandel → Klimafolgen → Klimafolgenanpassung → Gestaltung des Wandels“ Möglichkeiten zur Flexibilisierung und zu mehr Handlungsoptionen zu verschaffen.

Die Universitäten und Hochschulen werden deshalb ausdrücklich ermutigt, sich diesen Themenfeldern zu widmen.

Zusammenfassend ist beim Thema „Forschung“ hervorzuheben, dass bereits eine Vielzahl von Vorhaben und Projekten in oder unter Beteiligung von Sachsen-Anhalt durchgeführt werden. Nicht immer stehen sie unter der Überschrift „Anpassung an den Klimawandel“, aber sie dienen auch der Anpassung eines Sektors an die veränderten klimatischen Rahmenbedingungen.

Konkrete Aussagen zur Forschungsstrategie werden unter Punkt 8.) getroffen.

3.3.2. Klimafolgenmonitoring

Klimafolgenmonitoring ist die Beobachtung des Klimawandels und der Folgen für den Menschen und die Umwelt. Die systematische Erfassung beruht dabei auf Messungen und Erkundungen von Umweltgrößen (Temperatur, Niederschlag, Wasserstände, Bodenfeuchte, etc.) sowie klimaabhängigen Indikatoren (Frühjahrsblüte von Pflanzen, Auftreten von Insekten, Krankenstand bei Hitzewellen, etc.).

Die Entwicklung eines spezifischen Klimafolgenmonitorings ist noch Gegenstand der Forschung und wird zwischen Bund und Ländern abgestimmt. Wichtige Elemente sind schon vorhanden und werden von der Landesverwaltung Sachsen-Anhalts fortgeführt, wie:

- Bereitstellung und Fortführung der Klimadatenbank
- Erfassung und Bereitstellung der Phänologiedaten
- Boden-Dauerbeobachtung
- Fließgewässer- und Grundwasserpegelmessnetz
- CO₂-Monitoring in der Außenluft
- Luftüberwachungs- und Informationssystem Sachsen-Anhalt (LÜSA)
- agrarmeteorologische Messnetze
- immissionsmeteorologische Messnetze
- Dauerfeldversuche
- Intensiv-Waldmonitoringflächen
- Waldzustandserhebung (WZE),
- Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)
- waldbaulich-ertragskundliches Versuchswesen
- Bundeswaldinventur (BWI)
- phänologische Gärten

Die vorhandenen Messnetze und Monitoringsysteme müssen erfasst, gezielt ergänzt und zu einem System des Klima- und Klimafolgenmonitorings für Sachsen-Anhalt vernetzt werden. Die hierfür entwickelten Umsetzungsvarianten gilt es daher kontinuierlich auszubauen und so Synergieeffekte zu verstärken. Dazu gehören neben den bereits aufgeführten Elementen auch Monitoringsysteme zu Lebensraumtypen und zu bedrohten Pflanzen und Tieren, Brutvogelkartierungen, Flechtenkartierungen sowie Meldesysteme für übertragbare Krankheiten im Gesundheitssektor. Ein besonderes Augenmerk ist auf die effektive Vernetzung mit den durch Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen betriebenen Monitoringprogrammen zu richten.

Für den Bereich der Wasserwirtschaft gibt es Überwachungsprogramme für unterschiedliche Anforderungen, die einen Überblick über die Entwicklung verschiedener hydrologischer Größen gestatten.

Für die regionale Ermittlung von Wasserhaushaltsgrößen im Grund- und Oberflächenwasser stehen zahlreiche Messnetze zur Verfügung:

- Messnetz oberirdische Gewässer (Wasserstand, Durchfluss, Chemie, Biologie) für Fließ- und Standgewässer,
- Messnetz Grundwasser (Wasserstand, Güte),
- Lysimeterstationen (Sickerwassermenge) und
- Niederschlagsstationen.

Die gewonnenen Daten geben einen Überblick über den mengenmäßigen, chemischen und ökologischen/biologischen Zustand der Gewässer. Sie können aber ebenso als Grundlage für die Überprüfung von Modellergebnissen aus Klimaprognosen dienen und durch Modellierung errechnete Trends bestätigen oder widerlegen.

Die Zusammenführung und Auswertung der Komponenten des Monitorings ermöglicht die Entwicklung eines komplexen Bildes der bereits wirksamen Veränderungen. Die Komplexität erhöht die Sicherheit der Aussage und gewährleistet die „Früherkennung“ von Entwicklungen.

Das Monitoring des Wasserhaushaltes dient dem Zweck, mehr Handlungs- und Eingriffskompetenz für die Gestaltung des Wasserhaushaltes für die verschiedenen Nutzungen zu erreichen. Dazu muss geprüft werden, ob die erhobenen oder zu erhebenden Daten für die Konzipierung von steuernden Maßnahmen geeignet sind. Außerdem dient das Monitoring der EG-Wasserrahmenrichtlinie (der Wasserhaushalt als hydromorphologische Qualitätskomponente) zur Abgrenzung anthropogener Einflüsse.

Ein konkretes Beispiel für diesen Abschnitt ist das vom Helmholtzzentrum für Umweltforschung (UFZ) aktuell im Rahmen einer Initiative der Helmholtz-Gemeinschaft (TERENO – Terrestrial Environmental Observatories) implementierte Langzeit-Monitoringprogramm zur Beobachtung der Folgen von Klima- und Landnutzungswandel für Mitteldeutschland. Das UFZ-Observatorium ist eines von vier in Deutschland geplanten Observatorien, welche die besonders klimavulnerablen Regionen Deutschlands umfassen. Die entstehenden Observatorien ermöglichen die skalenübergreifende Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels und sich ändernder Landnutzungen auf die Biosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Atmosphäre entlang signifikanter Klima- und Landnutzungsgradienten. Dabei sind zwei der vier sachsen-anhaltinischen Modellregionen (Harz und Lössgebiete im Regenschatten des Harzes, s. auch Abschnitt 5.1.) auch Schwerpunktgebiete der TERENO-Observation durch das UFZ.

3.3.3. Datenerhebung, Projektionen der Folgen des Klimawandels

Die Anpassungsstrategie basiert auf regionalisierten Projektionen der Folgen des Klimawandels auf die natürlichen Systeme, die der Mensch nutzt (u.a. Grund- und Oberflächengewässer, Boden) und die technische Infrastruktur (u.a. städtische Siedlungen, Verkehr), die von ihm geschaffen wurde. Vor allem der Veränderung des Wasserhaushaltes und der Veränderung von Böden unter sich ändernden Klimarahmenbedingungen ist hier eine besondere, gesamtgesellschaftliche Wichtigkeit zuzuschreiben. Während Erfordernisse zur Anpassung oder Gefahrenabwehr normalerweise aus Beobachtungen abgeleitet werden, welche die Art und Bedeutung eines Problems analysieren lassen, muss man bei der Abschätzung der Folgen des Klimawandels auf allen Ebenen mit Projektionen arbeiten. Dies stellt sowohl an die Qualität der Datengrundlagen aus Beobachtungen als auch an die Projektionsinstrumente höchste Anforderungen. Die Bereitstellung der erforderlichen Datengrundlagen, die Auswahl der Projektionsinstrumente und die Bewertung der Ergebnisse sowie die Auswahl von zweckdienlichen und ökonomisch realisierbaren Maßnahmen erfordert eine intensive und effektive fach- und ressortübergreifende Zusammenarbeit.

Für die Projektion der Folgen des Klimawandels ist eine Vielzahl von Daten unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung erforderlich. Im Wesentlichen kann in Sachsen-Anhalt mit Daten gearbeitet werden, die bereits erhoben wurden und digital verfügbar sind. Diese Daten sind gegebenenfalls der Aufgabe entsprechend aufzubereiten. Generell sind Flächen und Punktdaten sowie Zeitreihen zu unterscheiden. Durch die Bearbeitung von Fragestellungen mit vergleichbarem Methodenspektrum, für die EG Wasserrahmenrichtlinie und für EU-Programme in der Landwirtschaft, sind Datenaufbereitungen und Ergebnisebenen verfügbar, die in der Klimafolgenprojektion genutzt werden können.

Messreihen aus Monitoringprogrammen sind zwingend erforderlich, um die Richtigkeit der Ergebnisse von Simulationen zu überprüfen (Modellverifikation) und Modellkonzepte weiterzuentwickeln.

Die Datenbasis für die Entscheidungsunterstützung entwickelt sich fortlaufend weiter. Dies gilt sowohl für Beobachtungsdaten als auch für regionale Klimasimulationen und daraus abgeleitete Klimafolgen. Die Einbeziehung aktueller Daten und Forschungsergebnisse ist daher ein wichtiger Aspekt im Anpassungsprozess, so dass der Kontakt zwischen universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und den verantwortlichen Entscheidungsträgern gestärkt werden sollte.

Inzwischen sind in Deutschland verschiedene Stellen eingerichtet worden, die Daten sammeln und unentgeltlich bzw. entgeltlich zur Verfügung stellen, wie z. B. das Mitteldeutsche Klimabüro am Helmholtzzentrum für Umweltforschung (UFZ), die Climate Service Center oder das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung am Umweltbundesamt. Weiterhin gibt es Wissensträger wie das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung oder auch das Institut für Klimawandel, Erdsystem und Nachhaltigkeit in Potsdam, die wichtige und entscheidende Inputs leisten.

4. Besondere Sektoren

Die Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel erfordert die Quantifizierung der Klimaänderung und die Erforschung der sektoralen Auswirkungen. Eine klare sektorale Trennung ist jedoch nicht immer möglich oder sinnvoll, da Überschneidungen hier eher die Regel (z. B. Interaktionen zwischen Wasser, Boden, Land- und Forstwirtschaft) als die Ausnahme darstellen. Auf diese Wechselwirkungen und Nutzungskonkurrenzen wird in Abschnitt 5.2 detailliert eingegangen. Eine besondere Stellung nimmt die Ökonomie ein, da der Klimawandel und die nötigen Anpassungsstrategien die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verändern werden, wodurch zusätzliche Anpassungsanstrengungen erforderlich werden.

4.1. Menschliche Gesundheit

Klimaveränderungen und –schwankungen wirken sich in vielfältiger Weise auf die menschliche Gesundheit aus. Dabei sind nicht nur Folgen der Klimaerwärmung zu betrachten, sondern auch die damit einhergehenden extremen Wetterereignisse sowie die Folgen für das Ökosystem insgesamt, in dem der Mensch einen Teil davon darstellt.

Bei den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels lassen sich somit direkte und indirekte Wirkungen auf den Menschen unterscheiden. Auch wenn der Klimawandel in einigen Gebieten positive Auswirkungen auf den Menschen haben kann, werden nach heutigem Kenntnisstand die negativen Folgen überwiegen.

4.1.1. Handlungsfelder

4.1.1.1. Direkte Wirkungen

- Hitzebedingte Erkrankungen
- Stoff- und strahlungsbedingte Erkrankungen
- Folgen von extremen Wetterereignissen

4.1.1.2. Indirekte Wirkungen

- Vektorbedingte Krankheiten
- Risiken lebensmittelbedingter Erkrankungen
- Gesundheitliche Folgen veränderter Trink- und Badegewässerqualität
- Gesundheitsrisiken durch neue Allergenquellen

4.1.2. Handlungsoptionen

4.1.2.1. Direkte Wirkungen

Hitzebedingte Erkrankungen

Bei den direkten Wirkungen handelt es sich um die unmittelbaren Folgen von Klima- und Wetteränderungen auf den menschlichen Organismus. Hierzu zählen die Auswirkungen von sommerlichen Hitzeperioden, aber auch gesundheitliche Auswirkungen auf das Wohlbefinden durch die allmähliche Veränderung von Durchschnittstemperaturen.

Studien belegen den Zusammenhang zwischen der täglichen Außentemperatur und der Zahl der Todesfälle. Die Gesundheitsrisiken erhöhen sich drastisch an ausgeprägten Hitzetagen mit Windstille, hoher Luftfeuchtigkeit und intensiver Sonneneinstrahlung. Eine Zunahme sommerlicher Hitzewellen könnte demnach auch hitzebedingte Erkrankungen, etwa des Herz-Kreislauf-Systems, ansteigen lassen. Beispielsweise verursachte die Hitzeperiode im Sommer 2003 allein in Deutschland rund 7.000 Todesfälle aufgrund von Herzinfarkten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Nierenversagen sowie Atemwegsproblemen.

Kleinkinder und ältere Menschen zählen zu den Hauptrisikogruppen. Angehörige sozial schwacher Schichten sind ebenfalls stärker betroffen, da ihnen die Mittel für Schutzmaßnahmen (Klimaanlagen) fehlen. Auch wirken sich Hitzeperioden für die Stadtbevölkerung stärker aus, als für die Bevölkerung ländlicher Gebiete, da in der Stadt nächtliche Abkühlungsphasen abgeschwächt sind.

Neben gebäude-, stadt- und landschaftsplanerischer Berücksichtigung derartiger Entwicklungen ist ein funktionierendes Frühwarnsystem für die zu erwartenden

Hitzeperioden von außerordentlicher Bedeutung. In Sachsen-Anhalt werden seit 2006 vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bei erwarteten Hitzebelastungen unverzüglich Hitzewarnungen und bei einer erwarteten Hitzeperiode eine Hitzevorinformation an einen definierten Adressenkreis per E-Mail versandt.

Diese Meldungen bekommen u. a. die Behörden des öffentlichen Gesundheitsdienstes (Gesundheitsämter), um auf kommunaler Ebene die notwendigen Maßnahmen treffen zu können. Weiter werden alle Alten- und Pflegeheime im Land direkt per E-Mail vom DWD informiert. Betreuungs- und Pflegemaßnahmen sind an die hitzebedingten Risiken entsprechend des gefährdeten Personenkreises vor Ort anzupassen.

Wichtig ist, dass die Bevölkerung frühzeitig informiert wird, um persönliche Vorsorge treffen und sich richtig verhalten zu können. Hierzu zählen Pressemitteilungen, aber auch die Informationen auf den Internetseiten des Ministeriums für Gesundheit und Soziales mit entsprechend weiterführenden Links. Das wird derzeit schon sichergestellt. Zukünftige Aufgabe wird sein, die Informationen noch zielgenauer dem betroffenen Personenkreis und ambulanten Pflegediensten zur Verfügung zu stellen und die in stationären Einrichtungen vor Ort getroffenen Maßnahmen zu überprüfen.

Stoff- und strahlungsbedingte Erkrankungsfälle

Zu den direkten Folgen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit können auch Erkrankungsfälle gehören, die bei stabilen Hochdruckwetterlagen durch den Anstieg der Konzentrationen partikelförmiger Schadstoffe und fotochemischer Substanzen („Sommersmog“) verursacht werden. Die Bevölkerung muss deshalb frühzeitig verständliche Informationen erhalten, um das individuelle Verhalten anpassen zu können. Hierzu zählen auch Informationen zum Hautkrebsrisiko durch verstärkte Sonneneinstrahlung und zu notwendigen persönlichen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen.

Ein wesentlicher Aspekt ist auch der Schutz der Beschäftigten vor den Hautkrebs-Risiken der Sonneneinstrahlung in Folge beruflicher Tätigkeiten im Freien sowie vor Gefährdungen bei der „Hitzearbeit“.

Folgen von extremen Wetterereignissen

Als direkte Folge der Zunahme und der Intensität von extremen Wetterereignissen (Stürme, Überschwemmungen) muss mit Verletzten und ggf. auch Todesopfern gerechnet werden. Aber es kann auch indirekte Auswirkungen geben. Zum Beispiel kann durch verunreinigtes Wasser nach Überschwemmungen der Ausbruch von Durchfallerkrankungen begünstigt werden. Die in Sachsen-Anhalt für Infektionshygiene zuständigen Behörden müssen bei derartigen Ereignissen schnell und fachkompetent agieren. Die Stärkung des öffentlichen Gesundheitsdienstes, personell und fachlich, ist daher eine wichtige Aufgabe von Land und Kommunen.

4.1.2.2. Indirekte Wirkungen

Störungen von Ökosystemen als Folge des Klimawandels können auch indirekt die Gesundheit des Menschen negativ beeinflussen. Hierzu zählen Krankheiten, die durch verschiedene Überträger (Vektoren), wie Insekten oder Nagetiere verursacht werden, sowie Beeinträchtigungen der Gesundheit durch Veränderung der Wasserqualität. Klimaänderungen können auch die Sicherheit bzw. die Haltbarkeit von Lebensmitteln verringern und so die Risiken lebensmittelbedingter Erkrankungen erhöhen.

Vektorbedingte Krankheiten

Klimaänderungen, insbesondere höhere Temperaturen und weniger Frost im Winter, begünstigen auch Insekten und Nagetiere, die als Überträger von Infektionskrankheiten

bekannt sind. Diese sogenannten Vektoren können sich schneller vermehren und ihren Lebensraum ausweiten.

Somit könnten einerseits Krankheitserreger, die in Deutschland heimisch sind (z. B. Borrelien und FSME-Viren, die durch Zecken übertragen werden) durch ein milderes Klima begünstigt werden und vermehrt auftreten.

Andererseits könnten Erreger, die bisher nicht in Deutschland heimisch sind (z. B. Malariaerreger), durch veränderte Klimabedingungen zukünftig auch in Deutschland übertragen werden. Treffen infizierte Menschen oder Tiere auf potente Überträger (z. B. bestimmte Mücken), kann dies zu einer Verbreitung neuer Krankheiten führen. Die epidemische Ausbreitung und Etablierung derartiger Krankheiten wird aber wesentlich von den Faktoren Gesundheitsversorgung und Lebensbedingungen bestimmt.

Es ist deshalb wichtig, die Verbreitung von Vektoren zu ermitteln. Weiterhin ist die infektionsepidemiologische Entwicklung der Bevölkerung in Deutschland angemessen zu beobachten, um das Risiko abschätzen und Präventions- und Interventionsstrategien entwickeln zu können. Diese Überwachung schließt gegenwärtig bereits eine Reihe von Erregern ein, deren Auftreten durch Klimaänderungen beeinflusst werden kann. Der Anpassungsbedarf an neue Erfordernisse ist zu überprüfen. In diesem Themenfeld ist die bundesweite Zusammenarbeit notwendig.

Zu den zukünftigen Forschungsaufgaben gehört die Entwicklung geeigneter Laborverfahren für den Nachweis klimasensitiver Erreger sowie die Entwicklung neuer Therapeutika, Impfstoffe und Impfstoffverfahren sowie die Absicherung der Verfügbarkeit.

Erforderlich ist auch die frühzeitige Information der Bevölkerung über Verhaltensänderungen zur Vermeidung von Krankheiten sowie die Sensibilisierung der Ärzteschaft hinsichtlich neuer bzw. wieder auftretender Infektionskrankheiten.

Risiken lebensmittelbedingter Erkrankungen

Bei Änderungen des Klimas können sich die Qualität und die Haltbarkeit von Lebensmitteln verringern und somit das Risiko lebensmittelbedingter Erkrankungen erhöhen.

Höhere Temperaturen können die Nahrungsaufnahme und die Produktivität in der Tierhaltung verringern und die Einschleppung und Ausbreitung neuer Krankheiten in den Tierbeständen begünstigen. Das gilt auch für die Pflanzenbestände.

Bei Krankheiten, die vom Tier auf den Menschen übertragbar sind (Zoonosen) kann einerseits das Risiko der Übertragung durch direkten oder indirekten Kontakt mit dem Tier erhöht werden. Andererseits kann auch das Risiko einer lebensmittelbedingten Erkrankung durch den Verzehr von infizierten Lebensmitteln tierischer Herkunft erhöht werden.

Gesundheitliche Folgen veränderter Trink- und Badegewässerqualität

In Abhängigkeit von der Art der Wassergewinnung und der Verteilung kann die Qualität des Trinkwassers durch klimabedingte Einflüsse unterschiedlich stark beeinträchtigt werden.

Die Überwachung der Trinkwasserqualität ist langfristig den neuen Erfordernissen anzupassen (Erhöhung der Überwachungsfrequenz, Änderung des Überwachungsspektrums). Voraussetzung, um Risiken frühzeitig zu erkennen, ist eine geeignete Datenbasis. Mit der Trinkwasserdatenbank am Landesamt für Verbraucherschutz wurde eine solche Grundlage geschaffen, die fortlaufend aktualisiert wird. Die Überwachung der Trinkwasserqualität stützt sich auf Vorgaben der EU, Änderungen sind europaweit zu koordinieren.

In den Badegewässern kann es durch Anreicherung von Nährstoffen, gepaart mit ganzjährigen milden Temperaturen und Hitzeperioden im Sommer, zur Vermehrung von gesundheitsgefährdenden Organismen kommen. Hierzu gehört z. B. das Massenaufreten von Blaualgen (Blaualgenblüten), für die bereits jetzt einige Gewässer in Sachsen-Anhalt empfindlich sind. Bestimmte Blaualgen bilden Giftstoffe (Toxine), die bei den Badenden durch Verschlucken des Wassers oder durch sehr langen Hautkontakt Erkrankungen hervorrufen können. Die risikoorientierte Überwachung der Qualität der Badegewässer ist deshalb eine wichtige Aufgabe und entspricht den Anforderungen der EU.

Eine wichtige Datenbasis für konkrete Handlungsoptionen werden die bis zum 24. März 2011 zu erstellenden Badegewässerprofile (Vulnerabilitätsprofile) sein. Auf deren Grundlage sind wirksame und verhältnismäßige Maßnahmen zu treffen, um die Qualität der Badegewässer zu sichern bzw. zu verbessern.

Weiterhin ist eine schnelle und einfach zugängliche Information der Bevölkerung zur Badegewässerqualität wichtig, um das individuelle Verhalten (z. B. in Gewässern mit Blaualgenblüte) entsprechend anpassen zu können.

Gesundheitsrisiken durch neue Allergenquellen

Kommt es durch den Klimawandel zur Ausbreitung von bisher nicht heimischen Pflanzenarten, die ein starkes allergenes Potenzial besitzen, können sich die gesundheitlichen Risiken für bestimmte Personen erhöhen. Hierzu gehört z. B. die hoch allergene Beifuß-Ambrosie (Beifußblättriges Traubenkraut).

Handlungsschwerpunkte auf diesem Gebiet sind das Ausbreitungsmonitoring, die Verhinderung der weiteren Einschleppung und Verbreitung sowie direkte und indirekte Bekämpfungsmaßnahmen. Bei diesen Maßnahmen muss die Bevölkerung um Mithilfe gebeten werden.

Die Öffentlichkeit ist über die gesundheitlichen Risiken im Zusammenhang mit der Ausbreitung neuer allergener Pflanzen sowie über geeignete Schutzmaßnahmen zu informieren.

Eine wichtige bundesweite Maßnahme ist die Pollenflugvorhersage, auch für die Ambrosia, die der DWD in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Polleninformationsdienst zur Verfügung stellt.

An Bedeutung gewonnen haben auch gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Allergien und Asthma im Zusammenhang mit verstärkt oder neu auftretenden wärmeliebenden (thermophilen) Schadinsekten. Ein Beispiel für derartige „Aeroallergene“ sind die Brennhaare der Raupen des Eichenprozessionsspinners. Ein geeignetes Melde- und Warnsystem bei Bekanntwerden des Auftretens in Verbindung mit Bekämpfungsmaßnahmen wird für erforderlich gehalten.

4.1.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Entwicklung geeigneter Monitoring-Systeme für tierische Vektoren sowie Forschung zu möglicherweise veränderter Pathogenität von Erregern und Vektoren als bundesweit abgestimmte Aufgabe
- Entwicklung preiswerter und nachhaltiger Methoden zur Bekämpfung von Vektoren (vor allem Mücken, Zecken)
- Entwicklung geeigneter Laborverfahren für den Nachweis klimasensitiver Erreger in pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen bzw. in Pflanzen- und Tierbeständen

- Entwicklung geeigneter Behandlungsstrategien, neuer Therapeutika, Impfstoffe, Impfstoffverfahren
- Forschung zur Entstehung und Behandlung von Allergien
- Monitoring zur Ausbreitung und Forschung zu gesundheitlichen Auswirkungen Wärme liebender Schadorganismen

4.2. Wasser

Die Veränderungen des Klimas haben Einfluss auf den Wasserhaushalt und die hydrologischen Prozesse und Größen. Geänderte Intensitäten und Häufigkeiten hinsichtlich des Temperatur- und Niederschlagverhaltens erhöhen das Risiko für entsprechende Naturgefahren. Neben Hochwasserereignissen ist auch mit Auswirkungen auf die Wasserversorgung zu rechnen (veränderte Grundwasserneubildung). Die zunehmende Niedrigwasserproblematik kann sich weiterhin auf die Binnenschifffahrt und die Energieerzeugung auswirken. Quantitative Probleme gehen dabei mit qualitativen Problemen einher, insbesondere im Bezug auf die Gewässerökologie.

Die Belange, die sich aus den Aspekten der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) sowie des Klimawandels ergeben, sind dabei koordinierend abzustimmen. Zudem ist eine integrierte Betrachtung auf überregionaler Einzugsgebiete Ebene notwendig, wie in der EG-WRRL bei der Aufstellung der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplänen sowie der HWRM-RL gefordert.

4.2.1. Handlungsfelder

Für den Bereich der Wasserwirtschaft sind Auswirkungen auf folgende Handlungsfelder zu erwarten:

- Hochwassermanagement
- Niedrigwassermanagement
- Speicherbewirtschaftung (Talsperren und Rückhaltebecken)
- Grundwasserhaushalt, Grundwasserstand und Grundwasserqualität
- Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung für Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft)
- Gewässerökologie, Oberflächengewässer (Gewässergüte und Gewässerbiologie)



Einen Überblick über das Gewässernetz Sachsen-Anhalts gibt die nebenstehende Abbildung.

4.2.2. Handlungsoptionen

Hochwassermanagement

Wissenschaftliche Modelle und Studien wie die Vulnerabilitätsstudie (V-Studie) des Landes Sachsen-Anhalt (2009) prognostizieren eine innerjährliche Verschiebung der Niederschläge vom Sommer in den Winter. Der Trend zu intensiveren Niederschlägen ist vor allem im Winterhalbjahr signifikant, insbesondere in den Mittelgebirgslagen des Harzes (und Thüringer Waldes als ein Quellgebiet der Saale). Durch die erhöhten Niederschläge kann die Wahrscheinlichkeit von stärkeren Hochwassern zunehmen. Aufgrund der früher einsetzenden Schneeschmelze ist eine Verlagerung des Maximums der Hochwasseraktivität in den Winter hinein, also in die Monate Januar und Februar wahrscheinlich.

Aufgrund der Erkenntnisse aus der V-Studie sind jedoch fundierte Aussagen über die zukünftige Entwicklung von Hochwasserereignissen nur bedingt möglich und mit großen Unsicherheiten behaftet. Es kann deshalb nur von generellen, nicht gut abgesicherten Trends gesprochen werden.

Basierend auf den in der V-Studie getroffenen Aussagen ist eine signifikante Zunahme von häufigeren und intensiveren Starkniederschlägen im Sommerhalbjahr nicht wahrscheinlich, derartige Ereignisse können sogar eher rückläufig sein.

Als mögliche Handlungsoptionen müssen die festgelegten Bemessungsabflüsse und die Hochwasserschutzpläne überprüft werden. Gegebenenfalls sind die Ausbauziele für Gewässer und Deiche, Flutpolder und andere technische Schutzbauwerke zu überarbeiten und an höhere Hochwasserstände anzupassen.

Die ausgewiesenen Retentionsflächen (Überflutungsflächen) sind auf ihre ausreichende Funktion zu überprüfen, eventuell sind neue bzw. größere Retentionsräume auszuweisen. Im Landesentwicklungsplan (LEP), aber auch in der Hochwasserschutzkonzeption (HWSK) des Landes Sachsen-Anhalt und den Zielstellungen der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) zur Verbesserung des Hochwasserschutzes ist das Potenzial möglicher Rückdeichungen als konkrete Zielstellung bereits verankert. Stellenweise werden Rückdeichungen bereits umgesetzt (bspw. Oberluch Roßlau).

Die im LEP festgelegten Vorranggebiete für den Hochwasserschutz sind in die Regionalen Entwicklungspläne (REP) zu übernehmen und können dort konkretisiert und ergänzt werden.

Eine Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts im Einzugsgebiet durch Auengebiete/Überschwemmungsgebiete und Bildung bzw. Reaktivierung von Feuchtgebieten ist anzustreben.

Es ist ein sinnvolles Flächenmanagement im Harz zum Schutz vor Rutschungen/Muren etc. (hervorgerufen durch Niederschläge) zu schaffen.

Eine wirkungsvolle und nachhaltige Abflussregulierung ist auch zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutzflächen zu gewährleisten.

Aktivitäten sind bereits durch die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie der EU aus dem Jahr 2007 vorgegeben. Bis Ende 2011 sind die Gebiete mit signifikantem Hochwasserrisiko zu identifizieren, für die bis Ende 2013 Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten und bis Ende 2015 Hochwasserrisikomanagementpläne zu erstellen sind.

Niedrigwassermanagement

Durch den Rückgang der Niederschläge in den Sommermonaten können längere Trockenzeiten mit häufigeren und ausgiebigeren Niedrigwasserperioden auftreten. Niedrigwasserabflüsse und Niedrigwasserperioden haben wesentliche Auswirkungen auf die Wassermengen- und Wassergütwirtschaft, den Landschaftswasserhaushalt, die Wasserversorgung, die Gewässerökologie, Landwirtschaft, Fischerei, Schifffahrt und Energiewirtschaft. Die Nutzung oberirdischer Gewässer kann erheblich eingeschränkt werden. Erhöhte Wassertemperaturen und stark verringerte Abflüsse, aber auch erhöhte stoffliche Belastungen infolge verringerter Verdünnung von Abwässern können zu einer deutlichen Abnahme der Gewässergüte führen. Dies kann Auswirkungen auf die Gewässerökologie sowie auf die Unterhaltung der Gewässer haben.

Handlungsoptionen liegen in der Überprüfung der Bewirtschaftungsbedingungen für Entnahmen, Einleitungen und Stau sowie der Überprüfung der Bewirtschaftungsbedingungen für die Energiegewinnung (insbesondere kleine Wasserkraftanlagen) und Landwirtschaft. Zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Die Wasserversorgung muss trotz Niedrigwasserereignisse sichergestellt werden. Eine Regelung der Mindestwasserführung in Fließgewässern ist vorzusehen und gegebenenfalls mit entsprechenden technischen Maßnahmen unter Beachtung der gewässerökologischen Auswirkungen sicher zu stellen.

Insbesondere im Sommer kann es zu Problemen bei der Einleitung von Kühlwasser kommen, da dadurch die Wassertemperaturen ansteigen und in Folge dessen der Sauerstoffgehalt im Wasser auf ein für Fischpopulationen und andere aquatische Lebensformen nachteiliges Niveau absinkt. Die Folgen wären – wie bereits am Rhein vorgekommen – die Abschaltung von Kühlanlagen bei Industrien und Kraftwerken.

Speicherbewirtschaftung (Talsperren und Rückhaltebecken)

Talsperren, Speicher und Rückhaltebecken bilden auch in Sachsen-Anhalt einen wichtigen Bestandteil der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur.

Sowohl die allgemeine Temperaturerhöhung als auch die erhöhten winterlichen Niederschläge verbunden mit früher auftretenden Hochwassern können Einfluss auf die Talsperren haben. Die generelle Erhöhung der Jahrestemperaturen bewirkt weniger winterliche Niederschläge in Form von Schnee und demzufolge einen geringeren Rückhalt in der Fläche. In morphologisch bewegten Gebieten wie im Harz kann es durch eine erhöhte Niederschlagsintensität in Zusammenhang mit der Niederschlagsform zu einem erhöhten Sedimentabtrag kommen, der mit einem vermehrten Sedimenteintrag in die Talsperren und Rückhaltebecken einhergehen kann. Hier ist mit einem geeigneten Flächenmanagement vorzubeugen bzw. entgegenzuwirken.

Durch eine verstärkte Eutrophierung durch erhöhte Strahlungsenergie sowie die Verlängerung der Sommerstagnation ist mit einer veränderten Rohwasserqualität zu rechnen. Bei den Bewirtschaftungszielen Hochwasserschutz und Trinkwasserbereitstellung kann es zur Konkurrenz kommen.

Die Bemessungsparameter für Speicher und Rückhaltebecken sowie die Betriebspläne zur Steuerung der Anlagen sind unter Berücksichtigung der Multifunktion für Niedrigwasseraufhöhung, Hochwasserschutz, Naturschutz und Naherholung entsprechend anzupassen.

Grundwasserhaushalt, Grundwasserstand und Grundwasserqualität

Durch die Veränderung meteorologischer Größen (Niederschlags- und Temperaturverteilung) kann es zu qualitativen und quantitativen Änderungen im Grundwasser kommen. Erhöhte Lufttemperaturen können sich auf die Verdunstung und damit auf den Grundwasserhaushalt auswirken. Eine abnehmende Grundwasserneubildung kann eine Zunahme der Stoffkonzentration im Grundwasser verursachen. Deshalb sind aussagekräftige Monitoringsysteme für die Überwachung der Grundwasserstände und der Grundwasserbeschaffenheit zu betreiben.

Der überwiegende Teil des Trinkwassers wird in Sachsen-Anhalt aus Talsperren bzw. oberflächennahem Grundwasser/Uferfiltrat bereitgestellt. Um eine fortlaufend gute Qualität zu gewährleisten, ist über eine Erweiterung bestehender und die Ausweisung neuer Trinkwasserschutzzonen nachzudenken.

Dem aus den Klimaveränderungen resultierenden höheren Zusatzwasserbedarf zur Gewährleistung einer bedarfsgerechten Versorgung von Pflanzenbeständen in der Landwirtschaft und insbesondere im Gartenbau ist in erster Linie durch Verbesserungen der Wassernutzungseffizienz in Verbindung mit wassersparenden Beregnungs- und Bewässerungsverfahren zu begegnen. Die Bewirtschaftungsbedingungen für Grundwasserentnahmen unter der Maßgabe eines sich verändernden Grundwasserhaushaltes, der auch für die Forstwirtschaft bedeutsam sein kann (Wald als Wasserspeicher), bestimmen und begrenzen letztendlich die Möglichkeiten der Bereitstellung von Grundwasser zu Beregnungs- und Bewässerungszwecken.

Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung für Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft)

Die Folgen des Klimawandels müssen bei der Planung der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur berücksichtigt werden. Gebietsweise ist mit einer geringeren, für die Wasserversorgung nutzbaren Grundwasserneubildung zu rechnen. Dem kann eine zeitweise Erhöhung des Wasserbedarfs in trockenen heißen Sommermonaten gegenüberstehen. In diesen Zeiten ist auch ein erhöhter Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft zu erwarten. Bei Extremwetterlagen kann es zu Ausfällen zumindest von Teilen der Wasserversorgung kommen (Hochwasser – Überschwemmung von Brunnen, Trockenzeiten - Trockenfallen von Fassungsanlagen). Handlungsoptionen sind sowohl die Erstellung von Konzepten zur Trink-, Kühl- und Brauchwasserversorgung sowie Abwasserentsorgung unter dem Blickwinkel des demographischen Wandels und des nachlassenden Wasserverbrauchs als auch die Anpassung der Kanalisation an die teilweise verstärkten Niederschläge, aber auch insgesamt rückläufigen Abwassermengen.

Die Sicherung der vorhandenen und erkundeten Wasservorkommen ist ebenso unstrittig wie die Priorität der öffentlichen Wasserversorgung bei der Grundwassernutzung. Für eine eventuelle Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen sind für die Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen klare Vorgaben anzustreben.

Gewässerökologie, Oberflächengewässer (Gewässergüte und Gewässerbiologie)

In Abhängigkeit von der Entwicklung des Niederschlag- und Temperaturgeschehens wird es Auswirkungen auf die Gewässerqualität, ihre Temperatur und die Gewässerbiologie geben. Die Oberflächenwasser sind davon besonders betroffen, da sie unmittelbar dem Wettergeschehen ausgesetzt sind. Eine zunehmende Wassertemperatur bewirkt im Sommer, dass der Sauerstoffgehalt der Gewässer sinkt. Generell erhöhen niedrige Wasserstände in Flüssen und Seen die Konzentration unerwünschter Stoffe im Wasser. Es sind die Auswirkungen geringerer Abflüsse aber auch Hochwasserereignisse auf die Gewässerqualität und Gewässerbiologie ebenso zu untersuchen wie der Zusammenhang zwischen erhöhten Gewässertemperaturen und Veränderungen in der Artenzusammensetzung. Maßnahmen zum Erhalt bzw. zur Verbesserung der Gewässerqualität sind zu ergreifen. Diese umfassen Maßnahmen zur Verringerung der diffusen und punktuellen Stoffeinträge sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Selbstreinigungskräfte der Gewässer, die von der Gewässerstruktur abhängig sind. Die Bewirtschaftungsbedingungen für Entnahmen aus Flüssen und Seen sind entsprechend der zu erwartenden Veränderungen zu überprüfen. Auch hier sind Monitoringsysteme für die Wasserstände und die Gewässerqualität für Oberflächenwasser auszuwerten.

4.2.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Forschungsbedarf zu den Auswirkungen des prognostizierten Klimawandels wird vorrangig für folgende Punkte gesehen:

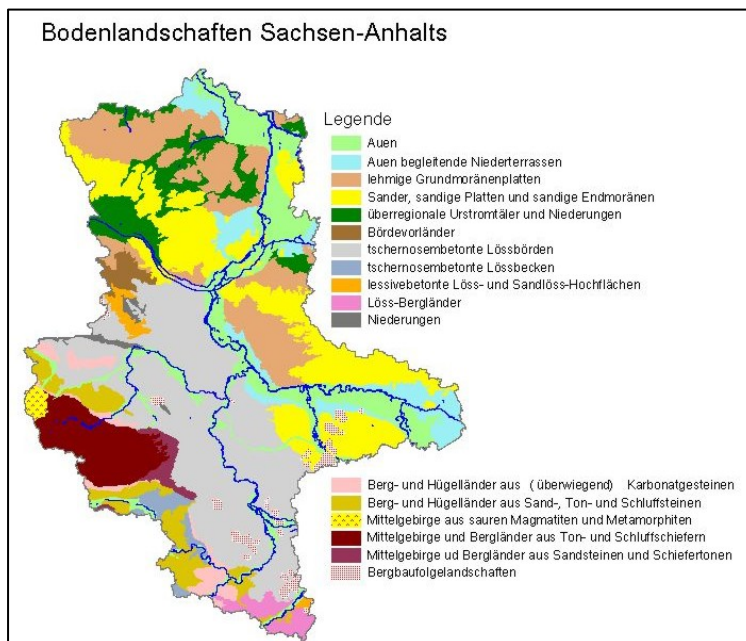
- Untersuchungen der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, den Bodenwasserhaushalt und den Landschaftswasserhaushalt und die Grundwasserneubildung im Rahmen von Monitoringverfahren und regionalen Studien
- Erstellung von Konzepten zur Ableitung/Einleitung von Kühlwasser auch unter sommerlichen Niedrigwasserbedingungen
- Bereitstellung von Konzepten zur Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung und der notwendigen Mindestwassermenge für Wasserkraftanlagen einschließlich der Anpassung der Bewirtschaftung (perspektivische Wasserbedarfsanalyse) bzw. der Entwicklung neuer Bewirtschaftungskonzepte unter Berücksichtigung der Belange der EG-WRRL für Fließgewässer

- Untersuchungen zur Anpassung der derzeitigen Bewirtschaftungskonzepte an die zu erwartenden veränderten hydrologischen Gegebenheiten insbesondere bei der Wasservorratshaltung in Talsperren (Wasserqualität und -quantität),
- Für das gesamte Wasserressourcenmanagement im Hinblick auf einen flächendeckenden guten ökologischen und chemischen Gewässerzustand.
- Prüfung der derzeitigen Retentionsflächen auf ihre ausreichende Funktion bei Hochwasser und Anpassung der Retentionsflächen an den hydrologischen Trend (erhöhte, intensivere Winterniederschläge)
- Ableitung verbesserter regionaler (Klima-)Szenarien von großräumigen Modellen (Untersuchung regionaler Auswirkungen auf den Wasserhaushalt)
- Untersuchung der Auswirkungen erhöhter oder niedriger Wasserführung auf die Qualität der Gewässer/des Grundwassers

Weiterer Bedarf kann sich im Laufe der Zeit im Rahmen der Projekte ergeben.

4.3. Boden

Im Naturhaushalt ist der Boden ein zentrales Element mit vielfältigen ökologischen und nutzungsorientierten Funktionen. Im Kontext des anthropogen gesteigerten Treibhauseffektes spielt er einerseits als größte terrestrische Kohlenstoffsенке, zum anderen als „Opfer“ des Klimawandels eine bedeutsame Rolle. Sachsen-Anhalt besitzt mit seinen Böden ein sehr gutes natürliches Potenzial für die wirtschaftliche Nutzung und die Entwicklung der Natur. Zwischen Boden, Klima, Vegetation und Nutzungen bestehen dabei vielfältige Wechselwirkungen, die standortspezifisch unterschiedliche Veränderungen des Bodens und seiner Funktionsfähigkeit bewirken. Klimainduzierte Veränderungen des Bodens wirken damit in anderen Handlungsfeldern der Klimaanpassungsstrategie. Qualitative und quantitative Schutzmaßnahmen sollen grundsätzlich vorsorgen und so weit wie möglich an der Ursache ansetzen. Hierzu müssen Monitoringsysteme den aktuellen Bodenzustand erfassen, zeitliche Veränderungen erkennen, die Bewertung von Ursachen ermöglichen und eine Grundlage für ableitbare Gegenmaßnahmen darstellen.



4.3.1. Handlungsfelder

- Auf-, Um- oder Abbau organischer Bodensubstanz (Veränderung der Kohlenstoffsенке-Funktion)
- Nährstoffkreislauf/-verfügbarkeit in Böden
- Zusammensetzung natürlicher Lebensgemeinschaften von Bodenorganismen
- Bodenwasserhaushalt, grundwasserbeeinflusste Böden
- Wasserrückhaltung, Oberflächenabfluss, Bodenerosion
- Schadstoffrückhalt und -abbau
- Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen
- Prognose der Bodenfunktionen unter geänderten Klimabedingungen und Nutzungsformen

4.3.2. Handlungsoptionen

Auf-, Um- oder Abbau organischer Bodensubstanz

Die organische Bodensubstanz (OBS) wird qualitativ und quantitativ maßgeblich vom Klima, der Vegetation, der Landnutzung sowie den Bodeneigenschaften bestimmt. Dabei sind Auf-, Um- und Abbau der OBS von den sich gegenwärtig vollziehenden Veränderungen des Wechselspiels von Temperatur und Niederschlägen beeinflusst.

Mit zunehmenden Gehalten der OBS werden die Eigenschaften des Bodens positiv beeinflusst. Für die Entwicklung und Ableitung von Strategien zum Erhalt oder der Erhöhung der OBS unter sich ändernden klimatischen Bedingungen ist die Untersuchung von Ursache-Wirkungsbeziehungen einerseits wie auch die Entwicklung von geeigneten Methoden und

Indikatoren zur Indizierung dieser Veränderungen erforderlich. Als Frühwarnsystem ist ein Monitoring zu organisieren, dass (negative) Entwicklungen frühzeitig erkennen lässt. Hierfür verfügbare Programme wie die Bodendauerbeobachtung, Dauerfeldversuche, Dauerversuche in Land- und Forstwirtschaft sind entsprechend in der Auswertung zu bündeln und Erfordernisse der spezifischen Weiterentwicklung zu prüfen und umzusetzen.

Nährstoffkreislauf/-verfügbarkeit in Böden

Der Nährstoffkreislauf besteht aus einer Reihe sensibler abiotischer und biotischer Prozesse und ist elementare Voraussetzung für eine ausreichende Nährstoffverfügbarkeit in Böden. Die heute vorhandene Menge an pflanzenverfügbaren Nährstoffen hat sich in langen Zeiträumen entwickelt und ist wesentlich an die OBS und Tonmatrix gebunden. Klimaveränderungen mit ansteigenden Temperaturen und reduzierten Niederschlägen führen zu einer starken Veränderung der Stoffkreisläufe, die erhebliche qualitative Störungen des Bodenökosystems zur Folge haben. Biotische Lebensgemeinschaften/Nahrungsnetze im Gleichgewicht sind für die vielfältigen Transformations- und Mineralisierungsprozesse erforderlich, die die Nährstoffversorgung für Pflanzen garantieren.

Die Überwachung der Gehalte von wichtigen Nährstoffen, Mineralsalzen und Spurenelementen in den Böden der Boden- und sonstiger Dauerbeobachtungsflächen ist weiterzuführen und die Entwicklung, Förderung und Kontrolle standortangepasster Nutzungs- und Düngestrategien zu verstärken.

Zusammensetzung natürlicher Lebensgemeinschaften von Bodenorganismen

Bodenorganismen haben einen ganz wesentlichen Anteil am Erhalt von Bodenfunktionen. Aufgrund ihrer vielfältigen biochemischen Stoffwechsellleistungen stehen sie in enger Wechselwirkung mit unterschiedlichen Bodenbestandteilen.

Wissenschaftliche Vergleichsmaßstäbe und Bewertungskonzepte zur Leistung von im Boden lebenden Organismen sind bis heute nur unzureichend vorhanden. Sie sind jedoch erforderlich, um die Frage zu beantworten, wie das Ökosystem Boden unter verschiedenen anthropogenen Nutzungsregimen auf Klimaänderungen reagiert und inwieweit sich das Ökosystem Boden und seine mikrobielle Gemeinschaft an diese Veränderungen selbständig anpasst und sukzessiv weiterentwickelt. Folgen dieser Entwicklung, wie ein möglicherweise verstärkter Abbau von organischer Bodensubstanz, sind zu klären.

Bodenwasserhaushalt, grundwasserbeeinflusste Böden

Veränderte Niederschlagsereignisse und ein Anstieg der Bodentemperatur wirken sich unmittelbar auf den Bodenwasserhaushalt aus und beeinflussen die für Pflanzen verfügbare Menge des Bodenwassers, Grundwasserstände, Mineralisierungsprozesse, Stoffkreisläufe und die Lebensgemeinschaften von Organismen in Böden. Ferner beeinflussen diese Faktoren auch sehr langsam voranschreitende Bodenbildungsprozesse in Abhängigkeit des Ausgangsgesteins.

Durch sinkende Grundwasserstände kommt es zur Zersetzung der in Moorböden gebundenen organischen Substanz und damit zur Freisetzung von Klimagasen sowie zur Veränderung der Gewässergüte, z. B. durch erhebliche Freisetzung bisher organisch gebundener Nährstoffe oder verschiedener Spurenstoffe (Metalle und Schadstoffe im weitesten Sinne etc.). Gleichzeitig sinkt damit das Wasserspeichervermögen dieser Böden, wodurch die Ertragsfähigkeit und –sicherheit verringert und die Tendenz zu Hochwasserereignissen verstärkt wird.

Um Basisdaten für die Überprüfung bzw. Eichung von Prognosemodellen des Wasserhaushaltes verfügbar zu haben, sind die Messungen des vorhandenen Boden-Beobachtungssystems (Boden-Dauerbeobachtungsflächen, Referenzstandorte, Dauerversuche, Lysimeter, Level II-Standorte der Waldzustandserfassung) fortzuführen. Durch die Erweiterung des Beobachtungsspektrums um klimarelevante Parameter und Indikatoren und

die Anpassung der Intervalle des Monitorings sowie durch die Anlage neuer Intensiv-Boden-Dauerbeobachtungsflächen ist das Monitoring den neuen Anforderungen anzupassen.

Wasserrückhaltung, Oberflächenabfluss, Bodenerosion

Bei den in allen Klimaszenarien dargestellten Tendenzen zu häufigeren und intensiveren Niederschlagsereignissen, ist die Aufnahmefähigkeit der Böden für Niederschläge und damit das Wasserrückhaltevermögen in der Fläche von wachsender Bedeutung. Bei der Bewirtschaftung hängiger Flächen mit wendender Bodenbearbeitung (Land- und Forstwirtschaft) besteht die Gefahr, dass durch die geringe Wasseraufnahme des Bodens steigende Anteile des Niederschlages oberflächlich abfließen und eine unproduktive Verlagerung von Wasser und Bodenerosion verursachen. Verdichtung des Bodens durch Befahren und unzureichende Bodenbedeckung verstärken diese Tendenz.

Die Entwicklung dauerhaft bodenverträglicher Nutzungsformen zur standortangepassten Erosionsminderung in der Land- und Forstwirtschaft im Rahmen der „Guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft“ ist weiter zu fördern.

Versiegelte Flächen gewährleisten in der Regel keinen effektiven Wasserrückhalt. Die Flächeninanspruchnahme und der Versiegelungsgrad im Bereich der Siedlungs- und Verkehrsflächen sind zu erfassen, Vollversiegelung so weit als möglich zu vermeiden und dezentrale Versickerungsmöglichkeiten zu nutzen.

Schadstoffrückhalt und –abbau

Schadstoffbelastete Auenböden und andere kontaminierte Standorte haben im Land Sachsen-Anhalt einen großen Flächenanteil. Eine Sanierung aller dieser Flächen ist aus technischen und finanziellen Gründen nicht realisierbar. Umso wertvoller ist die Erhaltung und Verbesserung der natürlichen Schadstoffrückhaltung und des natürlichen Schadstoffabbaus dieser Böden.

Steuergröße für die Funktion der Böden in Überflutungsflächen als Quelle oder Senke von Schadstoffen sind die periodischen Überflutungen und deren Dauer, die somit die Sedimentationsentwicklung und Schadstofffracht maßgeblich beeinflussen. Da sich die Wahrscheinlichkeit für Hochwasserereignisse durch den Klimawandel erhöht, ist die Schadstoffkonzentration zur Abschätzung der Auswirkungen mit aussagefähigen Monitoringsystemen zu überwachen und Nutzungsstrategien zu entwickeln, die eine Verlagerung von Schadstoffen weitgehend verhindern.

Für andere kontaminierte Standorte ist abzuschätzen, ob durch geringere Grundwasserneubildung und steigende Temperaturen positive oder negative Auswirkungen auf den Status quo zu erwarten sind.

Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen als klimabeeinflussender Faktor

Die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen, insbesondere der Ausgleichsfunktion des Bodens in Extremereignissen des Klimawandels (Wasserspeicherung, Temperatenausgleich) und des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs, erfordern die Vermeidung von Flächeninanspruchnahmen, das Flächenrecycling, versiegelungsarmes Bauen, ein gezieltes Bodenmanagement sowie die Entwicklung devastierter Flächen zu Böden mit hoher Leistungsfähigkeit für die klimarelevanten Bodenfunktionen. Die genannten Orientierungen sind in den Raumordnungsplänen und Bauleitplänen zu berücksichtigen und eventuell in Bodenschutzgebieten umzusetzen.

4.3.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

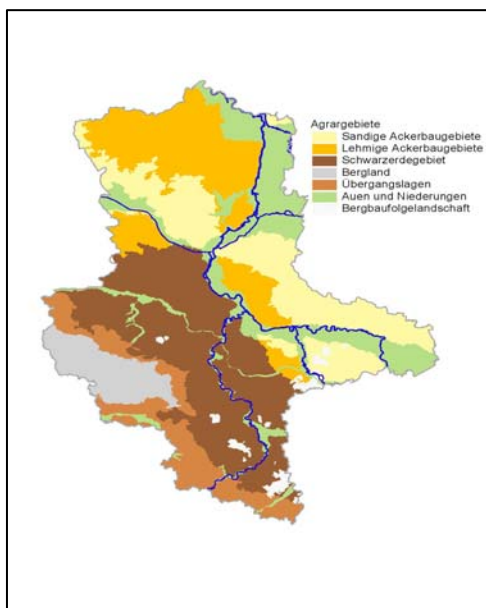
Es besteht Forschungsbedarf zu den Wechselwirkungen Boden ↔ Klima und insbesondere zu den Auswirkungen der prognostizierten Klimaänderungen auf die Bodenfunktionen in den besonders betroffenen Regionen (Mitteldeutsches Trockengebiet, Magdeburger Börde, Altmark, Harz) in Hinblick unter anderem auf:

- Auswertung von vorhandenen klimarelevanten Messergebnissen und Datenreihen (Dauerbeobachtungsflächen, Dauerversuche, Lysimetermessreihen, etc.)
- Optimierung von Monitoringsystemen und Probenahmestrategien für die Klimafolgenidentifizierung
- Weiterentwicklung von bodenverträglichen, humusschonenden und erosionshemmenden Bodenbewirtschaftungsverfahren, Düngungsregimen und Kulturarten
- Entwicklung von für die Region spezifischen Konzepten zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserspeichervermögens der Böden und der Wasserverfügbarkeit für die Vegetation unter Berücksichtigung des Landschaftswasserhaushalts und weiterer Ansprüche an die Wassernutzung
- Aufnahme des Status quo der funktionellen und strukturellen Diversität von Bodenorganismen-Gemeinschaften sowie des Pools der organischen Bodensubstanz in unterschiedlich genutzten landwirtschaftlichen Böden der vier genannten Modellregionen als Bewertungsgrundlage für die Entwicklung und die Auswirkungen des Klimawandels im Lande Sachsen-Anhalt
- Untersuchung bodenbildender Prozesse im Klimawandel und deren Auswirkung auf die Bodenfruchtbarkeit, vor allem in den besonders von Trockenheit betroffenen Regionen mit vorherrschenden Schwarzerdeböden aus Löss (Mitteldeutsches Trockengebiet)
- Monitoring und Prognose zum Schadstoffrückhalt und –abbau sowie des Austrags- bzw. Transportverhaltens von Nähr- und Schadstoffen der Böden
- Untersuchungen der Auswirkungen des Klimawandels auf den Stoffumsatz der Böden und damit auf die Nährstoffnachlieferung und –verluste
- Einführung systemischer prozessorientierter Modelle zur Analyse der Wechselwirkungen zwischen Landnutzung, Klima, Boden und Gewässer im Landschafts-Maßstab
- Weiterer Bedarf kann sich durch Ergebnisse der Projekte oder durch veränderte Klimaszenarien ergeben.

4.4. Landwirtschaft und Gartenbau

Die Landwirtschaft ist von den Folgen des Klimawandels in besonderem Maße betroffen, da sie mit und in der Natur produziert und vom Klima in vielfältiger Form abhängig ist. Dies gilt grundsätzlich auch für den Gartenbau, so dass die folgenden Ausführungen inhaltlich für Landwirtschaft und Gartenbau gleichermaßen zutreffen.

Ein angespannter Wasserhaushalt und zunehmende Wetterextreme gefährden die landwirtschaftliche Erzeugung und die Bodenfruchtbarkeit. Durch den Klimawandel werden sowohl in der Tierhaltung als auch in der Pflanzenproduktion neue Krankheiten und Schädlinge auftreten, des Weiteren wird sich das vorhandene Befallsrisiko erhöhen. Steigende Temperaturen und damit verbundener Stress beeinflussen die Leistung und Gesundheit von Pflanzen und Tieren in zunehmender Weise. Aufgrund der höheren Klima- und Witterungsvariabilität zwischen und in den Jahren muss von einer abnehmenden Planungssicherheit und erhöhten Produktionsrisiken für die Landwirtschaft ausgegangen werden.



Anpassungsbedarf und Handlungsoptionen werden in Sachsen-Anhalt aufgrund regionaler Besonderheiten nicht überall gleich sein. Dies resultiert im Wesentlichen aus Unterschieden in den natürlichen Standortfaktoren Klima und Boden sowie der Wasserverfügbarkeit. In den nördlichen und östlichen Teilen Sachsen-Anhalts, z. B. in der Altmark oder im

Fläming, sind die dort vorherrschenden leichten, sandigen Böden sehr trockenheitsanfällig. Der sich abzeichnende Rückgang der Niederschläge sowie die zunehmende Verdunstung während der Hauptwachstumszeit ab dem Frühsommer lassen Ertragsrisiken erwarten. Zunehmende Niederschläge im Winter und Frühjahr können im gewässerreichen Tiefland verstärkt zu ansteigenden Grundwasserständen und Vernässungserscheinungen führen, die eine Bewirtschaftung der landwirtschaftlich genutzten Flächen erschweren und zu Kultur- sowie Flurschäden führen können. Dies macht z. B. die Futtermittelversorgung in der Tierhaltung und die ausreichende Beschickung von Biogasanlagen mit energiereicher Biomasse zunehmend schwerer kalkulier- und beherrschbar.

Die tiefgründigen und humosen Böden im Schwarzerdegebiet können auf Grund ihrer Struktur viel mehr Wasser über das Winterhalbjahr speichern und den Pflanzen während der Vegetationszeit sowie in Trockenzeiten zur Verfügung stellen. Diese fruchtbaren Standorte sind aber erosionsanfällig und durch die häufiger auftretenden Witterungsextreme zukünftig stärker gefährdet. Insbesondere sehr große Feldschläge können im vegetationsfreien Zustand durch Erosion verstärkt betroffen werden.

Mit dem Klimawandel können sich aber auch neue Chancen für die Landwirtschaft ergeben. Sachsen-Anhalt wird, weltweit gesehen, nach wie vor zu den für die landwirtschaftliche Produktion begünstigten Regionen zählen. Der sogenannte CO₂-Düngeeffekt, verursacht durch die zunehmende CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, könnte negative Auswirkungen der ungünstiger werdenden klimatischen Wasserbilanz ausgleichen.

Wenn den Kulturpflanzen ausreichend Nährstoffe und Wasser für die Ertragsbildung z. B. durch Bewässerung über ein ausgewogenes regionales Wassermanagement zur Verfügung gestellt werden können, sind sogar höhere Erträge denkbar. Es ist von einer Verlängerung der Vegetationszeit auszugehen. Bisher hier nicht angebaute landwirtschaftliche Kulturen sowie Agroforstsysteme wie Kurzumtriebsplantagen können unter den neuen

Klimabedingungen das Anbauspektrum erhöhen und damit die Agro-Biodiversität einschließlich des Bodenschutzes verbessern. Der Bedarf und die Bedeutung der Nachfrage an landwirtschaftlicher Biomasse, insbesondere an nachwachsenden Rohstoffen wird, auch um Klimaschutzziele zu erreichen, steigen. Schon diese wenigen Beispiele zeigen, dass der Klimawandel durchaus mit positiven Effekten verbunden sein kann.

Die Voraussetzungen, um auf diese neuen Herausforderungen angemessen zu reagieren, sind aufgrund der vorhandenen Potentiale im Land günstig. Neben einer modernen Landwirtschaft haben Wissenschaft und angewandte Forschung mit dem Ausbau entsprechender Netzwerke hier gute Arbeitsbedingungen. Es gilt jetzt rechtzeitig Anpassungsstrategien zu entwickeln und für den Praxiseinsatz vorzubereiten, die es erlauben, Risiken und Potentiale zu erkennen und für eine ausgewogene Entwicklung zu nutzen. Hierbei sind die Akteure rechtzeitig zu informieren und zu beteiligen, ihre Anregungen sind, wie z. B. aus der Öffentlichkeitsbeteiligung, für eine weitere Ausrichtung und Untersetzung aufzugreifen. Für die Landwirtschaft und den Gartenbau besteht dabei das primäre Ziel, unter den sich ändernden Rahmenbedingungen die notwendige Versorgung mit qualitativ hochwertigen Ernährungsgütern sowie von nachwachsenden Rohstoffen nachhaltig sicherzustellen. Standortsicherung und Wertschöpfung in der landwirtschaftlichen Erzeugung müssen sich entsprechend der Standortbedingungen auf den Klimawandel einstellen, damit der ländliche Raum seine Versorgungsfunktionen auch zukünftig erfüllen kann.

4.4.1. Handlungsfelder

Pflanzliche Erzeugung:

- Standortangepasste und nachhaltige Anbausysteme
- Züchtung und Sortenprüfung, Sortenwahl
- Fruchtfolgegestaltung und Einführung neuer Kulturpflanzen und Kulturpflanzensysteme
- regionale standortangepasste Agroforstsysteme wie Kurzumtriebsplantagen
- Nachwachsende Rohstoffe
- Bodenbearbeitung
- Düngung und Humusreproduktion
- vorsorgender Bodenschutz
- Pflanzenschutz
- Einstau und Entwässerung, Stauregulierung
- Zusatzbewässerung, Infrastruktur
- Wasserspeicher
- Windschutzpflanzungen
- Landwirtschaftlicher Wegebau

Tierische Erzeugung:

- Tierhaltung, Stallbau und Stallklima
- Tierfütterung
- Tiergesundheit
- Tierzucht

4.4.2. Handlungsoptionen

Pflanzliche Erzeugung

Das Land führt Dauerfeldversuche und regionale standortbezogene Feldversuche durch, um die Auswirkungen des Klimawandels erkennen, beobachten und bewerten zu können. Es gilt, wichtige und auch existenzielle Fragen zur Klimaanpassung praxisnah beantworten zu können. Dabei stehen die Weiterentwicklung und Prüfung von Anbauverfahren des

integrierten und ökologischen Landbaus sowie von Agroforstsystemen (Kurzumtriebsplantagen) im Rahmen der Standortsicherung und Standortentwicklung im Vordergrund; d. h. die Prüfung neuer Kulturen und Sorten, die Anpassung von Saatzeit und Bestandesdichte, der Bodenbearbeitung, Düngung sowie des Pflanzen- und Bodenschutzes unter Beachtung der nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen. Dies geschieht in Kooperation u. a. mit führenden Landwirtschaftsbetrieben, wissenschaftlichen Einrichtungen, dem Landmaschinen- und Anlagenbau sowie der Pflanzenzüchtung und der Industrie. Eine darauf aufbauende Aus-, Fort- und Weiterbildung dient dem notwendigen Wissenstransfer.

Bodenschonende und standortangepasste, Wasser sparende Anbausysteme haben dabei einen entscheidenden Stellenwert.

Als eine Möglichkeit in dieser Richtung sind konservierende Bodenbearbeitungsverfahren zu sehen. Die auf der Bodenoberfläche verbleibenden oder oberflächennah eingearbeiteten Erntereste bieten einen natürlichen Verdunstungsschutz. Eine verbesserte Bodenstruktur erhöht die Infiltration des Regenwassers und das Wasserspeichervermögen des Bodens, fördert die Durchwurzelung. Bei günstigen Standortbedingungen steht den Pflanzen dadurch mehr Bodenwasser für die Ertragsbildung zur Verfügung, wodurch Trockenperioden besser überstanden werden können. Gleichzeitig wird bei der zu erwartenden Zunahme von Starkregenereignissen und Wind der Bodenerosion entgegengewirkt. Die verbesserte Infiltration trägt zum vorbeugenden Hochwasserschutz bei, da dadurch der Oberflächenabfluss reduziert bzw. zeitlich verzögert wird. Gleichzeitig muss unter bestimmten Bedingungen mit negativen Auswirkungen wie dem verstärkten Austrag von Pflanzenschutzmitteln gerechnet werden.

Eine weitere Strategie besteht darin, auf Nutzpflanzen und spezielle Sorten umzustellen, die eine höhere Trockentoleranz aufweisen und die Bestandesdichten in der Fläche so zu bemessen, dass es nicht zur Wasserkonkurrenz zwischen den Einzelpflanzen kommt.

Düngung und Pflanzenschutz sind anzupassen und unter Nutzung der Möglichkeiten des integrierten und ökologischen Landbaus weiterzuentwickeln, damit widerstandsfähige und ertragreiche Pflanzenbestände aufgebaut sowie unerwünschte Umweltbeeinträchtigungen so gering wie möglich gehalten werden.

Bei der Weiterentwicklung dieser Verfahren werden Fragen der Fruchtartendiversifizierung, der Aussaat und Bestandspflege und einer weiteren Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität geprüft. Dabei sind wichtige regionale und standorttypische Besonderheiten zu beachten. Ziel ist dabei auch, die Puffer- und Ausgleichsfunktionen der Anbausysteme und den Verdunstungsschutz weiter zu stärken, um zunehmende Produktionsrisiken abmildern zu können.

Der Klimawandel bedingt Veränderungen im Auftreten und der Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen in der landwirtschaftlichen Erzeugung. Überwachung, Prognose und Bekämpfungsstrategien sind anzupassen und zu vermitteln. Ein Warndienst wird durch den amtlichen Pflanzenschutz und Veterinärdienst unterhalten.

Die Auswirkungen des Klimawandels werden insbesondere in Bezug auf den Stoffumsatz der Böden und damit auf die Nährstoffnachlieferung sowie den Humuserhalt untersucht. Die Ergebnisse sind eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung der Düngungsberatung, um die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig sicherzustellen und Umweltbeeinflussungen möglichst gering zu halten. Des Weiteren gilt es die mit der pflanzlichen Erzeugung verbundenen Möglichkeiten u. a. der Kohlenstoffbindung zu nutzen, um damit zur Verbesserung der Standorteigenschaften beizutragen

Die Art und Weise sowie der Umfang der zukünftigen Bewirtschaftung der regionalen Wasserressourcen wird für die Landwirtschaft eine wichtige Rahmenbedingung darstellen

und die Entwicklung von Wassermanagementsystemen erfordern. Der Wasserbedarf vieler Kulturen und die Verdunstung werden zunehmen. Unter Beachtung der wasserrechtlichen Voraussetzungen und der ökonomischen Tragfähigkeit ist die Ausdehnung der Bewässerungsfläche eine zu prüfende Option. Bei der Nutzung der Wasserressourcen ist auf effiziente und Wasser sparende Technik sowie ein umfassendes Wassermanagement mit allen Partnern im ländlichen Raum zu orientieren. Die Möglichkeit der Schaffung von Wasserspeichern in Form von Rückhaltebecken und Stausystemen gilt es standortbezogen in Abstimmung mit den Umweltbehörden zu prüfen.

Vor allem im Tiefland, also im Norden und Osten Sachsen-Anhalts, werden neben der Zusatzbewässerung insbesondere Wasserregulierungsanlagen zum Rückhalt des Wasserabflusses in Trockenperioden und zur Entwässerung in Zeiten mit zu viel Niederschlag wieder an Bedeutung für die Ertragsbildung und -sicherheit gewinnen. Dies ist auch eine wichtige Voraussetzung, damit die landwirtschaftliche Biomasseproduktion eine Planungsgröße im ländlichen Raum für die der Landwirtschaft nachgelagerten Bereiche der Lebensmittelindustrie, verarbeitenden Industrie, der Bioenergieerzeuger u.a. sein kann.

Die prognostizierte Zunahme von Witterungsextremen erhöht die Wind- und Wassererosionsgefährdung für Boden und Pflanze. Die Gefahr des Auftretens von Hitzestress und länger anhaltenden Trockenperioden in der Vegetationszeit sowie von Vernässungen im Winterhalbjahr wird steigen. Sturm-, Hagel- und Hochwasserschäden könnten zunehmen. Mit Maßnahmen der Flurgestaltung, dem Erhalt oder der Wiederherstellung der Puffer- und Retentionsfunktionen der Landschaftselemente kann den negativen Auswirkungen entgegengewirkt werden. Kurzumtriebsplantagen bieten sich hier z. B. auf Grenzstandorten sowie auf erosionsgefährdeten Lagen an.

Neben den bereits genannten möglichen landwirtschaftlichen Anpassungen auf betrieblicher Ebene ist der gezielte Einsatz von genehmigungsrechtlichen Instrumenten und Planungsinstrumenten erforderlich. Dabei ist grundsätzlich darauf hinzuwirken, dass der Flächenentzug für andere Nutzungen weiter reduziert werden muss, so dass die Landwirtschaft die Herausforderungen der Anpassung an den Klimawandel meistern kann.

Tierische Erzeugung

Die Tierhaltung steht insgesamt vor der Herausforderung, sich auf den Klimawandel einzustellen und mit entsprechenden Maßnahmen zu reagieren. Ein Hauptaugenmerk im Bereich der Tierhaltung liegt dabei in der Tiergesundheit und der Sicherung der Versorgung der Tierbestände mit hochwertigem Futter. Dazu kommt, dass die Tierhaltung sich auf länger anhaltende Hitze- und Trockenperioden einstellen muss. Anhaltende Hitze- und Trockenperioden fördern bei den heimischen Tierrassen das Stressverhalten und beeinflussen damit die Qualität der erzeugten Lebensmittel. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, müssen in der Tierernährung somit auch neue Wege für eine effiziente Futtermittelversorgung und Nährstoffverwertung beschritten und vorrangig unterstützt werden.

Für die Tierhaltung, insbesondere für die Schweine- und Geflügelhaltung, ergeben sich aus dem Klimawandel große Anforderungen in der Entwicklung, Bereitstellung und Prüfung geeigneter Stallanlagen und Stallausrüstungen. Die Lüftungssteuerung und Klimagestaltung gewinnen zunehmend für die Gesunderhaltung und Leistung der Tiere an Bedeutung. Um den wachsenden Ansprüchen an die Tierhaltung gerecht zu werden, werden aber auch neue Wege in der Erzeugung und Verwertung von Bioenergie in und aus Tierhaltungsanlagen beschritten, die zur Standortsicherung und -entwicklung beitragen können und müssen. Beispiele hierfür sind u. a. die Nutzung der erzeugten Abwärme von Biogasanlagen zur Kühlung von Stallanlagen oder von landwirtschaftlichen Gütern durch Kraft- Wärme-Kälte-Kopplungssysteme oder die Wärme-, Gas- und Stromversorgung privater Haushalte und gewerblicher Unternehmen. Dies ist ein Erfolg versprechender Ansatz, der gemeinsam mit Betroffenen und interessierten Partnern im ländlichen Raum verfolgt wird.

Einer erhöhten Schädlings-, Krankheits- und Seuchengefahr in der tierischen Erzeugung ist bereits im Vorfeld der Entstehung und Ausbreitung durch geeignete Risikominderungs- und Bekämpfungsstrategien zu begegnen.

Neue Anforderungen ergeben sich auch für die Tierzucht. Die Prüfung von Tierarten und Rassen bzw. genetischen Varianten stellt ebenfalls einen Handlungsansatz für die sich abzeichnenden Herausforderungen dar. Dem Erhalt und der Weiterentwicklung der genetischen Ressourcen von Nutztieren kommt dabei zunehmend eine Schlüsselstellung zu, da sie Voraussetzung für die Züchtung neuer, angepasster und widerstandsfähiger Rassen ist.

4.4.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Regionale Konzepte zur Sicherstellung der notwendigen Versorgung mit Ernährungsgütern und nachwachsenden Rohstoffen bei gleichzeitiger Reduzierung der Emissionen produktionsbedingter Treibhausgase
- Fortschreibung der Planungsinstrumente und –grundlagen
- Überarbeitung des Konzeptes zur Anwendung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zum Schutz landwirtschaftlich nutzbarer Böden
- Weiterentwicklung von standortspezifischen Boden schonenden und Wasser sparenden Anbauverfahren zur Risikominderung
- Perspektivische Wasserbedarfs- und Wasserdargebotsanalyse in der Landwirtschaft
- Wassersparende Beregnungs-/Bewässerungstechnologien, Grundlagen für eine Beratung
- Perspektiven des nachhaltigen, landwirtschaftlichen Wassermanagements und der Landschaftswasserhaushaltsregulierung
- Konzepte für eine Anpassung der Landbewirtschaftung in Trinkwassereinzugsgebieten
- Entwicklung regionaler Kooperationsmodelle
- Weiterentwicklung des Humusmanagements
- Anpassung der Modelle der Düngbedarfsermittlung
- Einführung systemischer prozessorientierter Modelle zur Analyse der Wechselwirkungen zwischen Landnutzung, Klima, Boden und Gewässer im Landschaftsmaßstab
- Weiterentwicklung bzw. Anpassung der Prognosemodelle im Pflanzenschutz
- Untersuchungen zum Anbau neuer Kulturen unter Berücksichtigung der Problematik invasiver Arten
- Weiterentwicklung einer effizienten Tierernährung und Nährstoffverwertung, auch mit dem Ziel der Emissionsminderung
- Prüfung von Stallanlagen und Stallausrüstungen im Hinblick auf Tiergesundheit, Emissionsminderung und Energieeffizienz
- umweltgerechte Aufbereitung und Verwertung der Exkremente der Nutztiere, Kaskadennutzung (energetische Verwertung, Humusreproduktion, Düngemittelproduktion)
- Weiterentwicklung von Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung von Krankheiten und Seuchen bei Nutztieren
- Prüfung und Züchtung hitze- und stressresistenter Tierrassen bzw. genetischer Varianten

4.5. Weinbau

Die enge und wechselvolle Beziehung zwischen Jahrgang und Qualitätseinstufung eines Weines sind allgemein bekannt. In der Variabilität der Jahrgänge spiegelt sich diejenige des Klimas wieder. Daneben prägen Lage und Region sowie die unmittelbaren Standortverhältnisse (Boden, Relief, Exposition) den Charakter eines Weines. Obwohl Weinreben überall zwischen Tropen und Polarkreis wachsen, werden gute Weine nur in einem relativ engen Klimagürtel produziert, der auf der nördlichen Hemisphäre etwa zwischen dem 40. und 50. Breitengrad liegt. Zu heiße und zu kalte Klimate sind der Qualität von Wein gleichermaßen abträglich. Vor diesem Hintergrund sind zunehmend Auswirkungen durch die Klimaveränderungen im Rahmen der globalen Erwärmung für den Weinbau zu erwarten, die für den deutschen Weinbau nicht ausschließlich mit negativen Auswirkungen zu bewerten sind.

Mit 676,27 ha Gesamtfläche (einschl. Thüringen) zählt das Weinbaugebiet Saale-Unstrut zu den kleinen Anbaugebieten Deutschlands (Stand 31.12.2008).

Die Weingüter konzentrieren sich im äußersten Süden Sachsen-Anhalts überwiegend an den Hängen der Flusstäler von Saale und Unstrut (siehe Abb.).

Im Anbau überwiegen Weißweinsorten (73,70 % der Gesamtfläche), darunter als wichtigste Sorten

- Müller-Thurgau (18,29 %),
- Weißburgunder (12,28 %),
- Grüner Silvaner (8,46 %)
- und Riesling (7,46 %).

In den letzten Jahren hat sich der Anteil von Rotweinen auf derzeit 26,30 % erhöht.

Wichtige Rotweinsorten sind

- Dornfelder (7,24 %),
- Portugieser (6,82 %) sowie
- Blauer Spätburgunder (4,03 %).

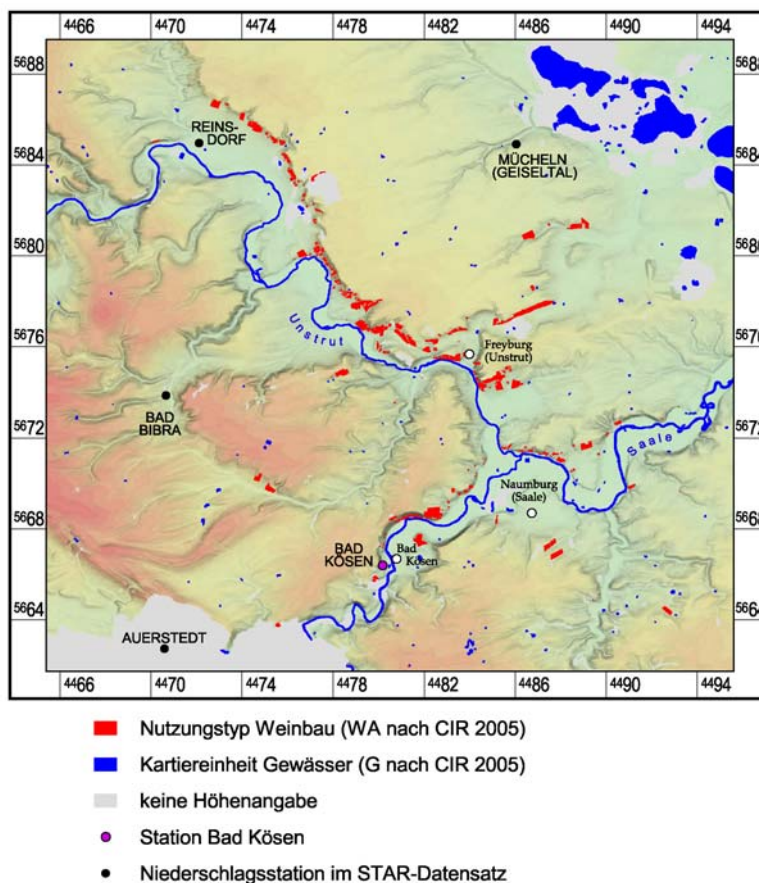


Abb.: Weinbauflächen in Sachsen-Anhalt (Quelle: PIK)

4.5.1. Handlungsfelder

- Sortenwahl, Sortenerweiterung und Standorteignung
- Genressourcen
- Produktionsverfahren und Anbautechniken
- Bodenschutz, Humuserhalt und Düngung
- Rebschutz
- Aus-, Fort- und Weiterbildung

- Marketing und das betriebliche Management

4.5.2. Handlungsoptionen

Sortenwahl, Sortenerweiterung und Standorteignung

Die Klimaveränderungen erfordern eine Neubewertung der Standorte hinsichtlich der Weinbaufähigkeit. Damit treten für den Winzer neue Herausforderungen in Bezug auf die Standortwahl auf, aber auch neue Standortperspektiven. Die thermischen Bedingungen während der Hauptwachstums- und Reifephase werden sich in den nächsten Jahrzehnten im Allgemeinen verbessern. Wachstum und Reife werden in Zukunft häufiger unter günstigeren bis hin zu optimalen Temperaturverläufen stattfinden. Es werden jedoch weiterhin einige der spezifischen und bisher typischen Gefährdungen (z. B. Spätfröste) bestehen bleiben. Im Gegensatz zu südlicher gelegenen Weinbauregionen in Deutschland, die zunehmend unter zu hohen Nachttemperaturen leiden werden, ist keine bedrohliche Zunahme der für die Reifung ungünstigen Tropennächte für die Weinbaugebiete in Sachsen-Anhalt zu erwarten. Insgesamt gesehen können sich diese Bedingungen positiv auf die angestrebte Weinqualität und den typischen Charakter der Saale-Unstrut-Weine auswirken. Der Qualitätsweinbau wird weiter möglich sein. Der zunehmende Anbau thermisch anspruchsvoller, auch spät reifender (Qualitäts-) Sorten (Cabernets, Weißburgunder) erscheint erfolgversprechend. Bei der Sortenwahl gewinnen Fragen der Krankheitsresistenz und Trockentoleranz zunehmend Bedeutung.

Produktionsverfahren und Anbautechniken

Produktionsverfahren und Anbautechniken sind an die zu erwartenden Veränderungen anzupassen. Die Unterlagenauswahl ist hinsichtlich Wasseraneignungsvermögen und Reifebeeinflussung zu prüfen und neu zu bewerten. Standraumbemessung, Erziehung und Stockarbeiten sind verstärkt auf eine Steigerung der Wassernutzungseffizienz und eine situationsabhängige Verringerung des Wasserbedarfs der Reben auszurichten. Eine perspektivische Ausrichtung auf langlebige Rebanlagen ermöglicht die Etablierung tiefwurzelnder Rebstöcke, die weniger anfällig in Trockenperioden sind. Bewässerungsverfahren könnten perspektivisch eine Option darstellen. Eine wichtige Grundlage dafür ist die langjährige, gesicherte Erfassung und Bereitstellung von Witterungsdaten im Weinbaugebiet.

Bodenschutz, Humuserhalt und Düngung

Die Bodenpflege ist hinsichtlich Wassereinsparung, Wasserkonkurrenz und Erosionsschutz zu optimieren. Ein standortangepasster Bodenschutz durch Abdeckung oder Begrünung und optimalen Humusgehalt muss dabei das Auftreten von Wasserkonkurrenz, Starkregen und Erosionsdynamik berücksichtigen. Eine gute Bodenstruktur durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz und Vermeidung von Bodenverdichtungen ermöglicht die Infiltration des Niederschlagswassers. Die Intensität und Häufigkeit der Bodenlockerung sollte möglichst gering sein, jedoch eine ausreichende Mineralisation zur Stickstoffnachlieferung gewährleisten. Die Einführung neuer Düngungsverfahren wie das CULTAN-Verfahren können zur bedarfsgerechteren Nährstoffversorgung der Rebstöcke und Umweltschonung beitragen.

Im Steillagenanbau ist unter Umständen den prognostizierten Extremereignissen mit wachsenden Aufwendungen durch Hangsicherungsmaßnahmen zu begegnen. Der klassische Trockenmauerbau ist sehr teuer. Hangsicherungsmaßnahmen erfordern auch die Anwendung neuer Technologien.

Rebschutz

Auch der Rebschutz muss sich den zu erwartenden Veränderungen stellen. Hierzu gehören neben dem Auftreten und der Ausbreitung neuer Krankheiten und Schädlinge, auch die Notwendigkeit der Erarbeitung von standortbezogenen Risikobewertungs- und

Behandlungsstrategien sowie neuer Prognosemodelle. Probleme der südlichen Weinbauländer sind zunehmend auch im Mitteldeutschen Weinbau relevant.

4.5.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Aus den Handlungsoptionen ergeben sich Ansätze für einen Forschungsbedarf im Weinbau:

- Veränderungen in den Produktionsverfahren und Anbautechniken
- Sortenprüfung (potentiell) wichtiger Sorten mit Beobachtung wichtiger phänologischer Phasen, der wichtigsten weinbaulichen Parameter und des Schaderregerauftretens
- Sortenerweiterung in den Regionen/Veränderung im Charakter traditioneller Sorten
- Verlangsamung des Reifungsprozesses
- Erfassung und Erhalt alter Sorten und seltener Klone (Genressourcen)
- Entwicklung neuer Bekämpfungsstrategien und Prognosemodelle im Pflanzenschutz
- Bewässerungsmanagement
- Erosionsschutz- und Hangsicherungsmaßnahmen (Wind, Wasser)
- Marketing und betriebliches Management

4.6. Forstwirtschaft

Wälder sind langlebige Ökosysteme mit einem evolutionär begründetem hohem Anpassungspotenzial, bei denen sich aber rasche und drastische klimatische Veränderungen erheblich auf die Stabilität und Leistungsfähigkeit auswirken können.

Insbesondere müssen die heute begründeten Waldbestände sowohl mit den derzeitigen, als auch mit den künftigen Klimabedingungen zurechtkommen. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder können in den höheren Lagen des Harzes (bisher Minimumfaktor Wärme) zu höheren Ertragsleistungen führen, während in weiten Teilen des Tieflandes eher mit Ertragseinbußen zu rechnen ist. Darüber hinaus sind höhere Risiken durch Schädlingsbefall, Stürme, Waldbrände und anderem mehr zu erwarten.

Die Stabilität und Produktivität der vorhandenen Bäume, Baumarten und Waldökosysteme wird davon abhängen, inwieweit sie resistent (Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse) bzw. elastisch (Fähigkeit eine Störung zu tolerieren und sich auf Veränderungen einzustellen) sind.

Die Anpassungsfähigkeit der Forstwirtschaft an sich schnell wandelnde Klimabedingungen ist aufgrund ihrer Ortsgebundenheit und der langen Produktionszeiträume sehr eingeschränkt.

Der Klimawandel hat gesellschaftliche und ökonomische Auswirkungen. Dabei sind langfristige Anpassungsmaßnahmen z. B. auf den Holzmarkt als auch die gesellschaftliche Beurteilung von Konflikten, die sich bei der Umsetzung forstlicher Anpassungsstrategien zwischen der Forstwirtschaft und anderen Akteuren ergeben, zu beachten. Wegen der Endlichkeit der fossilen und der anderen nicht-erneuerbaren Ressourcen ist vor allem die Produktion von Biomasse bedeutsam.

4.6.1. Handlungsfelder

- Erhaltung und angemessene Verbesserung der forstlichen Ressourcen und ihr Beitrag zu globalen Kohlenstoffkreisläufen
- Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Forstökosystemen
- Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion der Wälder (Holz und Nischholz)
- Bewahrung, Erhaltung und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen
- Erhaltung und angemessene Verbesserung der Schutzfunktionen bei der Waldbewirtschaftung (vor allem Boden und Wasser)
- Erhaltung sonstiger sozio-ökonomischer Funktionen und Bedingungen

4.6.2. Handlungsoptionen

Wegen der Langfristigkeit der forstlichen Produktion wird bei den waldbaulichen Handlungsoptionen zur Anpassung an den Klimawandel grundsätzlich zwischen kurz- bis mittelfristig wirksamen Aktivitäten für bestehende Wälder und langfristig ausgerichteten Anpassungsoptionen wie dem Baumartenwechsel unterschieden. Die Wirksamkeit der waldbaulichen Maßnahmen hängt von der Übereinstimmung der ökologischen Ansprüche der heute vorkommenden Waldbestände mit den Standortverhältnissen und den künftig zu erwartenden Klimabedingungen ab. Dort wo sie übereinstimmen, ist ein langfristiger Erfolg durch modifizierte Verjüngungs-, Pflege- und Nutzungskonzepte zu erwarten. Dort wo dies

nicht der Fall ist, kann es nur darum gehen, durch veränderte waldbauliche Strategien die Bestände soweit wie möglich zu stabilisieren, um sie geordnet und mit möglichst geringen ökologischen wie ökonomischen Beeinträchtigungen in eine andere Bestockung mit geeigneten Baumarten und Herkünften zu überführen. Für ein zielgerichtetes Vorgehen sind dafür auf der Ebene des Ökosystems Kenntnisse der genetischen und physiologischen Plastizität von Baumpopulationen zur Anpassung an klimabedingte Veränderungen erforderlich, um die Anbaueignung auf der Basis von sich ändernden abiotischen (Klima, Standort) und biotischen Faktoren (zwischenartliche Konkurrenz und Schädlinge) abschätzen zu können. Hinzu kommt die Identifizierung und Selektion von klimaangepassten Baumherkünften für eine langfristige Klimaanpassung.

Erhaltung und angemessene Verbesserung der forstlichen Ressourcen und ihr Beitrag zu globalen Kohlenstoffkreisläufen

Durch geeignete Pflege- und Nutzungskonzepte sowie angepasste wasserwirtschaftliche Maßnahmen (v. a. grundwasserbeeinflusste Standorte) sind Waldflächenverluste zu vermeiden und ggf. durch Aufforstung künftiger landwirtschaftlicher Grenzertragsböden der Bewaldungsprozent zu heben. Die Walderhaltung bzw. Waldvermehrung dient ebenso einer möglichst hohen Bindung von Kohlenstoff in Wäldern wie der Aufbau angemessen hoher Holzvorräte. Dabei sind stabile Strukturen und angemessene Nutzungsmöglichkeiten, die dazu beitragen, fossile Brennstoffe durch den nachwachsenden Rohstoff Holz zu substituieren und in Forstprodukten Kohlenstoff langfristig zu speichern, zu beachten. Die Maßnahmen sollten gleichzeitig auf die Stabilisierung der Bodenkohlenstoffvorräte ausgerichtet sein.

Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Forstökosystemen

Neben den o. a. waldbaulichen Maßnahmen sind Maßnahmen zum Schutz der Bodenfunktionen (z. B. Erhaltung der Wasser- und Nährstoffspeicherfunktion) wie auch zur Vermeidung biotischer Risiken erforderlich.

Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion der Wälder (Holz und Nichtholz)

Anpassungsmaßnahmen beinhalten den Anbau leistungsstarker Baumarten und -herkünfte mit einem angemessenen Nadelbaumanteil, die Sicherung der Flächenproduktivität und die Schaffung ausgeglichener Altersklassenverhältnisse.

Bewahrung, Erhaltung und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen

Waldbauliche Maßnahmen sollten ein vielfältiges Lebensraumangebot erhalten oder entwickeln (Strukturreichtum), Naturverjüngungen ermöglichen, die genetische Vielfalt sichern, Habitatbäume erhalten und angemessene Totholzvorräte belassen. Vorrangflächen für den Waldnaturschutz sind weiterhin mit besonderen Schutzziele zu belegen.

Schutzfunktionen der Wälder (vor allem Boden und Wasser)

Waldbauliche Maßnahmen sollten auf eine Erhaltung geschlossener Waldbestände zum Schutz vor Erosion, zur Vermeidung unerwünschter Stoffausträge und zur Verhinderung der Aufzehrung des Bodenkohlenstoffs ausgerichtet werden.

Erhaltung sonstiger sozio-ökonomischer Funktionen und Bedingungen

Die Entwicklung angepasster, stabiler und leistungsfähiger Wälder verbessert die Ertragslage der Forstbetriebe durch Absenkung der Risikokosten, rechtfertigt Investitionen, sichert die Rohholzversorgung für die stoffliche und energetische Nutzung und erhält Erholungsräume für die Bevölkerung.

Der in der LEITLINIE WALD abgesteckte waldbauliche Handlungsrahmen hat bezüglich seiner grundsätzlichen Aussagen seine Aktualität behalten. Sie ist allerdings unter Berücksichtigung der Klimaveränderungen weiterzuentwickeln. Dabei kommt dem Risikomanagement eine besondere Bedeutung zu.

4.6.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Voraussetzungen für gezielte wirkungsvolle Anpassungsmaßnahmen sind gesicherte Kenntnisse über den Klimawandel und der möglichen Reaktionen der Wälder.

Die für die Forstwirtschaft in Sachsen-Anhalt erforderlichen Untersuchungen werden hauptsächlich durch die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt durchgeführt bzw. organisiert.

Eine zentrale Rolle spielt dabei die Unterhaltung des Forstlichen Umweltmonitorings (Intensiv-Waldmonitoringflächen, Waldzustandserhebung, Bodenzustandserhebung) sowie das waldbaulich-ertragskundliche Versuchswesen.

Mögliche Untersuchungspunkte sind:

- Veränderungen des Wasserhaushaltes, der Humusumsätze und der Durchwurzelung
- Verbesserung des Kenntnisstandes zum Transpirationsverhalten der Baumarten und der Bodenvegetation
- Reaktionen auf eingeschränkte Wasserverfügbarkeit / Trockenstress
- Anpassung der Mortalitätsmodelle
- Veränderung der Vegetationszeit
- Regionalisierung von Klima- und Standortinformationen für Wälder
- Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse
- Identifikation von Grenzstandorten und Verbreitungsgrenzen
- Standort-Leistungsbezug der Waldbaumarten und -herkünfte
- Dynamische Standortklassifikation
- genetische Charakterisierung angepasster und anpassungsfähiger Herkünfte
- Überarbeitung der regionalen Waldbauplanung (Baumarten- und Herkunftswahl, Verjüngungs-, Bestandes- und Produktionsziele)
- Konsequenzen der veränderten ökologischen Rahmenbedingungen für den Waldnaturschutz
- Erhalt der Bodenkohlenstoffvorräte unter verändertem Temperatur- und Feuchteregime
- Entscheidungshilfen zum Risikomanagement (Trockenstress, Waldbrand, Sturm, Frost, Schadorganismen, ggf. neue Krankheitserreger)
- angepasste Verjüngungs-, Pflege- und Nutzungskonzepte
- Waldumbau unter dem Gesichtspunkt des Wasserrückhalts (vor allem in Gebieten mit negativer Wasserbilanz)
- Entwicklung von Prognoseinstrumenten (Ertrags- und Holzaufkommensprognose)
- Flächenkonkurrenz, Wasserkonkurrenz
- Verjüngungs-, Pflege- und Nutzungskonzepte
- Wechselwirkungen mit anderen Landnutzungstypen

4.7. Fischerei

In Sachsen-Anhalt findet die Fischerei nur in Binnengewässern statt, da kein Zugang zum Meer existiert. Im Gegensatz zur Situation z. B. in der Nordsee, wo durch den Anstieg der Wassertemperaturen in der jüngeren Vergangenheit Zielarten der marinen Fischerei Bestandsveränderungen zeigen, sind Auswirkungen des Klimawandels auf Fischbestände und deren Nutzung in Binnengewässern aufgrund ihrer höheren Heterogenität derzeit weniger klar und nicht quantifizierbar. Trotzdem kann sich der Klimawandel auch in diesem Sektor auf lange Sicht auswirken, wobei artspezifisch und in den einzelnen Sparten der Binnenfischerei unterschiedliche Folgen zu erwarten sind. So könnten erhöhte Durchschnittstemperaturen zu einer Verlängerung der Wachstumsaison insbesondere in der Karpfenteichwirtschaft, gleichzeitig aber auch zu verstärktem Wassermangel bei der Füllung der Teiche führen. Für die mit an kühles Wasser angepassten Arten wirtschaftenden Salmonidenzüchter in Sachsen-Anhalt könnte ein Anstieg der Temperaturen in verschlechterten Aufzuchtergebnissen resultieren. Und für die Fischerei auf natürlichen Gewässern wären insbesondere Zuwanderungen und die Etablierung von wärmeliebenden Fischarten, Fischnährtieren und Krankheitserregern aus südlichen Regionen möglicherweise problematisch.

4.7.1. Handlungsfelder

- Analyse der Klima bedingten Einflüsse des Klimawandels auf die Gewässer, die Fluss- und Seenfischerei, die Angelfischerei, die Teichwirtschaft und die Aquakultur
- Beobachtung der Einflüsse des Klimawandels auf bestimmte Fließgewässer, Seen, Teiche, Fischarten und die Fischerei, insbesondere in Folge des Temperaturanstiegs, der höheren Kohlendioxidgehalte der Atmosphäre, der veränderten Niederschlagsverteilung sowie der Zunahme extremer Wetterereignisse (z. B. Sturm, Hagel und Hitzewellen)
- Monitoring des Einflusses erhöhter Temperaturen auf Fischkrankheiten (Viruserkrankungen, Bakteriosen, Parasitosen)
- Beobachtung der weiteren Ausbreitung von Neophyten und Neozoen in den Gewässern

4.7.2. Handlungsoptionen

- Aufbau eines Fischartenkatasters in Form einer für andere Datenhaltungssysteme kompatiblen Datenbank-GIS-Lösung in enger Abstimmung mit dem Landesverwaltungsamt und dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft
- Bewertung der in Folge des Klimawandels möglichen Vor- und Nachteile für die Binnenfischerei, mit dem Ziel, die Bedingungen eingehend zu analysieren und Gefahren rechtzeitig vorzubeugen

4.7.3. Forschungsbedarf

Forschungsprojekte des Instituts für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow „Wanderfischprogramm Sachsen-Anhalt und Fischartenkataster“ (Forschungsaufträge des Landes Sachsen-Anhalt; Beginn der Arbeiten: 2009, Abschluss der Arbeiten: 2014). Hierin wird u. a. auch der Aspekt mit untersucht, dass im Zuge der großräumigen Vernetzung von Einzugsgebieten, des Transfers von Arten und der Veränderung klimatischer Verhältnisse eine Reihe fremder Fischarten in heimischen Gewässern in Ausbreitung begriffen ist, oft mit unklaren Folgen für einheimische Arten.

4.8. Naturschutz

Naturschutz ist eine staatliche Aufgabe, die die Erhaltung der Vielfalt von Arten und Lebensräumen auf Grund ihres eigenen Wertes und für das Allgemeinwohl zum Ziel hat. Gegenstand des Naturschutzes ist somit die Wahrung der Biodiversität in seiner der Evolutionsgeschichte entsprechenden natürlichen Ausprägung bei Beachtung und Sicherung natürlicher ablaufender dynamischer Prozesse.

Während singuläre Extremwetterereignisse, Hochwasser oder Waldbrände bisher eher begünstigende Auswirkungen auf biodynamische Prozesse hatten, ist zu befürchten, dass der nunmehr sehr schnell verlaufende Klimawandel bedrohliche Auswirkungen auf den Erhaltungs- und Überlebensgrad von Arten und Lebensräumen sowie deren Entwicklung haben wird. Dies kann nach heutigem Kenntnisstand besonders folgende Bereiche Sachsen-Anhalts betreffen:

- Norddeutsches Tiefland (Altmark)
- den Fläming
- das Mitteldeutsche Trockengebiet (Magdeburger Börde, nördliche und östliche Harzvorländer)
- die Flussauen

Da der zu beobachtende Klimawandel kein Ergebnis des Naturschutzhandelns, sondern der vom Menschen verursachten Übernutzung von Ressourcen ist, ist der Handlungsspielraum des Naturschutzes zur Begegnung der schädlichen Klimafolgen stark eingeengt.

4.8.1. Handlungsfelder

- Beobachtung des Erhaltungszustandes von Biotopen und Arten auf ganzer Fläche und von Lebensraumtypen und Arten auf Flächen des kohärenten europäischen ökologischen Netzes besonderer Schutzgebiete (Natura 2000)
- Erhaltung und Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts durch strikte Anwendung und Ausgestaltung der Eingriffsregelung und der nachhaltigen Ausführung von Ausgleichsmaßnahmen; Minimierung von Eingriffen in Natur und Landschaft
- schwerpunktmäßige Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung natürlicher und weitestgehend naturnaher Ökosysteme mit dem Ziel der Schaffung sich selbständig regulierender Systeme
- Schutz und Erhaltung besonders bedrohter und/oder seltener Biotope zur Erhaltung der angepassten Artenvielfalt, insbesondere der Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in Sachsen-Anhalt besitzen
- Erhaltung und Entwicklung eines effizienten, den neuen Bedingungen angepassten ökologischen Verbundsystems zur langfristigen Bewahrung und Vernetzung der Lebensräume und Sicherung der ökologischen Austauschbeziehungen
- Kooperation mit den großen Landnutzern wie Land- und Forstwirtschaft zur Bewertung der Umweltwirkungen von Anpassungs- und Vermeidungsstrategien in diesen Bereichen und Integration von Naturschutzkonzepten in diese Strategien
- Stärkung der praxisorientierten öffentlichen Naturschutzarbeit zur Umsetzung und Kontrolle naturschutzbezogener Maßnahmen
- Ausbringung ausschließlich gebietseigener Pflanzenarten als Kompensation für Eingriffe zur Stabilisierung der regionalen Ökosysteme

4.8.2. Handlungsoptionen

Zustandsbeobachtung

Wesentlichstes Aufgabengebiet ist es, den Zustand von Natur und Landschaft und deren dynamische Entwicklung im Kontext zu den anderen Sektoren zu beobachten und zu beschreiben. Dazu hat man sich solcher Instrumente wie z. B. Monitoringprogrammen zu bedienen. Diese müssen sich über alle naturschutzrelevanten Parameter erstrecken. So sind Zustand und Verbreitung sowohl heimischer Tier- und Pflanzenarten sowie deren Lebensräume zu überwachen als auch die Verbreitung und der Populationszustand der sich ausbreitenden invasiven Arten zu analysieren. Durch diese Umweltbeobachtung sind Störgrößen zu bewerten, die einerseits mit dem Klimawandel einhergehen, bzw. davon unabhängig durch Handlungsweisen des Menschen hervorgerufen werden.

Mit diesen Erkenntnissen sollen Ziele und Wege gefunden werden, die Verletzbarkeit der gewachsenen Ökosysteme zu minimieren und damit die natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen zu sichern.

Minimierung von Eingriffen

Unumstritten ist, dass der Klimawandel Einfluss auf die belebte Natur nehmen wird. Zeitliche und räumliche Verschiebungen von Temperatur und Feuchte- bzw. Trockenheitsverteilung werden somit als Stressoren auf die Vitalität und Überlebensfähigkeit von Tier- und Pflanzenarten vor allem in den Bereichen Altmark, Fläming und im mitteldeutschen Trockengebiet einwirken. Da davon auszugehen ist, dass sich solche Stressoren in ihren Auswirkungen verstärken können, ist dafür Sorge zu tragen, dass die vom Menschen beeinflussbaren ergänzenden Negativeinflüsse gering gehalten werden. Dies bedeutet, dass analog der Bemühungen und Aufrufe der Weltgemeinschaft zur Erhaltung der noch verbliebenen tropischen Regenwälder auch bei uns den Bemühungen des Naturschutzes um die Erhaltung gesunder, überlebensfähiger und sich selbst regulierender Ökosysteme größere Aufmerksamkeit gewidmet werden muss. Dazu gehört die Vermeidung zusätzlicher Zerschneidungen und Zersiedlungen von Landschaften und Lebensräumen bzw. die Rückführung solcher anthropogener Veränderungen, die Erhaltung von Korridoren für wandernde Tierarten, die Umgestaltung von Forsten in stabile und weniger störanfällige naturnahe Waldgesellschaften, die Wiederherstellung weitgehend naturnaher Gewässersysteme, die konsequente Anwendung natur- und klimaangepasster Wirtschaftsweisen in Land- und Forstwirtschaft sowie die Vermeidung einer weiteren Versiegelung der Landschaft. Um dies zu erreichen sind die bestehenden Instrumente des Naturschutzes, wie beispielsweise die Eingriffsregelung konsequent anzuwenden und Ziel- und Handlungskonzepte, die im Ergebnis der Landschaftsplanung herausgearbeitet wurden, nachhaltig umzusetzen.

Naturschutzfachplanungen

Das Erkennen des Zustands und der Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten sowie deren Lebensräume muss sich in Ergänzung um die Reduzierung von Störeinflüssen in konkreten Naturschutzfachplanungen und deren Fortschreibung niederschlagen. Das sind:

- Managementpläne für Natura 2000-Gebiete
- Arten- und Biotopschutzprogramme für komplexe Lebensräume
- Pflege- und Entwicklungspläne für Schutzgebiete
- Artenhilfsprogramme für den Schutz besonders bedrohter Arten
- Landschaftsplanungen aller Ebenen sowie
- die Biotopverbundplanung

In allen diesen Planungen müssen sich konkrete Maßnahmen wiederfinden, die geeignet sind, den Negativeinflüssen des Klimawandels zu begegnen.

Durchführung von Maßnahmen

Nicht nur Option, sondern zwingende Pflicht muss es sein, die aus den Planungen als notwendig erkannten Maßnahmen umzusetzen. Diese Umsetzungen haben gebietsweise durch die Ausführung von Landschaftspflegemaßnahmen, landesweit durch Hilfsmaßnahmen für spezielle Arten bzw. Artengruppen oder durch den Umbau der Bodenbedeckung hin zu naturnahen Ökosystemen zu erfolgen. Für die Durchführung dieser Maßnahmen sind die geeigneten Träger zu finden und Strukturen zu schaffen, die geeignet sind, die konkret vor Ort durchzuführenden Maßnahmen zu koordinieren, zu beauftragen und zu kontrollieren.

Besondere Beachtung ist dem Management gebietsfremder, invasiver Tier- und Pflanzenarten zu widmen, wobei Konkurrenzauswirkungen auf die heimische Artenausstattung im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen müssen. Darüber hinaus bedarf es der Untersuchung und Bewertung von Arten, die aus benachbarten biogeographischen Regionen in Deutschland und Europa klimawandelbedingt einwandern und eventuell zu einer stabilen Weiterentwicklung von Ökosystemen beitragen können.

Vernetzung der Lebensräume

Besondere Bedeutung kommt der Vernetzung der Lebensräume zu, da der Klimawandel nicht nur punktuell, sondern übergreifend von Einfluss ist. Durch die Erhaltung bestehender und die Wiederherstellung ehemaliger und potenzieller Austauschmöglichkeiten zwischen Individuen benachbarter Populationen soll es gelingen, diese gegen Umwelteinflüsse resistenter zu machen und so ihre Überlebensfähigkeit zu verbessern. Der Wiederherstellung ökologisch funktionsfähiger Gewässersysteme kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Die Umsetzung der Maßnahmen, die zu einem ökologischen Verbundsystem führen sollen, müssen von allen agierenden Handlungsträgern in Politik, Wirtschaft und Kommunalangelegenheiten zum Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten erhoben werden.

4.8.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Untersuchung von Arealverschiebungen heimischer Arten und Bewertung des auf heimische Ökosysteme einwirkenden Gefährdungspotenzials gebietsfremder Arten
- Untersuchung der Erhältbarkeit und des Anpassungspotentials von europäisch bedeutsamen Lebensraumtypen und Arten (Natura 2000)
- Untersuchung von Biotopveränderungen infolge der Verschiebung/Veränderung abiotischer und biotischer Faktoren
- Untersuchung des klimawandelbedingten Wandels in Lebensräumen und Ökosystemen unter Einschluss ökosystemarer Wechselwirkungen, Nahrungsketten, Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen
- Aktualisierung der bestehenden Naturschutzfachplanungen (Landschaftsprogramm, Arten- und Biotopschutzprogramme, Ökologisches Verbundsystem u.a.)
- Entwicklung von Konzepten zur Erhöhung der Durchlässigkeit der Landschaft
- Erforschung und Nutzung der Selbstheilungskräfte der Natur und Gestaltung naturverträglicher Landbewirtschaftungssysteme
- Durchführung von Untersuchungen zur Identifikation möglicher Synergieeffekte zu sektorenübergreifenden Maßnahmen zu Klima-, Biodiversitäts- und Nachhaltigkeitsstrategien

4.9. Regionale Wirtschaft

Alle in den anderen Abschnitten geschilderten Folgen des Klimawandels, z. B. auf die Gesundheit oder die Wasserverfügbarkeit, haben wirtschaftliche Folgen in Form von Kosten und Nutzen (vgl. Kap. 10). Hierzu zählen auch die zunehmende Flächenkonkurrenz und der damit verbundene Druck auf die vorhandenen Bewirtschaftungsflächen, die aus Sicht der Versorgungssicherheit insbesondere in den Sektoren Landwirtschaft, Energiewirtschaft, Wasser und Forstwirtschaft sowie des Natur- und Klimaschutzes zu berücksichtigen sind. Auch die hier aufgezeigten Handlungsoptionen im Rahmen einer Anpassungsstrategie sowie die Maßnahmen zum Schutz des Klimas sind mit Aufwendungen verbunden. Hierbei handelt es sich sowohl um private wie öffentliche Aufwendungen, die damit anderen privaten und öffentlichen Konsum- und Investitionszwecken entzogen werden, also Kosten verursachen.

Die vorliegenden Studien zu den „Kosten des Klimawandels“ (Stern 2007, DIW 2008) sind mit beträchtlichen Unsicherheiten und Lücken behaftet und nicht hinreichend regionalisiert. Für Sachsen-Anhalt prognostiziert das DIW Berlin wirtschaftliche Schäden von ca. 30 Milliarden Euro bis 2050 aus den folgenden Klimawandelfolgen:

- Reduzierte Nachfrage nach Wärme im Winter
- Gesteigerte Nachfrage nach Kühlung im Sommer führt zu erhöhtem Energiebedarf
- Durch Wasserknappheit bedingter Kühlwassermangel für Kraftwerke
- Anstieg von Krankheiten (Malaria)
- Zunahme hitzebedingter Krankheiten (Todesfälle)
- Abnahme der Arbeitsproduktivität bei extremer Hitze
- Rückgang von Tourismus in Skigebieten
- Anstieg von Ernteverlusten in der Land-/Forstwirtschaft
- Anstieg von Waldbränden *
- Veränderte Anbaumethoden in der Landwirtschaft
- Wassermangel
- Zunahme von Schädlingen
- Schäden an Immobilien durch Überflutungen *
- Zunahme an Infrastrukturschäden durch Überflutungen

* Anmerkungen zur Studie:

Insgesamt ist von einer Zunahme extremer Ereignisse wie Hochwasser, Orkane und Waldbrände und damit verbundener Auswirkungen (Störungen, Schäden, etc.) auszugehen.

Die Kosten für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel, inkl. der Aufwendungen für Forschungen zum Klimawandel, sind darin nicht enthalten. Wie bei anderen Umweltschutzaufwendungen kann man davon ausgehen, dass die Aufwendungen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel (netto) zu einem Beschäftigungszuwachs führen, weil Ausgaben im Umweltschutz mit einer durchschnittlich höheren Beschäftigungsintensität verbunden sein werden - auch und besonders im Bereich kleiner und mittlerer Unternehmen (UBA 2007). Weitere Chancen einer *frühzeitigen* Strategie des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel liegen in einer Verbesserung der Exportchancen für Technologien und Problemlösungskompetenzen aus Sachsen-Anhalt.

Neben diesen unmittelbaren wirtschaftlichen Folgen, können *indirekte* wirtschaftliche Effekte durch Änderungen der weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen beim Klimawandel entstehen. Zu den vorhersehbar wichtigsten indirekten Effekten kann eine langfristige Erhöhung der Energiepreise – unter anderem bedingt durch steigende Preise für Emissionszertifikate für die Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen gehören. Die dezentrale Stromerzeugung und der Transport zu den Laststandorten erfordern einen

zunehmenden Netzaus- und -umbau mit schwer einzuschätzenden Folgekosten. Zugleich ist mit steigenden Kosten des Risikotransfers durch Versicherungen und andere Träger, z. B. den Europäischen Sozialfonds (ESF) sowie die internationale Entwicklungshilfe, zu rechnen, die die Lage der privaten und öffentlichen Haushalte zusätzlich belasten.

Die indirekten Effekte für die regionale Wirtschaft in Sachsen-Anhalt wurden bislang nicht gesondert untersucht, dürften aber erfahrungsgemäß in der gleichen Größenordnung liegen wie die unmittelbaren wirtschaftlichen Effekte. Gezielte Strategien der Energieeinsparung und des Übergangs zu erneuerbaren Energien sowie der Unterstützung des Privatsektors im internationalen Emissionshandel und beim Aufbau von alternativen Risikotransfersystemen sind geeignet, die Folgen dieser weltwirtschaftlichen Änderungen zu dämpfen. Auch hier sind frühzeitige Maßnahmen mit erheblichen Chancen im Export von Problemlösungskompetenz verbunden.

Trotz aller Anstrengungen des Klimaschutzes sind eine Erwärmung und damit einhergehende Extremwetterereignisse bereits nicht mehr vermeidbar. Der Klimawandel hat bereits heute gravierende wirtschaftliche Folgen – nicht nur durch klimabedingte Katastrophen, sondern auch durch „schleichende“ Änderungsprozesse. Die mit dem Klimawandel einhergehenden Herausforderungen für Wissenschaft und Wirtschaft können allerdings auch neue Chancen bedeuten, zum Beispiel durch Entwicklung von Anpassungskonzepten und –technologien durch in der Region ansässige, international hervorragende Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen sowie anschließende Vermarktungsaktivitäten für entsprechend neue Produkte und Dienstleistungen. Da die Kosten für eine rechtzeitige Anpassung geringer sein werden als die Kosten der sonst zu erwartenden Schäden und für nachträgliche Reaktionen, sind Investitionen in Forschung und Entwicklung ein wichtiger Teil der Strategie, mit der Sachsen-Anhalt auf diese Veränderungen reagiert.

4.9.1. Handlungsfelder

Dazu können erst Ausführungen gemacht werden, wenn wesentliche unter 4.9.3. aufgeführte Forschungsfragen geklärt sind.

Vorab ist auf eine Verringerung der Anfälligkeit von Industrieanlagen, Energieversorgungsanlagen und Bergbauanlagen bei extremen Wetterereignissen im Rahmen einer laufenden Anpassung der Alarm- und Gefahrenabwehrpläne hinzuwirken.

4.9.2. Handlungsoptionen

Dazu können erst Ausführungen gemacht werden, wenn wesentliche unter 4.9.3. aufgeführte Forschungsfragen geklärt sind.

4.9.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Erarbeitung von Grundlagen der Zusammenhänge von Klimafolgen, Verwundbarkeit und Anfälligkeit für Folgen, Anpassungsdruck und -erfordernis, Anpassungskapazität und –grad sowie Anpassungskompetenz von einzelnen regionalen Akteuren und der Region und für verschiedene Raumtypen

- Charakterisierung der regionalen Begabungen und Entwicklungsbedingungen (z. B. Naturpotentiale und -ressourcen, natürliche Rohstoffe, Demographie, Umwelt, Land- und Forstwirtschaft, gewerbliche Wirtschaft, Industrie, Siedlungsstruktur, technische und andere Infrastrukturen) als Bereiche für Klimafolgenanalyse und Klimafolgenanpassung
- Untersuchung der Affinität von Wirtschaftsbranchen bezogen auf Klimafolgenanpassungsstrategien und -maßnahmen in verschiedenen Folgenbereichen
- Entwicklung regionaler Stoffstrommanagementsysteme
- Bewertung aktueller und zukünftiger Relevanz verschiedener Technologiebereiche (z. B. Materialtechnologien, Energiewirtschaft, Abfall-, Kreislaufwirtschaft, Wasser- und Abwassertechnologien, Informations- und Kommunikationstechnik, Biotechnologien, Messtechnik, Nachrichtentechnik, Pflanzenzüchtung und -schutz, Regeneration von Oberflächengewässern und Grundwässern, Meliorationstechnik und Bautechnologien) für die Entwicklung innovativer Anpassungsstrategien, -maßnahmen und Leistungsangebote
- Untersuchung der unternehmensinternen Bedingungen und Faktoren für die Anpassungskompetenz an Klimafolgen (Technisch-technologisches Know-how mit Synergiepotential für Klimafolgenanpassung, Innovationspotentiale, Marktcompetenz, Mitarbeiterqualifikation usw.)
- Ermittlung von Know-how-Bedarfen kleiner und mittlerer Unternehmen bei der Entwicklung spezifischer Anpassungskompetenz und Entwicklung geeigneter Unterstützungsangebote durch regionale Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen
- Abschätzung von Marktpotentialen für innovative unternehmerische Leistungsangebote in ausgewählten Bereichen der Klimafolgenanpassung
- Ermittlung von Zusammenhängen zwischen Klimafolgen- und Marktentwicklungen
- Forschung zu den Möglichkeiten des Regionalmanagements zur Initiierung, Unterstützung und Begleitung bei Verbesserung der regionalen Wertschöpfung, bei der Entwicklung von regionalen Clustern und Synergien, bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen

4.10. Tourismus

Der Klimawandel bedeutet für die globale Tourismusindustrie mehr Risiken als Chancen. Die regionalen und saisonalen Touristenströme werden sich verschieben; daher wird es Gewinner und Verlierer geben. In Sachsen-Anhalt stehen im Vergleich zur Mittelmeerregion andere touristische Aktivitäten und damit auch andere Auswirkungen des Klimawandels im Vordergrund. Auf der einen Seite können steigende Temperaturen und verlängerte Saisonzeiten Urlaubsziele attraktiver machen, auf der anderen Seite führen sie dazu, dass der Niederschlag in den Wintermonaten häufiger als Regen und seltener als Schnee fällt. Risiken stellen außerdem eine mögliche Zunahme von Stürmen und Überschwemmungen dar; diese sind bislang aber nicht kalkulierbar.

Sowohl für den Aktivurlaub als auch den Bade- und Strandurlaub an den Küsten und Seen Deutschlands werden keine negativen Auswirkungen des Klimawandels erwartet – im Gegenteil: es dürften sich positive Effekte aufgrund längerer Sommersaisons einstellen. Eine Verbesserung der Badebedingungen (höhere Temperaturen, weniger Niederschläge im Sommer) wird die Risiken des Klimawandels wie häufigere Wetterextreme überkompensieren. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass mit steigenden Temperaturen in den Badegewässern auch die Gefahr des Auftretens von Krankheitserregern steigen kann (s. auch Abschnitt 4.1.). Auch andere Formen des Aktivurlaubs in der Natur können durch verlängerte Saisonzeiten und durch die z. T. zu hohen Temperaturen in anderen Urlaubsregionen und den Städten profitieren.

Der Städtetourismus in den Sommermonaten hat sich bei der Angebotsplanung auf durchschnittlich erhöhte Temperaturen einzustellen. Eventuelle gesundheitliche Beeinträchtigungen durch höhere Temperaturen und verstärkte Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten sind zu kommunizieren, um das Verhalten der Gäste zu beeinflussen.

Besonders hart werden jedoch die deutschen Mittelgebirge aufgrund ausbleibender Schneefälle und ansteigender Temperaturen getroffen. Viele (insbesondere unter 800 m) könnten schneefrei bleiben oder zumindest mit einer kürzeren Saison rechnen. Ob die Wintersportgebiete etwaige Verluste im Winter durch mehr Urlauber in den Sommermonaten ausgleichen können ist fraglich. Noch bestehen auf kommunaler Ebene langfristig kaum geeignete Anpassungsstrategien. Der Harzer Verkehrsverband als regionale Tourismusorganisation und die Harz AG als Projektentwickler erarbeiten mit Unterstützung des Landes Sachsen-Anhalt alternative Angebote für die Wintersaison (z. B. Harzer Kulturwinter) bzw. Aktivurlaubsthemen, die auch im Spätherbst und im Frühjahr Möglichkeiten der Betätigung unabhängig vom Schnee bieten (Wandern, Trendsport). Weiterhin unterstützen die Harzländer Sachsen-Anhalt, Niedersachsen und Thüringen gemeinsam die HarzCard zur regionalen Bündelung der touristischen Angebote im Harz.

Die Anpassungsstrategien des Tourismus sind sehr stark von anderen Bereichen und deren Anpassungsstrategien beeinflusst. Beispielsweise zu nennen sind die Bereiche Naturschutz, Hochwassermanagement, was bei der zukünftigen Entwicklung zu berücksichtigen ist.

Weiterhin besteht die Gefahr, dass touristische Anpassungsstrategien mit einem erhöhten Ausstoß an Treibhausgasen verbunden sein können (z. B. der Ausbau von Beschneiungsanlagen im Wintersport oder erhöhte Verkehrsbelastungen). Die Auswirkungen der Anpassungsstrategien auf diese Emissionen sind zu untersuchen.

Beschneiungsanlagen werden für Sachsen-Anhalt nicht befürwortet. Das Thema ist eher im alpinen Skisport relevant, der in Sachsen-Anhalt keine Bedeutung hat.

Sofern es gelingt den Tourismus im Harz trotz saisonaler Schwächen im Winter insgesamt zu stabilisieren oder sogar die Gästezahlen zu steigern, würden die Belastungen durch den PKW-Verkehr nur wenig zunehmen. Wichtiger wird die saisonale Verteilung der Belastungen, sofern es gelingt mehr Gäste im Sommer in den Harz zu bekommen.

4.10.1. Handlungsfelder

- Tourismus im Harz
- Wassertourismus („Blaues Band“)
- Städtereisen

4.10.2. Handlungsoptionen

Tourismus im Harz

Der Harz wird sich darauf einstellen müssen, dass die Anzahl der Winter ohne Schnee bzw. mit wenig Schnee zunehmen werden. Dies ist im Hinblick auf die touristischen Leitbilder und auf Investitionen in den Wintertourismus zu berücksichtigen. Die Auswirkungen auf den Sommertourismus werden als überwiegend positiv eingeschätzt, zumal sich die Saisonanteile in den nächsten Jahren verschieben können. Der Harz entwickelt deshalb Themen, welche die zukünftigen klimatischen Bedingungen berücksichtigen. In der Region müssen vermehrt Ganzjahresangebote im Outdoor- und Indoorbereich entwickelt werden, die auch unabhängig vom Schnee attraktiv sind. Dabei ist von besonderer Bedeutung, die Anpassungsstrategien der anderen Sektoren hinsichtlich der Auswirkungen auf den Tourismus zu analysieren und mögliche Konflikte zu lösen (vgl. auch Kap.5.3). Beispielsweise kann ein erhöhtes Schutzbedürfnis für Gebiete in der Nationalparkregion Harz, die erhöhte Waldbrandgefahr durch Trockenheit erfordern, bestimmte Waldgebiete für die touristische Nutzung und/ oder den Individualverkehr zu sperren. Insbesondere für die touristische Nutzung im Sommer sind neue Angebote zu entwickeln, wobei die Nutzung der Oberflächengewässer eine besondere Rolle spielt, was wiederum Abstimmung zu den wasserwirtschaftlichen Bewirtschaftungsstrategien erfordert.

Die Anpassungsstrategien sind durch geeignete Kommunikationsmaßnahmen den Reisenden zu erläutern, damit diese sich auf veränderte Rahmenbedingungen in Bezug auf das natürliche Angebot (Natur, Klima) einstellen können.

Bei der Angebotsentwicklung, die zum Teil durch das Land gefördert wird, gehört die Einbeziehung der Zielgruppen (Erfahrungen, Erwartungen...) zum Standard in der Projektentwicklung. Wichtig ist, dass den Gästen z. B. die Thematik Borkenkäferbefall und adäquates Umgehen der Nationalparkverwaltung mit dem Thema vermittelt wird. Dies schafft die notwendige Akzeptanz!

Wassertourismus (Blaues Band)

Der Wassertourismus hat sich in den letzten Jahren begleitet durch die Marketingkampagne „Blaues Band“ positiv entwickelt. Bedingt durch geringe Niederschläge können sich die erforderlichen Bedingungen verschlechtern, z. B. durch geringe Wasserstände, durch verschlechterte Wasserqualität. Diese Auswirkungen sind zu analysieren und ggf. bei den Anpassungsstrategien anderer Sektoren (insbesondere Wasserwirtschaft, Landwirtschaft) zu berücksichtigen. Der Aspekt ist bei der Evaluation der Markensäule Blaues Band einzubeziehen.

Städtereisen

Städtereisen, die mehrheitlich in den Frühjahrs- und Herbstmonaten unternommen werden, bleiben weitgehend unabhängig von klimatischen Änderungen. Sie können durch die erwarteten klimatischen Bedingungen und in Verbindung mit Kultur- und Wellnessangeboten weiter ausgebaut werden.

Exkurs

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, besteht die Gefahr, dass touristische Anpassungsstrategien, wie touristische Aktivitäten insgesamt, ggf. zum verstärkten Ausstoß von Treibhausgasen führen.

An dieser Stelle ist die Kampagne „Grüne Karte zeigen“ zu erwähnen. Deren Leitgedanke ist es, unter dem Slogan „Grüne Karte zeigen“ Projekte mit Blick auf nachhaltigen Tourismus, Klimaschutz und Umweltbildung zu entwickeln und umzusetzen.

Vorrangiges Ziel ist dabei, urlaubsbedingte CO₂-Emissionen zu reduzieren und umwelt- und klimagerechtes Verhalten zu fördern (d. h. Schwerpunkt liegt auf Kompensation und Mitigation). Darüber hinaus werden für nachhaltig angelegte touristische Produkte Qualitätskriterien erarbeitet.

Mit der Eröffnung der Baumpflanzinitiative am Großen Goitzschensee (Bitterfeld-Wolfen) im Frühjahr 2009 wird das erste Projekt der Kampagne auf den Weg gebracht. Neben Besuchern Sachsen-Anhalts wird hier auch Sponsoren die Möglichkeit gegeben, durch Geldspenden Baumpflanzungen zu finanzieren. Auf diese Weise können die durch das eigene Reiseverhalten verursachten CO₂-Emissionen kompensiert werden.

Baumpflanzungen können auch Bestandteil von touristischen Angeboten sein, z. B. bei Themen zur Umweltbildung, oder sie werden als Erlebniskomponente einbezogen. Mit der Einbindung des Projektes „Grüne Karte zeigen“ in die Imagewerbung wird bundes- und landesweit für notwendige Aufmerksamkeit gesorgt. Zugleich wird der Tourismus- und Wirtschaftsstandort Sachsen-Anhalt weiter aufgewertet, was auch die erforderlichen Anpassungsstrategien unterstützt. Die Übernahme der Schirmherrschaft durch den Bundesumweltminister zeigt, dass Sachsen-Anhalt in Sachen innovative Ideen auf dem richtigen Weg ist.

4.10.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Der Wintertourismus im Mittelgebirge (Harz) wird als hoch vulnerabel eingeschätzt, für den Bereich des Sommertourismus werden verhalten positive Auswirkungen erwartet. Diese positiven Auswirkungen werden von den Anpassungsstrategien anderer Sektoren beeinflusst. Daraus ergibt sich folgender Forschungsbedarf:

- Analyse der Konflikte der sektoralen Anpassungsstrategien und Erarbeitung eines Konfliktmanagement auf regionaler Ebene (vgl. auch Kap.6)
- Entwicklung von Indikatorensystemen für die nachhaltige, d. h. ökologisch, ökonomisch und sozial ausgewogene Gestaltung der touristischen (Regional-)Entwicklung unter Berücksichtigung von Mitigation und Anpassung.

Der Tourismus muss sich insbesondere auf regionale und sektorale Anpassungen (z. B. Naturschutz, Wasserwirtschaft) einstellen und das regionale Angebot anpassen, um die erwarteten positiven Auswirkungen im Sommertourismus auch für die beteiligten Akteure zu erschließen. Daraus entsteht zum einen ein Bedarf an Strategien und Maßnahmen für die Lösung von Konflikten, wie mit zusätzlichen Begrenzungen (z. B. im Zugang in die Natur)

umgegangen werden kann und zum anderen Bedarf an angepassten internen und externen Kommunikationsstrategien.

4.11. Energiewirtschaft

Auch an die Akteure im Bereich der Energiewirtschaft, in der Wertschöpfungskette beginnend bei den Rohstofflieferanten, über die Erzeuger- und Vertriebssebene bis hin zu den Kunden stellt der Klimawandel zukünftig große und bislang nicht absehbare Anforderungen. Und dies gleich in doppelter Hinsicht: In Bezug auf den Klimaschutz und auf die Anpassung des Sektors an die Klimawirkungen.

In Bezug auf den Klimaschutz ist zu konstatieren, dass die Erzeugung und Nutzung von Energie 80 % aller Treibhausgasemissionen verursacht. Daher spielt die Reduzierung der energiebedingten Emissionen in der Energiewirtschaft, im Verkehr, in den Haushalten und in der Landwirtschaft eine eminent wichtige Rolle. Erreicht werden soll dies nach den Grundzielen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP) der EU und Deutschlands durch die Stärkung der Erneuerbaren Energien, die Verbesserung der Energieeffizienz, die Entwicklung kohlenstoffarmer Technologien sowie die CCS-Technik und durch Innovationen.

Das Energiekonzept der Landesregierung von Sachsen-Anhalt für den Zeitraum 2007 bis 2020 (Kabinettsbeschluss vom 25.10.2007) ist eines der ersten Energiekonzepte der Bundesländer, welches die Ziele der EU und der Bundesregierung (Beschlüsse von Meseberg) in Form des Integrierten Energie- und Klimaprogramms (IEKP) berücksichtigt. Neben den Energieträgern Erdgas (40%) und Braunkohle (20%), die auch künftig eine wichtige Rolle zur sicheren Energieversorgung spielen werden, setzt das Land verstärkt auf die Erneuerbaren Energien. Sachsen-Anhalt hat sich mit Erfolg in den letzten Jahren zu einem herausragenden Standort für die Erneuerbaren Energien entwickelt. Immerhin wurden im Jahr 2008 34,2 % des Nettostromes aus erneuerbaren Energie erzeugt. Dieser eingeschlagene Weg eines Energiemix soll zur Versorgungssicherheit und zu bezahlbaren Energiepreisen auf nationaler und europäischer Ebene beitragen und zugleich den Ausstoß von Treibhausgasen reduzieren. Der Emissionshandel wird hier langfristig eine zentrale Rolle spielen. Mindestens gleichwertig sind energie- und klimapolitisch die Maßnahmen zur Energieeinsparung und Energieeffizienz zu bewerten.

In Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel ergibt sich eine Vielzahl von Herausforderungen. Bei der Erzeugung von Energie stellt sich die Frage, wie sich die Potentiale zur Energieerzeugung im Kontext des Klimawandels verändern werden und wie ein optimaler Energiemix der Zukunft in diesem Zusammenhang aussehen sollte. Diese Frage stellt sich z. B. für die energetische Nutzung von Biomasse bei zunehmenden Dürreereignissen, die Nutzung von Windkraft bei vermehrten Sturmereignissen und auch für die Nutzung von thermischen Kraftwerken oder Wasserkraftwerken, die jeweils für eine effiziente Energieerzeugung eine gewisse Verfügbarkeit von Oberflächenwasser voraussetzen, die in Zukunft nicht mehr in der Weise gegeben sein mag wie in der Vergangenheit. Auch der Transport von Energie mag sich bei zunehmenden Extremereignissen schwieriger gestalten. Weniger anfällige Transport- und Energieüberleitungssysteme gehören daher auch zu einer robusten Anpassungsstrategie für den Energiesektor. Neben diesen direkten Wirkungen des Klimawandels sind aber auch indirekte Wirkungen für die Energiewirtschaft von besonderer Relevanz.

Hier liegen die Herausforderungen darin, auf die Änderungen der Energienachfrage und die Konsequenzen des Emissionshandels wirkungsvoll zu reagieren.

4.11.1. Handlungsfelder

- Direkte Wirkungen

Dies sind die unmittelbaren Folgen von Klima- und Wetteränderungen auf die Versorgungssicherheit der Wirtschaft, der Produktion, des Handels und der Bevölkerung mit Energie in Form von Strom, Gas und Kraftstoffen, wie z. B.

- Mangel in der Bereitstellung von Kühlwasser für thermische Kraftwerke
- Sturmschäden an Energieleitungen und Windkraftanlagen
- Anpassung an veränderte Stromabnahme

- Indirekte Wirkungen

- Energieeinsparung und Energieeffizienz
- Anpassung an Auswirkungen des Emissionshandels

4.11.2. Handlungsoptionen

Direkte Wirkungen

Klima- und wetterbedingt können in den Flüssen längere Niedrigwasserperioden auftreten, die die Bereitstellung von Kühlwasser für die thermischen Kraftwerke in der Menge und wegen der Aufwärmung der Flüsse in der Wiedereinleitung einschränken und somit die Leistung herabsetzen.

In Sachsen-Anhalt stellt sich diese Frage derzeit nicht, da es keine Kraftwerke gibt, die entsprechende Kühlwassermengen mit Durchlaufkühlung an Flüssen benötigen. Für zukünftige Planungen muss diese Thematik allerdings berücksichtigt werden.

Als vorausschauende Maßnahmen sind entsprechende Einsatzpläne im Sinne eines Frühwarnsystems aufzustellen bzw. verbesserte Kühlsysteme anzustreben.

Ebenfalls abhängig von der Wasserverfügbarkeit sind Wasserkraftanlagen, die bei geringerer Wasserführung der Flüsse geringere Leistung erbringen. Hier sind entsprechende Notfallkonzepte zu erstellen und bei der Planung neuer Anlagen ist die Wasserverfügbarkeit auch bei Extremereignissen zu berücksichtigen.

Die Häufigkeit und die Stärke von extremen Wetterlagen werden nach den Erkenntnissen zum Klimawandel zunehmen, was zu Sturm- und Eisschäden an den Energieleitungen und Windkraftanlagen führen kann. Die begonnene Ertüchtigung der Verteilnetze im Sinne einer höheren Widerstandsfähigkeit in den verschiedenen Netzebenen und deren weitere Vermaschung sollen hier weiterhin entgegen wirken. Für die Windkraftanlagen liegen bisher wenige Schadensereignisse vor, so dass zurzeit nur allgemeine Vorsorgemaßnahmen in Betracht kommen. Die Arbeiten der Energieversorgungsunternehmen zur Entwicklung von Sicherheitssystemen sind zu unterstützen. Dazu gehört, rechtzeitig Krisenstäbe in Zusammenarbeit mit den Ländern und Kommunen zu bilden.

Erfahrungen aus den Sturmereignissen der letzten Jahre zeigen, dass die modernen Kommunikationsnetze sensibel auf Stromausfälle reagieren. Hier ist es wichtig, eingebettet in Basisschutzkonzepte für Unternehmen und kritische Infrastrukturen (Schutz gegen Terrorismus und Naturkatastrophen) sowie den EU-Aktivitäten zu KRITIS, geeignete Maßnahmen abzuleiten.

Durch einen erhöhten Energiebedarf zur Kühlung in der Produktion, im Handel und in den Haushalten kann es in längeren Hitzeperioden im Sommer zu einem veränderten Stromabnahmeverhalten kommen. Demgegenüber steht in den zunehmend milder

werdenden Wintern infolge der Erwärmung eine Verringerung des Wärmeenergiebedarfes. Auf diese Phänomene ist mit geeigneten sinnvollen Konzepten zu reagieren, wie z. B. mit flexiblen Tarifstrukturen, die geeignet sind, Verbrauchsspitzen zu reduzieren.

Der Tagesrhythmus im Stromverbrauch kann sich künftig auch durch flexible Kosten verändern. Erfahrungen in Verbindung mit der Arbeit der Strombörse liegen hierzu noch nicht vor.

Mittelfristig können sich durch den Klimawandel die Potentiale der regionalen Energieerzeugung verändern: Starke Sturmereignisse können die Nutzung von Windkraft reduzieren, Dürreereignisse können die Biomassenutzung einschränken usw. Daher ist es sinnvoll, zeitnah die mittelfristige Strategie der Energieversorgung von Sachsen-Anhalt unter Berücksichtigung der vorliegenden Klimawandelszenarien neu zu bewerten und entsprechende Anpassungen vorzunehmen.

Indirekte Wirkungen

Indirekte Wirkungen können durch überalterte Kraftwerke und Energieleitungssysteme, Maschinen und Anlagen mit hohem Stromverbrauch sowie im unzureichenden Zustand der Gebäudeisolierung bestehen. Ein großes Feld sind die thermischen Prozessabläufe in den verschiedenen Branchen der Wirtschaft.

Die standörtliche Anordnung von Betrieben, Gebäuden und Anlagen im Hinblick auf den Hochwasserschutz und der Nutzung von regenerativen Energien ist unter dem Aspekt Versorgungssicherheit mit Energie und Produktion von Bedeutung.

Der verstärkte Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungen ist weiter zu unterstützen.

Die Energieeffizienz und Energieeinsparung soll im Rahmen ordnungspolitischer Entscheidungen aus dem IEKP das Einbringen von regionalen Aspekten verstärkt erreicht werden.

Für die weiteren Maßnahmen aus dem IEKP, wie :

- CO₂ arme Kraftwerkstechnologie
- Intelligente Messverfahren für den Stromverbrauch
- Saubere Kraftwerkstechnologien
- Einführung moderner Energiemanagement-Software
- Energieeffiziente Produkte- Kennzeichnung
- Betriebskosten bei Mietwohnungen
- Novelle der Energieeinsparverordnung
- CO₂-Gebäudesanierungsprogramm
- Verbrauchskennzeichnung von PKW
- Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur

sind im Lande noch Wege für eine verbesserte Energieberatung zu suchen und zu beschreiten.

4.11.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

In Bezug auf den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel konnte im Rahmen der Innovationsstrategie des Landes die Solarbranche in Sachsen-Anhalt seit dem Jahre 2000 eine überaus dynamische Entwicklung im Raum Bitterfeld /Wolfen -Thalheim nehmen. Die Branche hat dort ca. 1 Mrd. Euro investiert.

Die Forschungsinfrastruktur wurde umfangreich und zugleich erfolgreich ausgebaut. Die Spitzen-Cluster-Förderung „Solarvalley Mitteldeutschland“ soll erreichen, dass der Solarstrom ab 2015 wettbewerbsfähig wird.

Die Innovationsschwerpunkte greifen im Bereich der Erneuerbaren Energien (Photovoltaik, Biomassenutzung, Windenergie, Geothermie in Verbindung mit Speichersysteme und Netzmanagement) neue Wege auf. Die Clusterforschung „Forst und Holz Sachsen-Anhalt“ und das Projekt „Regionale Harz“ werden weitergeführt.

Ein Schwerpunkt der Klimaschutzpolitik muss in der intensiven Forschung und Weiterentwicklung sinnvoller Projekte zur Stromspeicherung liegen.

Im Rahmen des Programms „Regionale Wachstumskerne“ soll gemeinsam mit Sachsen eine höhere Wertschöpfung für die stoffliche Nutzung der bitumenreichen Braunkohle in Mitteldeutschland erzielt werden, so dass hier eine verbesserte Nachhaltigkeit in der Ressourcennutzung heimischer Rohstoffe erreicht werden könnte.

In Bezug auf die Klimaanpassung ist für die gesamte Wertschöpfungskette von der Rohstoffgewinnung bis zur Energieerzeugung und –nutzung eine verbesserte Wissensbasis hinsichtlich der Anfälligkeit der einzelnen Wertschöpfungsstufen auf den Klimawandel notwendig. Hierbei sind auch solche Wertschöpfungsstufen explizit einzubeziehen, die sich außerhalb Sachsen-Anhalts oder auch der Bundesrepublik Deutschland befinden.

Sofern technische Weiterentwicklungen die Verwundbarkeit der Energieerzeugung und -verteilung vermindern können, sind entsprechende Anstrengungen zu unterstützen, z. B. in Bezug auf Kühlsysteme für thermische Kraftwerke, Störanfälligkeit von Überlandleitungssystemen und Windkraftanlagen oder an Dürre angepasste Biomasseproduktionssysteme.

Ein wesentlicher Aspekt der Forschung sollte sich auch auf die neuen Muster der Energienachfrage beziehen, die sich bei verändertem Klima einstellen werden, sowie auf wirksame Instrumente der Nachfragesteuerung.

4.12. Landes- und Regionalplanung

Die Anpassung an den Klimawandel ist ein wesentlicher Bestandteil einer nachhaltigen Raumentwicklung und von elementarer Bedeutung für Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie. Diese Anpassung stellt eine fachübergreifende Aufgabe dar, die entsprechende Maßnahmen in allen Fachbereichen erfordert.

4.12.1. Handlungsfelder

Die Raumordnung als räumlich- und sektorübergreifende Planung erfüllt durch die Einbeziehung aller raumrelevanten Planungen eine steuernde und koordinierende/vermittelnde Querschnittsfunktion sowohl bei der vorausschauenden Bewältigung der Folgen des Klimawandels als auch in Hinblick auf wirksame Vermeidungs- und Minderungsstrategien. Dazu ist die weitere Förderung des Aufbaus von regionalen Netzwerken, die Intensivierung der Beratungs-, Moderations- und Koordinationsfunktion der Regionalplanung - insbesondere als Bindeglied zur kommunalen Umsetzungsebene - sowie die Durchführung eines Risikomanagements in enger Zusammenarbeit mit den regionalen Akteuren zweckmäßig.

4.12.2. Handlungsoptionen

Die im Rahmen des Klimawandels zu erwartenden Veränderungen wie Temperaturerhöhung, die Zunahme von extremen Witterungsereignissen mit Überschwemmungen und Dürre- und Hitzeperioden werden sich in Sachsen-Anhalt in unterschiedlicher Art und Bandbreite zeigen und erfordern Anpassungsstrategien insbesondere in folgenden Handlungsfeldern:

- vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten,
- Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen (bioklimatische Belastungsgebiete),
- verstärkte Sicherung von Wasservorratsgebieten angesichts möglicher wachsender Wasserknappheiten,
- räumlichen Anpassungsmaßnahmen im Bereich des Tourismus,
- klimabedingte Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen.

Eine energie- und flächensparende Siedlungs- und Verkehrsentwicklung folgt dem raumordnerischen Grundprinzip einer dezentralen Konzentration der Siedlungsentwicklung mit einer darauf abgestimmten Bündelung der linienförmigen Infrastruktur und beinhaltet damit eine auf den Klimawandel bezogene Minderungs- und Vermeidungsstrategie. Weitere Handlungsschwerpunkte der Raumordnung sind insbesondere die räumliche Vorsorge für den raumverträglichen Ausbau erneuerbarer Energien unter Einbeziehung der zugehörigen Infrastruktur, die effiziente Nutzung einheimischer Energien, die Standortplanung für Anlagen zur CO₂-Speicherung und die zugehörigen Leitungsnetze sowie die Erstellung/Unterstützung regionaler Energiekonzepte .

4.12.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Weiterentwicklung der Landes- und Regionalplanung im Hinblick auf den Klimawandel im engen Dialog mit Kommunen, Fachplanungen und Wissenschaft.
- Fortschreibung des Handlungskonzeptes auf der Grundlage einer Evaluierung des formellen und informellen raumplanerischen Instrumentariums in der Planungspraxis

unter Auswertung von Modellprojekten.

- Modellvorhaben zu Kaltluftzonen im Zusammenhang mit Hitzestaus in den Städten auf Bundesebene.

4.13. Bauwesen, Gebäudetechnik

Durch höhere Wärmebelastungen, insbesondere der städtischen Bevölkerung, entstehen Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden und somit auf die menschliche Gesundheit. Dem ist so weit wie möglich entgegenzuwirken, besonders wichtig werden zum Beispiel Maßnahmen wie städtische Grünzonen, lockere Bebauung, Berücksichtigung von Kaltluftzonen, Verkehrsentlastung und Verbesserungen des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) sein.

4.13.1. Handlungsfelder

Anpassung von

- Bauleitplanung
- Bauwerken/Gebäudetechnik
- Gesetzen/Vorschriften

4.13.2. Handlungsoptionen

Bauleitplanung

Im Rahmen der Bauleitplanung sind die Pläne so aufzustellen, dass der Klimawandel ausreichend Berücksichtigung findet. Dazu sind auch Maßnahmen zu ergreifen, die den bebauten Ortslagen mehr Kaltluft zuführen, bei Neuplanungen sind Grünzonen vermehrt mit einzuplanen und wenn möglich ist auch die Bebauung aufzulockern. In vorhandenen Ortslagen hat ein klimagerechter Stadtumbau zu erfolgen.

Auf Bundesebene sind für die regionale und lokale Ebene gute Beispiele für den klimagerechten Umbau von Siedlungen und Siedlungsstrukturen zu entwickeln. Des Weiteren sind die sozialen, kulturellen und ökonomischen Kontexte auf regionaler und kommunaler Ebene zu ermitteln, um die Anpassungsstrategie festlegen zu können.

Bauwerke/Gebäudetechnik

Bezüglich der Wohngebäude ist durch Extremwetterlagen mit einer erhöhten Materialbeanspruchung zu rechnen. Kältere Wintertage, heißere Sommertage sowie vermehrte starke Stürme und extrem starke Niederschläge sind zu berücksichtigen. Neben besonderen Gebäudeisolierungen (Dämmungen) sind die Dächer sicherer gegen häufigere starke Stürme und starke Temperaturschwankungen abzusichern.

Hinsichtlich der Gebäude sind die technischen Bauvorschriften (Normen) auf Extremwetterlagen anzupassen. Dächer müssen sowohl starke Hitze- und Kälteperioden als auch starke Stürme ertragen können. Probleme wird es immer bei historischen Gebäuden geben, da z. B. eine äußere Dämmung zumeist nicht möglich ist. Auch Dach- und Fassadenbegrünung können zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen.

Für den privaten Wohnungsbau sind Rahmenbedingungen und Anreizprogramme für Anpassungsmaßnahmen zu schaffen.

Da in Deutschland ein sehr hoher Anteil der jährlichen CO₂-Emission auf die Beheizung, Kühlung und Beleuchtung von Gebäuden entfällt, ist dem ganzheitlichen Grundsatz zum nachhaltigen Bauen besondere Beachtung zukommen zu lassen. Nachhaltiges Bauen strebt für alle Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden eine Minimierung des Verbrauchs von Energie und Ressourcen sowie eine möglichst geringe Belastung des Naturhaushaltes an.

Durch frühzeitiges Beachten nachhaltiger Planungsansätze kann die Gesamtwirtschaftlichkeit von Gebäuden erheblich verbessert werden.

Gesetze/Vorschriften

Die heutigen Gesetze und Vorschriften müssen angepasst werden, um auf mögliche Auswirkungen des Klimawandels im Bauwesen sowie bezüglich der Gebäudetechnik angemessen reagieren zu können.

4.13.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Bezüglich der Kaltluftzonen und Baumaterialien sind Modellvorhaben durchzuführen.
- Forschungsbedarf besteht bezüglich der Anpassung von Leitbildern und Planungsinstrumenten, wenn sich der Wissensstand in eine Richtung verfestigt hat.
- Transfer aus der Stadtklimaforschung (s. o.) in die Möglichkeiten der Stadtentwicklung und der Bauleitplanung.

4.14. Verkehr

Verkehr ist Mobilität auf Verkehrswegen im Nah- und Fernbereich. Durch den Klimawandel bedingte Störungen des Verkehrs können dazu führen, dass Verkehrswege kurzfristig oder aber auch langfristig nicht mehr genutzt werden können, was zur Mobilitätseinschränkung bis hin zu Versorgungsengpässen führen kann.

Auf den Klimawandel muss der Verkehrsbereich sowohl durch Maßnahmen der Materialanpassung, der Entwicklung und Sicherung der Infrastruktur und einem Reaktionsmanagement bei Extremereignissen reagieren.

4.14.1. Handlungsfelder

- Mobilität
- Binnenschifffahrt
- Verkehrsmanagement

4.14.2. Handlungsoptionen

Mobilität

Durch Ausfall oder Beeinträchtigung von Verkehrsabläufen wie z. B. durch Unwetter kann es zur Verlangsamung und zu Unterbrechungen von Verkehrsabläufen kommen. Es kann Einschränkungen der Bevölkerung hinsichtlich ihrer Mobilität zur Versorgung, Freizeit, Beruf, Schule und Ausbildung geben. Außerdem kann es zur Veränderung der Verkehrsmittelwahl führen. Durch Lieferausfälle kann zudem die Versorgung der Bevölkerung beeinträchtigt werden. Außerdem können dadurch bedingte Engpässe zur Verteuerung der Mobilität führen. Darüber hinaus sind Dienstleistungen auch im medizinischen Bereich gefährdet.

Auswirkungen sind auch im wirtschaftlichen Bereich möglich. Um gegen Extremwetterereignisse gewappnet zu sein, bedarf es in gefährdeten Gebieten entsprechender Maßnahmen, die zur Verteuerung der Infrastruktur führen können (Neubau, Instandhaltung und Ausbau).

Binnenschifffahrt

Insgesamt gesehen lassen sich für die Binnenschifffahrt derzeit keine genaueren und belastbaren Aussagen über die zukünftige meteorologische und hydrologische Situation auf regionaler Basis treffen. Insbesondere können z. B. keine Aussagen über die Auswirkungen auf die Binnenschifffahrt getroffen werden. So liegen für das Flusseinzugsgebiet der Wasserstraße Elbe noch keine belastbaren Angaben über die zukünftige meteorologische und hydrologische Situation für die Schifffahrt vor.

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat hierzu das Forschungsprojekt KLIWAS (Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt) initiiert, welches auf 2-5 Jahre ausgelegt ist. Die Auftaktkonferenz erfolgte am 18.03.2009.

Gegenwärtig gibt es noch keine gesicherten Erkenntnisse dafür, dass der Klimawandel den Flusswasserstand an der Elbe und Saale beeinflusst. Zwar gibt es durchaus Jahre mit auffälligen Niedrigwasserständen. In einer Mehrjahresbetrachtung relativieren sich aber diese Beobachtungen. So fallen die Unterschiede zum Sollwasserstand geringer aus als in früheren Zeiträumen. Die Niedrigwasserstände fallen deutlich geringer aus als früher.

Insbesondere am Oberlauf (Tschechien) sind Maßnahmen zur Kontrolle und Bewirtschaftung des Wasserstandes ergriffen worden. So beläuft sich die am Oberlauf schon aufgestaute Wassermenge auf 1,8 Mrd. Kubikmeter. Weitere Staumaßnahmen befinden sich dort in der Planung. Zielsetzung ist es, eine jahreszeitlich fast durchgehende Befahrbarkeit der Elbe wiederherzustellen.

Verkehrsmanagement

Die Verkehrssituation verändert sich bei Extremereignissen kurzfristig und erfordert eine schnelle und effektive Lenkung der Verkehrsströme. Dafür ist es erforderlich, über ein Management und die technischen Voraussetzungen einer jeweils kurzfristigen Umsetzung von Maßnahmen zu verfügen.

Im Sinne einer Vorhersage solcher Extremereignisse ist die Möglichkeit zu entwickeln, Umweltdaten direkt und administrationsarm in das Verkehrsreaktionssystem einzuspeisen. Mit dem Forschungsprojekt MOSAIQUE werden dafür gegenwärtig die Voraussetzungen geschaffen.

4.14.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Erhöhung der Attraktivität öffentlicher Verkehrsmittel zur Schaffung der Voraussetzungen für den Umstieg vom Auto auf Busse und Bahnen
- Ausbau von Knotenpunkten, Bau von Umgehungs- und Entlastungsstraßen, um Stand- und Wartezeiten und andere verkehrsbedingte Verzögerungen zu minimieren (auch Beseitigung von Bahnübergängen)
- Einbeziehung einer permanenten Umweltdatenerfassung (z. B. Stickoxide, Feinstaubkonzentration) in die Galileo-Anwendungsstrategie (Galileo = Satellitensystem) des Landes zur Optimierung der Verkehrslenkung (Landesinitiative angewandte Verkehrsforschung/Galileo-Transport Sachsen-Anhalt)
- Erforschung neuer Straßenbaumaterialien (Asphalt- und Gummimischungen) wegen der Gefährdung von Verkehrswegen durch die Zunahme von extremen Hitzetagen

4.15. Katastrophenschutz

Katastrophenschutz ist die Aufgabe, Schäden an Leben, Gesundheit und Sachwerten der Menschen bei größeren, örtlich nicht mehr zu bewältigenden Schadenslagen (Katastrophen) abzuwehren und die dafür erforderlichen Vorbereitungsmaßnahmen zu planen und zu ergreifen, aber auch an der vorläufigen Schadensbeseitigung mitzuwirken.

Durch dieses „besondere“ Aufgabengemisch (Prävention, Abwehr und teilweise Beseitigung) wirken sich Klimaveränderungen und –schwankungen in vielfältiger Weise auf den Katastrophenschutz aus.

Der Klimawandel wird auf lange Sicht zu einer Zunahme von Ereignissen wie Hochwasser, Orkane, Waldbrände sowie deren Extremen führen. Wie diese Extreme ausgeprägt sein können, haben das Hochwasser im Elbeinzugsgebiet 2002, die Hitzewelle im August 2003, das Schneechaos im Münsterland im November 2005 oder der Orkan „Kyrill“ im Januar 2007 gezeigt.

Erste übergreifende Analysen lassen darauf schließen, dass die verschiedenen Gesellschaftsbereiche und die Regionen von den Auswirkungen des globalen Klimawandels betroffen sein werden, allerdings in sehr unterschiedlichem Umfang und in sehr unterschiedlicher Art und Weise.

4.15.1. Handlungsfelder

- Gefährdungen im Bereich „Kritischer Infrastrukturen“ (KRITIS)
- Abgleich Soll-Ist
- Aufklärung und Handlungsanweisungen (Stärkung der Selbsthilfefähigkeit)

4.15.2. Handlungsoptionen

KRITIS

Gefährdungen im Bereich „KRITIS“ wie z. B.: Energie- und Trinkwasserversorgung, Transport- und Verkehrssysteme, Gesundheitswesen und deren technische Versorgungssysteme werden zunehmend Auswirkungen auf das Risiko- und Krisenmanagement von Infrastrukturbetreibern haben.

Deshalb müssen diese Bereiche auf ihre mögliche Anfälligkeit gegenüber klimabedingten Auswirkungen im Rahmen der Gefährdungsanalysen Katastrophenschutz untersucht werden, was zu einer Identifizierung von Risiken (Art, Eintrittshäufigkeit, Schadenspotenziale, Intensität,...) und daraus abgeleiteten Schutzziele führen soll.

Netzwerkstrukturen zur Frühwarnung innerhalb der Landesbehörden und mit den Betreibern von kritischen Infrastrukturen sowie mit der Bevölkerung sind deshalb zielgerichtet zu knüpfen, zu pflegen und zu erweitern.

Abgleich Soll-Ist

Vorrangig setzt Bevölkerungs- und Katastrophenschutz bei der Bewältigung eingetretener Schadensereignisse an. Sich wandelnde klimatische Verhältnisse und deren identifizierte Folgen bedingen jedoch möglicherweise ein Zusammenwirken des Katastrophenschutzes

mit anderen Bereichen und damit einen Abgleich und ggf. Anpassung mit dem bestehenden Vorhalt von Katastrophenschutzressourcen (Kräfte und Mittel) und anderer, in Verantwortung zuständiger Ressortbereiche stehender Krisenreaktionsmechanismen und -ressourcen. Des Weiteren sind auch Einsatztaktik und -technik dementsprechend anzupassen. Bereits vorhandene Instrumente werden dabei auch weiterhin genutzt bzw. neu eingesetzt.

Das Innenressort sieht sich insofern auch in einer Art Vermittlerfunktion zwischen verschiedenen Ressortzuständigkeiten des Krisenmanagements.

Auswirkungen sind auf die Planung und Koordination operativer Einsätze zu erwarten sowie ggf. in Änderungen des Ausstattungsbedarfs und der Aus- und Fortbildung des Katastrophenschutzes. In dieser Hinsicht können auch verstärkte Anforderungen an den Selbstschutz und die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung erforderlich werden.

Ein stetiger Abgleich zwischen notwendigem Schutzniveau und vorzuhaltenden Ressourcen durch die im Katastrophenschutz mitwirkenden Organisationen, Behörden und Kräften ist vorzunehmen.

Aufklärung und Handlungsanweisungen

Wichtig vor diesem Hintergrund sind Selbstschutz und Eigenhilfe. Bis Hilfe eintrifft, unabhängig von der Ursache der Notsituation, vergeht wertvolle Zeit. Zeit in der jeder Mensch auf seine eigenen Fähigkeiten angewiesen sein kann. Daher muss es eine langfristige Aufgabe sein, in geeigneter Weise Aufklärung zu betreiben. So können z. B. auch speziell entwickelte Handlungsanweisungen dazu dienen, bei (auch von klimatisch bedingten) Notfällen betroffenen Menschen, die Voraussetzungen zu schaffen, sich selbst und anderen Personen zu helfen. Dies bedeutet die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung langfristig zu stärken.

4.15.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Forschungsbedarf ergibt sich derzeit nicht.

Die für das Krisenmanagement des Katastrophen- und Bevölkerungsschutzes notwendigen Szenarien lassen sich auch aus Studien, Forschungen (z. B. im Bereich Landmanagement, Forstwirtschaft bzw. aus den Prognosen für entsprechende Modellgebiete) entnehmen (Synergien nutzen).

Eine GIS-gestützte Erfassung und Darstellung der räumlichen Verteilung von potentiellen Schadensgebieten für Planungen im Katastrophenschutz (Risikotool) werden bereits durch Bundesprojekte wie das Datenbanksystem deNIS II^{plus} realisiert.

4.16. Ernährungsvorsorge

Die Ernährungsvorsorge dient der Vorbereitung von Maßnahmen (Vorsorge) für die Sicherung der ausreichenden Versorgung mit Erzeugnissen der Ernährungs- und Landwirtschaft für den Fall einer Versorgungskrise, die vorliegt, wenn die Deckung des Bedarfes mit lebenswichtigen Erzeugnissen in wesentlichen Teilen des Bundesgebietes ernsthaft gefährdet ist und diese Gefährdung durch marktgerechte Maßnahmen nicht, nicht rechtzeitig oder nur mit unverhältnismäßigen Mitteln zu beheben ist - auf der Grundlage des Ernährungsvorsorgegesetzes des Bundes (EVG).

Der Klimawandel mit seinen möglichen Folgen wird inzwischen auch in diesem Kontext betrachtet, da Versorgungskrisen auch die Folgen des Klimawandels (z. B. Unwetter-/Hochwasserereignisse etc.) sein können.

4.16.1. Handlungsfelder

- Erarbeitung von Informationsmaterial und Handlungsempfehlungen für die Bevölkerung auf der Homepage des Landes <http://www.sachsen-anhalt.de/LPSA/index.php?id=2369>,
- Mitwirkung am Fachinformationssystem für die Ernährungsvorsorge von Bund und Ländern, Be-/Erarbeitung für Sachsen-Anhalt,
- Vorbereitung einer möglichen Eingriffsverwaltung (personell, strukturell, organisatorisch, verwaltungstechnisch)

4.16.2. Handlungsoptionen

Die Handlungsoptionen ergeben sich aus den vorstehenden Handlungsfeldern auf bundesrechtlicher Grundlage und der Vorbereitung der Durchführung in den Bundesländern, Landkreisen und Kommunen. Die Erfordernisse möglicher Folgen des Klimawandels werden zunächst gesondert betrachtet und sind bei der Ernährungsvorsorge entsprechend den beschriebenen Handlungsfeldern zu berücksichtigen.

4.16.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Ob und welcher Forschungsbedarf für Sachsen-Anhalt konkret anfällt, kann noch nicht abschließend eingeschätzt werden.

5. Besondere Themenbereiche

5.1. Modellregionen

Für Sachsen-Anhalt hat die AG Klimawandel insgesamt vier Modellregionen identifiziert, die für die Abbildung der Folgen des Klimawandels besonders geeignet sind, da sie das Gros der natürlichen Verhältnisse Sachsens-Anhalts charakterisieren. Daher sollten die Auswirkungen des Klimawandels auf das Land Sachsen-Anhalt im Rahmen zukünftiger Projekte vorwiegend in diesen Modellregionen näher untersucht werden. Unabhängig davon könnten jedoch zusätzlich auch weitere kleinräumige Bereiche für die Untersuchung spezifischer Fragestellungen zu den Auswirkungen des Klimawandels geeignet sein. Dies trifft insbesondere auf Prozesse in den Agglomerationsräumen zu, wie z. B. die Hitzebelastung in den Kernbereichen der Großstädte (Magdeburg und Halle).

Folgende Modellregionen wurden identifiziert:

5.1.1. Lössgebiete im Regenschatten des Harzes

Das Gebiet umfasst Kernbereiche des mitteldeutschen Trockengebietes. Für diesen Raum ergibt sich nach bisherigen Abschätzungen auf der Grundlage der Klimaszenarien eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber den Folgen des Klimawandels hinsichtlich einer

- Verstärkung der negativen Wasserbilanz
- Verringerung der Grundwasserneubildung
- Verringerung der Wasserführung in den Fließgewässern mit möglichen Konsequenzen für die Wasserqualität
- Ertragsminderung und/oder Verstärkung der Ertragsunsicherheit von landwirtschaftlichen Kulturen
- Erhöhung der Erosionsgefahr durch Wasser und Wind sowie ein verändertes Auftreten von Schadorganismen

5.1.2. Fläming/Elbaue

Die Modellregion umfasst die Landschaftseinheiten Hochfläming, Burger Vorfläming und Tangermünder Elbetal (Bezeichnungen laut „Die Landschaftsgliederung Sachsens-Anhalts“). Für diesen Raum ergibt sich nach bisherigen Abschätzungen auf der Grundlage der Klimaszenarien eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber den Folgen des Klimawandels hinsichtlich einer:

- Erhöhung des Risikos von Überschwemmungen infolge extremer Niederschlagsereignisse (Elbebereiche)
- zunehmenden Sturmanfälligkeit infolge der exponierten Lage gegenüber dem westlich vorgelagerten Elbetal (Fläming)
- Gefährdung des Wasserregimes durch starke Entnahme und prognostizierte klimabedingte Wasserdefizite (Fläming)

5.1.3. Altmark

Die Modellregion umfasst die gesamte Altmark. Für diesen Raum ergibt sich nach bisherigen Abschätzungen auf der Grundlage der Klimaszenarien eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber den Folgen des Klimawandels hinsichtlich einer:

- räumlichen und zeitlichen Umverteilung der Niederschläge und aller damit zusammenhängenden hydrologischen Randbedingungen für Böden, Ökosysteme und Landnutzungen
- Verringerung der Grundwasserneubildung und Wasserführung in den Fließgewässern
- Ertragsminderung und/oder Verstärkung der Ertragsunsicherheit von landwirtschaftlichen Kulturen
- Erhöhung der Erosionsgefahr durch Wasser und Wind
- Gefährdung wertvoller Biotope

5.1.4. Harz

Die Modellregion umfasst den gesamten Harz. Für diesen Raum ergibt sich nach bisherigen Abschätzungen auf der Grundlage der Klimaszenarien eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber den Folgen des Klimawandels hinsichtlich einer:

- Erhöhung des Risikos für Borkenkäferbefall durch steigende Temperaturen
- Veränderung im Niederschlagsregime – Zunahme der Niederschlagssummen im Winter bei gleichzeitiger Abnahme der Sommerniederschläge (Winterhochwasser und Niedrigwasserproblematik im Sommer)
- Verschiebung der ökohydrologischen Randbedingungen durch verändertes Niederschlagsregime (z. B. auch Gefährdung der Hochmoore!)
- Steigenden Quantität und Stärke der Extremwetterereignisse („Kyrill“) und Waldschäden
- Touristischen Nutzung im Winter
- Der Landnutzungswandel (Steigerung der Energiepflanzenproduktion) kann mit einem Anstieg der landwirtschaftsbürtigen Stoffeinträge verbunden sein (agrарische Nutzung der Hochflächen insbesondere im Unterharz)

Von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit den Modellregionen ist eine enge Kooperation mit denjenigen Behörden und Forschungseinrichtungen, die in den genannten Gebieten über langjährige Messreihen und Observatorien verfügen.

5.2. Wechselwirkungen und Nutzungskonkurrenzen

Anpassungsoptionen für einzelne Sektoren können zu Konflikten mit Zielen und Erfordernissen in anderen Bereichen führen. Diese gilt es zu erkennen und im Interessenausgleich zu entschärfen.

In diesem Abschnitt ist darauf hinzuweisen, dass hier kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht. Wie bereits im Exkurs unter 1. dargestellt, kann aufgrund der Tatsache, dass Konflikte zwischen zwei Bereichen jeweils im Block abgebildet werden und dann im konkurrierenden Bereich nicht wieder dargestellt werden, der Eindruck entstehen, dass in den Bereichen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft besonders viele Konfliktpotenziale liegen. Das ist allerdings maßgeblich durch die Struktur des Kapitels bedingt.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Landwirtschaft

- Nach den vorliegenden Erkenntnissen führt der Klimawandel zu größeren Ertragsschwankungen, die eine Zunahme des Risikos von unvermeidbaren Nährstoffausträgen zur Folge haben. Dies kann zu Beeinträchtigungen der Grund- und Oberflächengewässer führen.
- Eine Zunahme klimabedingter Extremereignisse erhöht das Risiko des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln in die Gewässer, z. B. durch Oberflächenwasserabfluss als Folge von Starkniederschlägen. Mit der Anlage von Gewässerrandstreifen kann dem

entgegengewirkt werden, allerdings führt dies zu einer Reduzierung der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Bei einer Anpflanzung von Gehölzen auf den Gewässerrandstreifen kann die tiefere Durchwurzelung zusätzlich die Funktionstüchtigkeit von Dränagen beeinträchtigen.

- Durch eine geringere Sickerwasserbildung kann es zur „Aufkonzentration“ von Nährstoffen kommen, die Nährstofffrachten sind jedoch vergleichsweise gering. Ein Überdenken des Konzeptes der Umweltnormen im Hinblick auf eine Frachtenbetrachtung ist erforderlich.
- Das Be- und Entwässerungsregime ist an das Wasserdargebot anzupassen. Ein angespannter Wasserhaushalt kann der Erteilung zusätzlicher wasserrechtlicher Genehmigungen für den zusätzlichen Bedarf an Beregnungswasser entgegenstehen. Die zusätzliche Wasserversorgung von landwirtschaftlichen Flächen kann wasserwirtschaftliche, gewässerökologische und naturschutzfachliche Risiken mit sich bringen. Andererseits führt eine unzureichende Wasserversorgung der Kulturpflanzen zu Ertragsdepressionen und schlechter Nährstoffverwertung.
- Ebenso kann eine Flächenumwidmung, bspw. für die Schaffung von Retentionsflächen für den Hochwasserschutz, zu einer Verkleinerung der landwirtschaftlichen Nutzflächen oder einem Nutzungswechsel führen, Zudem können die Verwertungsmöglichkeiten der auf den Retentionsflächen erzeugten Biomasse eingeschränkt sein. Das resultiert z. B. aus einem fehlenden Bedarf für den Grünlandaufwuchs bei Umwandlung von Acker in Grünland oder aus der Belastung des Grünlandaufwuchses durch den Eintrag von schadstoffbelasteten Sedimenten bei Überflutung der Retentionsflächen, was eine Verwendung des Aufwuchses als Nahrungs- oder Futtermittel in der Regel ausschließt.
- Die Etablierung von neuen Nutzungsformen wie Kurzumtriebsplantagen in Überschwemmungsgebieten kann Einfluss auf den Hochwasserabfluss haben.
- Der Erhalt, der Rückbau und die Neuanlage von Dränagen beeinflussen den Wasserhaushalt.
- Aus einem verstärkten Anbau von Biomasse für die Energiegewinnung kann eine erhöhte Ausschöpfung des Bodenwasserspeichers folgen, wodurch die Grundwasserneubildung reduziert wird.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Boden

- Verbesserungen bei der Vermeidung von Oberflächenabfluss und Erosion dienen auch dem Gewässer- und Hochwasserschutz.
- Längere Bodenbedeckung auf landwirtschaftlichen Flächen zum Erosionsschutz (Winterzwischenfrüchte) verringert die Grundwasserneubildung und schränkt die Wasservorräte für die Hauptfrucht ein.
- Maßnahmen zur Erhaltung oder Erhöhung der Humusgehalte im Boden verringern den Austrag von Nährstoffen durch Erosion und damit Beeinträchtigung von Gewässer und verbessern das Nährstoffspeichervermögen. Durch Vergrößerung der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens kann es zur Verringerung der Grundwasserneubildung kommen.
- Studien haben aber auch ergeben, dass es durch die zu erwartende Temperaturerhöhung zu einem erhöhten Stoffumsatz im Boden, zu Humusabbau und damit verbunden zu Stickstoffverlusten kommen kann.
- Bei der Einstellung hoher Grundwasserstände in Niederungen oder lokalen Feuchtgebieten, mit dem Ziel der Erhaltung der organischen Bodensubstanz und von Feuchtbiotopen, erhöht sich der Wasserverbrauch in diesen Flächen. Der Wasserverbrauch stellt eine Nutzungskonkurrenz zu anderen Nutzern dar. Bei geringer

werdender Wasserverfügbarkeit kann eine hinreichende bzw. hinreichend kontinuierliche Wasserbereitstellung aus klimabedingten Gründen oder durch konkurrierende Verbraucher nicht mehr gewährleistet werden.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Forstwirtschaft

- Aus Sicht der Wasserwirtschaft ist ein Waldumbau von reinen Nadelbeständen hin zu Misch- oder Laubbeständen anzustreben, um die Grundwasserspende zu erhöhen. Waldumbau- oder veränderte Waldbewirtschaftungsmaßnahmen ermöglichen eine Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens. Dem kann eine ertragreiche Waldbewirtschaftung (z. B. Fichte) gegenüberstehen.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Naturschutz

- Eine veränderte Intensität und Häufigkeit von Witterungsextremen kann zur Veränderung der Artenvielfalt (insbesondere bei zunehmender Trockenheit und Aufgabe von Staubewirtschaftung) führen. Durch Anpassung können sich naturraumtypische und standortgerechte Biozönosen etablieren, auch wenn dabei einzelne, nicht angepasste Arten ins Defizit geraten.
- Die Gestaltung der für den Hochwasserschutz vorgesehenen Flächen kann mit der Erhaltung naturschutzfachlich wertvoller Flächen konkurrieren.
- Die Erfordernisse der Landschaftswasserhaushaltsregulierung können mit Zielen des Naturschutzes und der Gewässerökologie kollidieren.
- Durch den Klimawandel bedingte reduzierte Wasserführung von Gewässern und geringere Grundwasserstände können die Existenz von Feuchtbiotopen gefährden. Erhaltungsmaßnahmen können im Widerspruch zu gewässerökologischen Erfordernissen stehen.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Gesundheit

- Starkniederschläge, Überschwemmungen und ansteigende Temperaturen können die Qualität der Gewässer für die Trinkwassergewinnung oder Badegewässer (Erhöhung der Verkeimungsgefahr, Krankheitserreger) beeinflussen.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Verkehr

- Hoch- oder Niedrigwasser kann die Nutzbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen einschränken.
- Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der EG-WRRL (natürliche/naturnahe Gewässerstruktur) sind so zu konzipieren, dass die Schifffahrt nicht signifikant beeinträchtigt wird.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Energiewirtschaft/Energieerzeugung

- In den Sommermonaten kann Niedrigwasser die Wassernutzung für Kühlzwecke für Kraftwerke einschränken.
- Vorhandene Standorte zur Wasserkraftnutzung sind unter Beachtung der Gewässer- und Umweltverträglichkeit (Durchgängigkeit, Mindestwasserführung) zu nutzen.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Landes- und Regionalplanungen

- Veränderte Intensitäten Häufigkeiten von Extremereignissen sind bei der Planung wasserwirtschaftlicher Infrastruktur, beim Ausweis von Risikozonen und Rückhalteräumen zu berücksichtigen.
- Maßnahmen der Wasserrückhaltung in der Fläche sowie der Grundwasserneubildung sind zu fördern. Dazu können die Minimierung von Neuversiegelungen und die Förderung von Entsiegelungen beitragen. Dem können jedoch geplante Baumaßnahmen entgegenstehen.

❖ Wasserwirtschaft ↔ Wirtschaft/Industrie

- Extremereignisse hinsichtlich Niederschlag und Temperatur bedürfen u. U. veränderter Sicherheitsanforderungen gegen Überschwemmungsgefahren und möglicher Produktionsunterbrechungen, z. B. von Kraftwerken wegen Kühlwassermangel.

❖ Landwirtschaft ↔ Boden

- Durch das häufigere Auftreten von Starkregenereignissen erhöhen sich die Anforderungen zur Gefahrenabwehr gegen Bodenerosion durch Wasser, insbesondere in Bezug auf andere Schutzgüter. Für die zu betrachtenden Schutzgüter (z. B. Biotope) sind realistische Schutzziele abzuleiten, die eine landwirtschaftliche Bodennutzung nicht in Frage stellen.
- Die Einführung bodenschonender und wassersparender Anbauverfahren bedeutet das sinnvolle Kombinieren vieler acker- und pflanzenbaulicher Verfahrensschritte und Maßnahmen. Einzelne Bausteine, z. B. Pflanzenschutzmitteleinsatz, können trotz auch nachteiliger Wirkungen nicht ohne Weiteres herausgenommen werden, ohne das gesamte jeweilige Verfahren und damit auch andere Ressourcenschutzziele zu gefährden. Mechanische Bekämpfung als Alternative bedeutet einen verstärkten Eingriff in den Boden oder die Notwendigkeit des Pflugeinsatzes, was erhöhten Stoffumsatz, Wasserverluste oder Erosionsgefährdung bedeuten kann.

❖ Landwirtschaft ↔ Naturschutz/Gewässerschutz

- Die Gefahr der Nichteinhaltung von Umweltqualitätszielen aufgrund von Extremereignissen steigt, z. B. kann Starkregen nach Düngung zu einem verstärkten Stickstoffeintrag in Gewässer führen.
- Änderungen der Bewirtschaftung können zu Konflikten mit naturschutzfachlichen Zielsetzungen führen.
- Die Einführung neuer Kulturen kann im Widerspruch zu Naturschutzzielen stehen.
- Landschaftselemente haben multiple Funktionen im Landschaftshaushalt, u. a. auch Rückhalte- und Filterfunktionen. Zielkonflikte entstehen meist aus den unterschiedlichen Wertungen dieser Funktionen.

❖ Landwirtschaft ↔ Verkehr

- Zunehmende Wassererosionsgefahr kann zu häufigeren Einträgen aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche führen (z. B. Erdreich auf Straßen nach Starkregen). Gleichzeitig kann Fremdwasserzufluss aus Verkehrsflächen und seinen begleitenden Anlagen landwirtschaftlich genutzte Böden gefährden.
- Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nehmen oftmals wertvolle Landwirtschaftsfläche in Anspruch und reduzieren weiter die Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft.

❖ Landwirtschaft ↔ Raumordnung, Bauleitplanung und Flurneuordnung

- Mit dem Landesentwicklungsplan und den Regionalen Entwicklungsplänen werden übergeordnete Planungen geschaffen, die die verschiedenen Nutzungsinteressen koordinieren und zu einem Interessenausgleich führen. Für die Anpassung der Landwirtschaft und des Naturschutzes an den Klimawandel wird es dabei für erforderlich gehalten, die fruchtbaren tiefgründigen und damit anpassungsfähigen Böden zu sichern und ebenso die Regulierung des Gebietswasserhaushaltes im Tiefland unter Berücksichtigung wasserabhängiger und wasserbeeinflusster landwirtschaftlich genutzter Flächen und deren weiterer Funktionen (Retention, Naturschutz usw.). Dies kann mit anderen Nutzungsinteressen kollidieren.
- Planungsinstrumente sind verstärkt zur Flurgestaltung zu nutzen, um die Auswirkungen der Extremereignisse zu mindern.

❖ Boden ↔ Forst

- Verdichtungen und Verknetungen des Bodens in Fahrtrassen bei der Holzgewinnung sind wegen des erhöhten Risikos eines gestörten Bodengashaushaltes und von Oberflächenabflüssen (Erosion) zu vermeiden.

❖ Boden ↔ Verkehr

- Durch Versiegelung gehen die im Klimawandel zunehmend bedeutsamen Bodenfunktionen verloren. Ersatzmaßnahmen sind vorrangig auf die im Klimawandel bedeutsamen Bodenfunktionen auszurichten.

❖ Boden ↔ Raumordnung und Bauleitplanung

- Durch Versiegelung gehen die im Klimawandel zunehmend bedeutsamen Bodenfunktionen verloren. Planungen sollen dem Verlust von Bodenfunktion vorbeugen. Flächen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sind auf Erhalt und Wiederherstellung der im Klimawandel bedeutsamen Bodenfunktionen auszurichten.

❖ Boden ↔ Energie

- Der Klimawandel führt weltweit zu einer Verringerung der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen. Insofern steht die Bodennutzung zur Energiegewinnung im Spannungsverhältnis zum Erhalt hochwertiger Böden für die Nahrungsmittelproduktion.
- Die Flächeninanspruchnahme durch Windenergie- und Solaranlagen führt durch Versiegelung, Veränderung der Niederschlagsverteilung und Verschattung zu Verlusten und Einschränkung von Bodenfunktionen und zur Veränderung bei Bodenprozessen.
- Die Energiegewinnung aus Biomasse ist im Sinne des Bodenschutzes nur insofern akzeptabel, wie für die schonende Bodennutzung Mindeststandards wie in der Nahrungsmittelproduktion bestehen. Nährstoffkreisläufe sind auf der gesamten zur Biomasseproduktion genutzten Fläche zu schließen (Ausbringung der Gärreste).
- Die momentane Vorgehensweise bei der Anlage von Windparks verbraucht durch Zuwegungen und Kranstellplätze deutlich zu viel Boden. Die Anordnung der WEA an bestehenden Wegen würde einen Teil der Boden zerstörenden und bei der Bewirtschaftung als Flurhindernisse wirkenden Zuwegungen vermeiden. Zuwegungen in Nutzflächen hinein bedingen zusätzliche Befahrungen in der Nutzfläche und damit Bodenverdichtungen. Bodenverdichtungen fördern den Oberflächenabfluss und damit die

Erosion und beeinträchtigen die Durchwurzelbarkeit und damit die Erschließung von Wasser und Nährstoffen durch die Pflanzen.

- Sonnenkollektoranlagen überspannen große Flächen. Die mittelfristigen Folgen für den Boden können z. Z. nicht hinreichend quantifiziert werden, wurden aber in Studien der Bundesanstalt für Naturschutz bereits benannt. Um bei negativen Veränderungen reagieren zu können, ist ein geeignetes Monitoring auf Standorten mit unterschiedlichen Böden erforderlich. Technisch würde die vertikale Anordnung von mehreren Kollektorreihen den Boden für andere Nutzungen frei halten.
- ❖ Forstwirtschaft ↔ Landwirtschaft
- Bei erhöhtem Wasserbedarf für die landwirtschaftliche Beregnung können an die Forstwirtschaft Forderungen nach einer Waldbewirtschaftung herangetragen werden, die mit einer möglichst hohen Grundwasserneubildungsrate verbunden sind.
 - Die Wälder werden über das kritische Maß hinaus mit Stickstoff belastet. Der eingetragene Ammonium-Stickstoff stammt zum größten Teil aus der Landwirtschaft. Zu hohe Stickstoffeinträge beeinträchtigen die Stabilität der Waldökosysteme. In Kiefernbeständen wird die Grasvegetation gefördert, die zusätzliche Wasser verbraucht und die Verjüngung der Bestände erschwert.
- ❖ Forstwirtschaft/Landwirtschaft ↔ Naturschutz
- Waldökosysteme und Offenlandlebensräume können infolge des Klimawandels Beeinträchtigungen mit der Folge der Verschlechterung der Erhaltungszustände erfahren. Die Anpassung der Forst- und Landwirtschaft an den Klimawandel kann, insbesondere in Verbindung mit einer weiteren Fragmentierung der Landschaft, zu einer zusätzlichen Destabilisierung des Naturhaushalts und zu einer Verringerung der genetischen Anpassungsfähigkeit der heimischen Arten führen.
- ❖ Forstwirtschaft ↔ Energie
- Um die Kohlenstoffbilanzen zu verbessern, wird es eine Tendenz zum Ersatz fossiler Brennstoffe durch nachwachsende Rohstoffe wie dem Holz geben. Der Menge an verfügbarem Restholz sind standörtliche Grenzen gesetzt, die sich insbesondere bei der Nutzung von nährstoffreichem Schwachholz auf die Nachhaltigkeit der Standortkräfte auswirken können.
- ❖ Forstwirtschaft ↔ Landes- und Regionalplanung
- Mit dem Landesentwicklungsplan und den Regionalen Entwicklungsplänen werden übergeordnete Planungen geschaffen, die die verschiedenen Nutzungsinteressen koordinieren und zu einem Interessenausgleich führen. Durch den Klimawandel können Nutzungsänderungen erforderlich werden, die auch die Forstwirtschaft betreffen. Hierzu zählt z. B. die Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungsmittelproduktion und Biomasseproduktion für stoffliche bzw. energetische Nutzung.

6. Strategien der Landkreise, Städte und Gemeinden Sachsen-Anhalts - kommunale Ebene

Die Landkreise, Städte und Gemeinden Sachsen-Anhalts spielen eine wichtige Rolle, sowohl für die Vorsorge gegenüber den Folgen des Klimawandels als auch bei der Anpassung an den Klimawandel.

Da die Auswirkungen des Klimawandels regional und sogar auf lokaler Ebene stark variieren können, muss Anpassung an die Folgen des Klimawandels auch auf lokaler Ebene stattfinden. Es ist notwendig, dass jede Kommune herausfindet, welche Auswirkungen wahrscheinlich auftreten werden und wie auf diese Auswirkungen reagiert werden soll. Denn einerseits liegen auf lokaler Ebene die Zuständigkeiten für Aufgaben, die für die Anpassung von entscheidender Bedeutung sind und andererseits ist es auf kommunaler Ebene einfacher, die Bevölkerung in den Lösungsprozess zu involvieren und gemeinsam mit der Bevölkerung nach Handlungsoptionen zu suchen.

Anpassung kann aber auf kommunaler Ebene nur dann erfolgreich sein, wenn alle betroffenen Sektoren und Akteure involviert sind. Nur wenn die Bewohner der Kommune in den Prozess eingebunden werden, werden die notwendigen Anpassungsmaßnahmen auf breite Unterstützung stoßen. Daher ist es sinnvoll, auch auf kommunaler Ebene eine Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu entwickeln.

Da es aufgrund der finanziellen Situation vieler Kommunen kaum Handlungsspielraum für zusätzliche Aufgaben außerhalb von Pflichtaufgaben gibt, ist gegebenenfalls eine Unterstützung bei der Erfüllung dieser Aufgabe notwendig.

Der erste Schritt dieser Strategieentwicklung besteht in der Evaluierung der in Sachsen-Anhalt verfügbaren Dokumente zur Klimadiagnose und -projektion sowie zum Klimawandel. Dadurch erhält die Kommune einen Überblick über die erwarteten lokalen Auswirkungen. Auf dieser Grundlage können lokale Handlungsstrategien und -optionen identifiziert und spezifiziert werden.

Für alle auf lokaler Ebene erarbeiteten Maßnahmen sollten zeitliche Prioritäten benannt werden, um akute Probleme unverzüglich anzugehen und die Kosteneffizienz der Maßnahmen berücksichtigen zu können.

Auch auf kommunaler Ebene ist die Entwicklung einer Anpassungsstrategie ein kontinuierlich fortlaufender Prozess, der nicht in einem bestimmten Zeitraum erledigt werden kann. Vielmehr ist auch die Anpassung auf lokaler Ebene ein iterativer Prozess, in welchem sowohl die Strategie als auch die Handlungsoptionen und Maßnahmen ständig weiterentwickelt werden.

Inhaltlich liegt ein Schwerpunkt der lokalen Anpassungsstrategie in der Flächennutzungsplanung. Die Planungshoheit gibt den Kommunen große Gestaltungsmöglichkeiten. Sie entscheiden über die zukünftige bauliche und räumliche Entwicklung der Kommunen und koordinieren die unterschiedlichen Nutzungsansprüche auf den Raum. Mögliche Betroffenheiten durch den Klimawandel können auf dieser Ebene am besten berücksichtigt werden. So z. B. kann die prognostizierte sommerliche Überhitzung der Innenstadtkerne durch die Freihaltung von Frischluftschneisen gemindert werden. Ein spezieller Klimaatlas in größeren Städten könnte hier eine gute Planungsgrundlage darstellen.

Des Weiteren kann auf der Ebene der vorbereitenden Bauleitplanung die Siedlungsentwicklung so gesteuert werden, dass hochwassergefährdete Gebiete von der Siedlungsentwicklung ausgenommen werden. Anlehnend an die Empfehlungen der

Deutschen Anpassungsstrategie sollte hierfür im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge ein 200jähriges Hochwasserereignis zugrunde gelegt werden.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet der Ausbau von Verkehrssystemen, die so zu gestalten sind, dass sie eine ausreichende Widerstandskraft gegen die Folgen des Klimawandels aufweisen.

Wesentlich erscheint auch eine Berücksichtigung von Starkregenereignissen bei der Bemessung der Regenwassersammler unter Beachtung einer weitgehend dezentralen Rückhaltung und Ableitung.

Auch im Bereich Gesundheitsschutz stellen sich für die kommunale Ebene neue Problemlagen. Das Spektrum reicht dabei vom Monitoring und der Eindämmung von Pflanzen mit allergenem Potenzial (z. B. Ambrosia), der Aufklärung über bzw. der Behandlung von neuen Krankheiten, die durch eingewanderte tierische Vektoren ausgelöst werden können (z. B. Leishmaniose), der Einrichtung von Hitzewarnsystemen bis hin zur Schädlingsbekämpfung (z. B. Eichenprozessionsspinner).

Eine Schlüsselrolle spielt zunehmend der Selbstschutz der Bevölkerung. Im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehen die künftige Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen wie Stürme und Hochwasser, die Menschenleben bedrohen und hohe Schadenssummen verursachen können. Der Bevölkerungsschutz ist zwar bereits heute auf die Bewältigung von Extremereignissen eingestellt. Wenn zukünftig aber möglicherweise häufigere und heftigere Katastrophenfälle infolge extremer Wetterereignisse eintreten, können neue Herausforderungen entstehen. Auf kommunaler Ebene gilt es, sich auf diese Anforderungen einzustellen, indem ggf. die materiellen Ressourcen aufgestockt werden.

Von kommunaler Ebene wurde generell darauf gedrängt, dass vor dem Hintergrund von in Zukunft häufiger zu erwartenden Extremwettersituationen entsprechende personelle und technische Ressourcen vorzuhalten sind, um bestimmten Gefahrenlagen besser begegnen zu können.

Besonders gefährdet sind auch kritische Infrastrukturen wie Energie- und Wasserversorgung, Transport und Verkehr sowie Telekommunikations- und Informationstechnik, die die Funktion „gesellschaftlicher Lebensadern“ haben. Die besondere Verletzlichkeit kritischer Infrastrukturen ergibt sich durch deren gegenseitige Abhängigkeiten. Ausfälle der Stromversorgung oder der Informationstechnik können beispielsweise Störungen und Ausfälle in anderen Sektoren nach sich ziehen. Der Schutz kritischer Infrastrukturen erfordert auch eine Kooperation mit anderen Stakeholdern, denn nur ein Teil der kritischen Infrastrukturen befindet sich in staatlicher Hand. Auch für diese Kooperationen bietet sich die kommunale Ebene an.

Darüber hinaus treffen die für die einzelnen Sektoren dargestellten Hinweise zur Anpassung ebenfalls die Kommunen, soweit diese als entsprechender Akteur, z. B. im Hinblick auf das Management kommunaler Forst- und Landwirtschaftsflächen auftritt.

Im Rahmen der öffentlichen Anhörung wurden von kommunaler Ebene folgende Maßnahmen mit Bezug zum Klimawandel benannt, die grundsätzlich auf eine Vielzahl von Kommunen im Land angewandt werden können:

- Ausschöpfung von Möglichkeiten, die bereits jetzt durch die Instrumente der Bauleitplanung und der Landschaftsplanung gegeben sind
- Entwicklung eines Leitbildes mit dem Ziel einer klimagerechten Stadt
- Neuaufstellung eines Landschaftsplanes, Ableitung der Umweltverträglichkeit des Flächennutzungsplanes unter entsprechender Gewichtung der klimarelevanten Kriterien

- Integration eines Grünkonzeptes in den Landschaftsplan - Ausweisung klimarelevanter Grünflächen wie Kaltluftentstehungsflächen und -leitbahnen, Stadtwaldflächen, Entsiegelungsflächen, fließgewässerbezogene Retentionsflächen
- konsequente Ausnutzung des Instrumentes des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes nach §12 BauGB - keine Beschränkung auf den Festsetzungskatalog des § 9 BauGB, daher weitergehende klimarelevante Festsetzungen möglich
- konsequente Umsetzung eines Vorrangs der Innenentwicklung vor der Außenentwicklung mit dem Ziel, die weitere Zersiedlung der Landschaft zu stoppen und eine kompaktere, verkehrsgünstigere Stadtstruktur zu erhalten
- auf der Ebene der Flächennutzungsplanung:
 - Vermeidung unnötigen Verkehrs durch kompaktere Stadtstrukturen, weniger Zersiedlung.
 - Ausweisung von Siedlungsgebieten sowie Arbeitsstätten entlang leistungsfähiger ÖPNV-Trassen (S-Bahn, Straßenbahn) - Orientierung: fußläufige Entfernung von 200 - 400 Metern zur nächstgelegenen Haltestelle
 - Erhalt und Stärkung von Nutzungsmischung
 - der Erhalt und die Schaffung wohnortnaher Freiflächen und Erholungsräume
 - Ausbau von attraktiven Wegenetzen für den nicht-motorisierten Verkehr.
 - Entwicklung stadtklimatisch wirksamer Grünzüge und Biotopverbundsysteme
 - qualitative und quantitative Verbesserung des Radwegenetzes
 - Erhalt und Ausbau innerstädtischer Grünflächen und Grünzüge, Erhöhung des Anteils von Schutzgebieten und Biotopen, als grüne Inseln in der Stadt

7. Aktivitäten Einzelner - Eigenvorsorge und Anpassung

In einzelnen Ausprägungen (z. B. Hitzeperioden, Extremniederschläge, „gefühlte“ Verschiebungen der Jahreszeiten) ist das abstrakte Problem Klimawandel auch Bürgerinnen und Bürgern erfahrbar, die mit den Fachdebatten nicht vertraut sind. Zudem hat das Thema in den letzten Monaten und Jahren eine starke mediale Aufmerksamkeit erfahren. Diese Rahmenbedingungen lassen erwarten, dass es ein Potential für konkrete Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen durch jede/n Einzelne/n gibt, z. B. in Bezug auf:

- Umgang mit Wasserknappheit
- Individuelle Anpassung an Extremereignisse (z. B. Hochwasser und Hitzewellen)
- Energieeinsparung
- energetisch und klimatisch flexible bautechnische Lösungen („intelligente Architektur“)
- Verwendung von Baumaterialien, die Hitze und Kälte gut isolieren
- Versicherungen
- alternative Verkehrsmittel
- Aufklärung zum bewussten Ernährungsverhalten

Allerdings ist aus der Umweltforschung seit langem bekannt, dass Bewusstsein und Handeln zweierlei sind – anders gesagt: zu wissen, dass man mit dem eigenen Handeln zu einem geringeren CO₂-Ausstoß beitragen kann, führt nicht automatisch zu einem entsprechenden Handeln. Für die oben genannten Maßnahmen sind Umweltbildungsveranstaltungen, finanzielle Anreize, das Aufzeigen von Handlungsalternativen u. v. a. m. nötig, und dies vor allem kontinuierlich, mit Hilfe verschiedener Medien und zugeschnitten auf – in Bezug auf Alter, finanzielle Möglichkeiten, Bildungsgrad aber auch auf wahrgenommene Betroffenheit und Einflussmöglichkeiten – höchst verschiedene Adressatengruppen. Weder Bewusstseinskampagnen noch Einmal-Broschüren oder Webseiten zum Klimawandel und seinen erwarteten Folgen reichen aus, um Verhalten dauerhaft klimagerecht zu ändern (vgl. auch oben Kap. 3.3.2 und 4.12). Damit individuelle Anpassung und Vorsorge tatsächlich praktiziert werden, bedarf es einer langfristigen, adressatengerechten und nachhaltigen Kommunikation, die möglichst konkrete Handlungsanweisungen gibt (vgl. auch Kapitel 9). Insbesondere in der Schulbildung sollte das Thema „klimabewusstes Verhalten“ zum festen Bestandteil des Lehrplanes gehören.

8. Forschungsstrategie zum Klimawandel

Zum Gesamtkomplex Klimawandel, Klimafolgen und Entwicklung von Anpassungsstrategien besteht erheblicher Forschungsbedarf, der die verfügbaren Forschungsmittel deutlich übersteigt. Deshalb ist es unumgänglich, unter Berücksichtigung der Freiheit von Forschung und Lehre Schwerpunkte zu setzen. Folgende Schwerpunkte sind in Sachsen-Anhalt durch die vorhandene Forschungslandschaft und die Forschungsförderung derzeit aktuell:

Vulnerabilität

Sachsen-Anhalt hat die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Regionen und Wirtschaftsbereiche prüfen lassen. Dabei wurde untersucht, wie sich drei unterschiedliche globale Klimaszenarien auf Sachsen-Anhalt auswirken könnten. Dazu wurden die Projektionen für die Zeithorizonte 2025, 2055 und 2085 mit dem Referenzzeitraum 1961 bis 1990 verglichen. Die Studie zeigt auf, wo in den Bereichen Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Forstwirtschaft und Naturschutz zukünftig Handlungsbedarf besteht. Hierzu sind weitere Konkretisierungen notwendig.

Wasserhaushalt

Die zu erwartenden Veränderungen des Wasserhaushaltes (Boden, Grundwasser, Oberflächengewässer) erfordern eine zeitlich und räumlich hoch auflösende Beobachtung, Untersuchung sowie Prognose. Hierfür erforderlich sind Datengrundlagen, die bereits verfügbar sind, gezielt aufbereitet oder als Szenario entwickelt werden müssen. Die im Land einzusetzenden Modelle müssen in ihren Datenanforderungen und in ihren Aussagemöglichkeiten abgestimmt sein. Dieser Prozess muss gemeinsam durch die verschiedenen zuständigen Landesbehörden geplant und betreut werden. Die Ergebnisbereitstellung aus der Modellierung ist so zu steuern, dass Ergebnisse für Sekundärauswertungen in verschiedenen Aufgabenbereichen in vollem Umfang und vollständig dokumentiert verfügbar werden. Einzelne Aktivitäten innerhalb dieser abgestimmten Vorgehensweise sind durch Dritte zu bearbeiten oder zu entwickeln.

Boden

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenerosion in vulnerablen Regionen – hier speziell am Beispiel Sachsen-Anhalts - untersucht und die hieraus erwachsenden Konsequenzen für eine Regionalisierung der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) herausgearbeitet. Dieses Forschungsprojekt wurde von Seiten der Bundesregierung im Anschluss für Deutschland realisiert und zählt zu den wichtigsten Forschungsprojekten im Bereich Anpassungsforschung in Deutschland. Dies wurde durch Aufnahme der Darstellung des Projektes während der Status-Konferenz des Umweltbundesamtes zur Anpassungsforschung im November 2009 dokumentiert.

Landwirtschaft: Pflanzenforschung - Trockenstress

Ein Teilaspekt der Pflanzenforschung in Sachsen-Anhalt betrifft den Trockenstress bei Pflanzen. Der wachsende Bedarf an pflanzlichen Rohstoffen trifft gleichzeitig auf stärker schwankende Kulturbedingungen wie den Klimawandel, z. B. ausgedehnte Trockenperioden in Sachsen-Anhalt, und auf eine mangelnde Akzeptanz für gentechnisch angepasste Pflanzen. Eine Möglichkeit, Pflanzen zeitlich und regional begrenzt gegen Stressfolgen zu schützen, bieten Wirkstoffe, die ihnen helfen, Trockenheit besser zu überstehen. Die Wirkstoffsuche erfolgt in einem Kaskadensystem ausgehend von einem großen Substanzpool, der dann auf wenige Leitverbindungen verengt wird. Schließlich werden die besten verfügbaren Substanzen an Pflanzenteilen oder Modellpflanzen getestet. Die so erhaltenen Leitverbindungen dienen als Vorlage für fokussierte Wirkstoffbibliotheken. Später ist eine weitere Optimierung in Gewächshaus und Feld vorgesehen.

Forst

In einem Forschungsprojekt wurden Risiken und Anpassungsstrategien für Wälder als Folge der prognostizierten Klimaveränderung in Sachsen-Anhalt herausgearbeitet.

Tourismus

Hierzu sind, insbesondere für die Harzregion, konkrete Projekte geplant. Erste Ergebnisse gibt es durch Diplom- und Bachelorarbeiten zum Thema Anpassung an den Klimawandel mit Schwerpunkt Destination Harz/Land Sachsen Anhalt. Der Schwerpunkt liegt darauf, die zukünftige touristische Nutzung der Harzregion auch unter den Bedingungen des Klimawandels sowie von Extremwettersituationen nachhaltig weiterzuentwickeln.

Monitoring

Programme, die Veränderungen beobachten (Monitoring), sind weiterzuführen und gezielt auf den Klimawandel bezogen weiterzuentwickeln. Durch eine komplexe Auswertung der Programme sind neue Aussagemöglichkeiten zu erschließen. Mit den Programmen sind die Grundlagen zu legen, um Prognosemodelle anhand von Messreihen in ihrer Aussagesicherheit zu prüfen und zu verbessern.

Ein konkretes Beispiel ist das Langzeit-Monitoringprogramm zur Beobachtung der Folgen von Klima- und Landnutzungswandel für Mitteldeutschland. Die entstehenden Observatorien ermöglichen die skalenübergreifende Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels und sich ändernder Landnutzungen auf die Biosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Atmosphäre entlang signifikanter Klima- und Landnutzungsgradienten.

Bewertung von Klimaanpassungsmaßnahmen/Ökonomie des Klimawandels

Instrumente zur Bewertung von Klimaanpassungsmaßnahmen unter Einbeziehung ökonomischer, ökologischer und sozialer Schäden und Risiken sowie unter Berücksichtigung unterschiedlicher, teilweise konfligierender politischer Zielvorgaben liegen derzeit nicht vor. Entsprechende Bewertungsinstrumentarien sind zeitnah zu entwickeln, um mittelfristig eine wirkungsvolle und kosteneffektive Priorisierung von Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen zur Anpassung an den Klimawandel vollziehen zu können.

Verbesserung der regionalen Klimasimulationen

Es werden die Wechselwirkungen zwischen der Landoberfläche und der Atmosphäre untersucht, um regionale Klimasimulationen weiter zu verbessern. Ein Schwerpunkt liegt auf der Beschreibung der Stoff- und Energieflüsse zwischen Vegetation und Atmosphäre. Darüber hinaus werden die Folgen der Klimaänderung auf den Wasserhaushalt sowohl mit bisher verfügbaren Modellierungsinstrumenten als auch mit dem im Rahmen von REKLIM (Helmholtz-Verbund Regionale Klimaänderungen) zu entwickelnden Modellsystem untersucht. Die Arbeiten werden mit Schwerpunkt auf dem Bode-Einzugsgebiet durchgeführt.

Landnutzungsszenarien

In Forschungseinrichtungen wird an der Entwicklung von Landnutzungsszenarien bis zum Jahr 2050 gearbeitet. Diese werden für die Bundesländer Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen in zwei Szenarien entwickelt: Einem nachhaltigen, bürgernahen Mitteldeutschland steht dabei eine durch radikale Marktkräfte geprägte Region gegenüber. In den bis 2013 laufenden Arbeiten wird in einem partizipatorischen Prozess auf die Expertise der regionalen Stakeholder aus Behörden, Verbänden und Nichtregierungsorganisationen zurückgegriffen. Weitere Szenarien, die noch stärker auf die regionalen Probleme und Unsicherheiten eingehen, können sich aus dem Stakeholderprozess ergeben. In einem zweiten Schritt werden die Szenarien mit Modellen räumlich simuliert, um z. B. regional unterschiedliche Einflüsse von Migration oder des Klimas bzw. Flächenkonkurrenzen oder Synergieeffekte zu erkennen und zu bewerten.

Kommunikationsstrategie

Um die Folgen des Klimawandels und die Notwendigkeit der Anpassung allen Betroffenen nahezubringen, bedarf es einer Kommunikationsstrategie. Als ein erster Schritt wird hierzu eine Studie „Individuelle Anpassung an den Klimawandel: Status-Quo“ erarbeitet. Das Ziel dieses Ausgangsprojektes ist zunächst die gezielte Erfassung individueller Motivationsunterschiede zum ökologisch-nachhaltigen Handeln in ausgewählten Gemeinden und Interessengruppen in Sachsen-Anhalt.

Energie

Hierzu laufen verschiedene Forschungsprojekte. So wurde u. a. die Forschungsinfrastruktur umfangreich und zugleich erfolgreich ausgebaut. Die Spitzen-Cluster-Förderung „Solarvalley Mitteldeutschland“ soll erreichen, dass der Solarstrom ab 2015 wettbewerbsfähig wird.

Die Innovationsschwerpunkte greifen im Bereich der Erneuerbaren Energien (Photovoltaik, Biomassenutzung, Windenergie, Geothermie in Verbindung mit Speichersystemen und Netzmanagement) neue Wege auf. Die Clusterforschung „Forst und Holz Sachsen-Anhalt“ und das Projekt „Regionale Harz“ werden weitergeführt.

In Bezug auf die Klimaanpassung ist für die gesamte Wertschöpfungskette von der Rohstoffgewinnung bis zur Energieerzeugung und –nutzung eine verbesserte Wissensbasis hinsichtlich der Anfälligkeit der einzelnen Wertschöpfungsstufen auf den Klimawandel notwendig. Hierbei sind auch solche Wertschöpfungsstufen explizit einzubeziehen, die sich außerhalb Sachsen-Anhalts oder auch der Bundesrepublik Deutschland befinden.

Sofern technische Weiterentwicklungen die Verwundbarkeit der Energieerzeugung und -verteilung vermindern können, sind entsprechende Anstrengungen zu unterstützen, z. B. in Bezug auf Kühlsysteme für thermische Kraftwerke, Störanfälligkeit von Überlandleitungssystemen und Windkraftanlagen oder an Dürre angepasste Biomasseproduktionssysteme.

Ein wesentlicher Aspekt der Forschung sollte sich auch auf die neuen Muster der Energienachfrage beziehen, die sich bei verändertem Klima einstellen werden, sowie auf wirksame Instrumente der Nachfragesteuerung.

Darüber hinaus gibt es weiteren erheblichen Forschungsbedarf in nahezu allen aufgeführten Sektoren. Dieser ist allerdings nicht durch Forschungsaktivitäten und Forschungsförderung in Sachsen-Anhalt untersetzt, so dass er derzeit nicht in dieser Forschungsstrategie erfasst ist.

9. Motivations- und Bildungsstrategien

Die Anpassung der Gesellschaft an die Folgen des Klimawandels besteht aus der Summe der Anpassungsmaßnahmen aller wie zum Beispiel Privatpersonen, Unternehmen, Kirchen, Vereinen und anderen gesellschaftlichen Gruppen sowie Kommunen, Land und Bund.

Alle dazu zu motivieren, Anpassungsnotwendigkeiten zu erkennen und Anpassungsmaßnahmen durchzuführen, ist eine große Herausforderung. Hierfür werden Hilfestellungen und Rahmenbedingungen erarbeitet und mit dieser Strategie präsentiert. Diese dann auf allen Ebenen zu kommunizieren, ist Aufgabe der Motivations- und Bildungsstrategien. Ein positives Bewusstsein und die Überzeugung vom Sinn und Zweck einer Anpassungsstrategie bei allen Akteuren erhöhen die Wahrscheinlichkeit für eine positive Bewertung und die Bereitschaft zum Handeln.

Neben der intellektuellen Auseinandersetzung mit dem Thema ist auch die innere Einstellung der Menschen zu Natur und Umwelt relevant für die innere Bereitschaft, sich schon heute zugunsten der Bewältigung einer Gefahr in der Zukunft persönlich und finanziell zu engagieren, um dieser Gefahr zu begegnen.

Für die Erarbeitung einer Motivations- und Bildungsstrategie sind unter anderem folgende Fragestellungen zu klären:

Zuerst stellt sich die Frage:

Wie kommuniziere ich etwas, das noch gar nicht genau bekannt ist (also die Auswirkungen auf der lokalen/regionalen Ebene)? Das ist eine der zentralen Herausforderungen bezüglich der Kommunikation des (individuellen) Anpassungsbedarfes an den Klimawandel.

Einfache Antworten und Strategien gibt es bisher dazu nicht. Daher ist gerade in diesem Bereich Forschung notwendig und zwar mit drei Schwerpunkten

- (a) Adressaten (wen spreche ich wie an)
 - (b) Inhalt (was kann wie vermittelt werden)
 - (c) Kommunikation (mit welchen Kommunikationsmitteln erreiche ich die unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen)
- Ad a: Das „Publikum“ ist vielfältig und divers. Es ist definiert durch verschiedene Strukturen (Alter, Bildung, Einkommen usw.) und Wissensbestände sowie durch verschiedene Handlungskapazitäten. Hier gilt es als ersten Schritt, die Bedürfnisse, Hindernisse aber auch Möglichkeiten der Adressaten genauer zu ermitteln. Nur so wird Kommunikation möglich sein. Zudem müssen tatsächliche Problemlagen unterschiedlicher Akteursgruppen genauer analysiert werden, um diesen auch sinnvolle Hilfestellungen anbieten zu können.
 - Ad b: Weiter zu klären ist, wie mit dem zentralen Paradox auf der lokalen/regionalen Ebene umzugehen ist: Die Notwendigkeit zum Handeln ist dringend, die Handlungsrichtung aber nicht klar zu definieren. Wie kann Sensibilität dafür hergestellt werden, dass die Unsicherheit zwar groß ist, die Handlungsdimension aber auch. Die Unsicherheit ist oftmals die größte Hürde für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen: Bekommen wir überhaupt Anpassungsprobleme und wie groß sind sie? Wie teuer wird es für den Einzelnen und wie teuer sind regionale Anpassungsmaßnahmen etc.? Weiterhin ist zu prüfen, ob nach der Übermittlung von Wissen und Inhalten auch konkrete Handlungen erfolgen.

- Ad c: Es gilt eine Balance zwischen konkreten Handlungsanweisungen und eher diskursorientierten, partizipativen Ansätzen zu entwickeln: Diese Balance muss es erlauben, Unsicherheit transparent zu machen. Außerdem muss sie eine Sensibilität für die Notwendigkeit von konkreten Handlungen herstellen. Weiterer Forschungsbedarf besteht im Hinblick auf den Einbezug aller Handlungsebenen: Welche Rolle sollen die verschiedenen Ebenen spielen, welche Kompetenzen und Ressourcen brauchen sie dazu, wie kann das Zusammenspiel der Ebenen verbessert werden etc.? Diese Fragen sind nicht generell neu, stellen sich aber bei Anpassungsmaßnahmen in verstärktem Maße, da erfolgreiche lokale oder regionale Maßnahmen oftmals unterstützende Maßnahmen auf höheren Ebenen als Voraussetzung haben.

Entsprechend Ad a kann der Bildungsbereich bereits in vielfältiger Weise zur Kommunikation mit den Betroffenen beitragen:

So hat Bildung für nachhaltige Entwicklung zum Ziel, die Menschen zur aktiven Gestaltung einer ökologisch verträglichen, wirtschaftlich leistungsfähigen und sozial gerechten Umwelt unter Berücksichtigung globaler Aspekte zu befähigen, d. h., ihnen Kompetenzen zu vermitteln, die es ihnen ermöglichen, gesellschaftliche und politische Entwicklungen zu begreifen, ihre eigene Lebenssituation in Beziehung zu setzen und diese Entwicklungen aktiv mit zu gestalten.

Insbesondere Kinder und Jugendliche sollen dadurch in die Lage versetzt werden, Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung erkennen und die Auswirkungen des eigenen Handelns bewerten zu können.

Sachsen-Anhalt nutzt die Chance der Weltbildungsdekade, um verantwortungsbewusstes Denken und Handeln in allen Bildungsbereichen zu verankern. Mit der Umsetzung des veröffentlichten Aktionsplans „Nachhaltigkeit lernen in Sachsen-Anhalt“ und des Konzeptes der Landesregierung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung wird auch ein wichtiger Beitrag zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels geleistet.

Eine der wichtigen Aufgaben im Zusammenhang mit den Themenfeldern Klimaschutz, Klimawandel und Klimafolgen ist die Wissensvermittlung über Zusammenhänge, Ursachen und Folgen eines möglichen Klimawandels und Möglichkeiten des Klimaschutzes. Hierfür sind in Zusammenarbeit zwischen Kultusministerium, den Hochschulen und ihren lehrerbildenden Einrichtungen sowie Vertretern der Schulen Vorschläge und Umsetzungsvarianten für eine stärkere und effizientere Berücksichtigung von diesbezüglichen Sachverhalten in der Ausbildung an den Hochschulen und den verschiedenen Schultypen des Landes Sachsen-Anhalt zu entwickeln.

Zum Beispiel muss die Schule Kindern und Jugendlichen die komplexen Zusammenhänge nahe bringen, muss sie vorbereiten und ihnen Informationen vermitteln, die zum Nachdenken anregen. Ökologische Fragestellungen müssen in den Mittelpunkt der Diskussionen gestellt werden, um daraus konsensfähige Wertmaßstäbe zu entwickeln. Diese Aufgabe ist insgesamt so bedeutsam, dass sie Bestandteil der Rahmenrichtlinien und Lehrpläne sein muss und der besonderen Berücksichtigung auch in der beruflichen Ausbildung bedarf.

Neben entsprechender Wissensvermittlung ist eine verstärkte Handlungsorientierung die Voraussetzung, um neben dem Problembewusstsein im Sinne globaler Verantwortung die Grundlagen für die eigene Handlungsfähigkeit zu legen.

Der Lernbereich Globale Entwicklung gibt Orientierung für eine fachübergreifende und fächerverbindende Bildungs- und Erziehungsaufgabe für alle Schuljahrgänge und Schulformen. Die Inhalte des Lernbereichs Globale Entwicklung finden in den dafür als

besonders geeigneten Unterrichtsfächern wie Geographie, Sozialkunde, Biologie, Religion, Ethik, Wirtschaft, Technik, Hauswirtschaft und Geschichte Berücksichtigung.

Durch die Einführung der Bachelor- und Masterstudiengänge, der deutlichen Orientierung auf Schlüsselkompetenzen und der Entwicklung von Konzepten des lebenslangen Lernens im Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung werden die Voraussetzungen für die Verankerung einer Hochschulbildung für nachhaltige Entwicklung optimiert.

Mit zunehmender Sensibilisierung und Erfahrung wird über die Lehre hinaus ein Diskussionsprozess ausgelöst, der die Einbeziehung der Bildung für nachhaltige Entwicklung in die Leitbilddiskussion und -entwicklung an den Hochschulen fördern wird.

Eine Hochschule in Sachsen-Anhalt hat die Basis für eine Leitbilddiskussion und für eine Profil bildende Akzentuierung der Hochschule im Bereich der nachhaltigen Entwicklung geschaffen.

Diesen Prozess wird das Kultusministerium in zukünftigen Zielvereinbarungen mit den Hochschulen aufnehmen und die Leitbilddiskussion fördern.

In der Forschung wird geplant, in diesem Rahmen auch dem Bereich Klima und Klimafolgen einen großen interdisziplinären Rang einzuräumen.

9.1. Handlungsfelder

- Bildung für nachhaltige Entwicklung
 - Vermittlung von Wissen und handlungsorientierten Kompetenzen über Ursachen und Folgen des Klimawandels, Handlungserfordernisse und Reaktionsmöglichkeiten z. B. auf bestimmte Ereignisse
 - Kompetenzentwicklung für verantwortliches Handeln und eigenverantwortliche Zukunftsgestaltung im privaten, gesellschaftlichen und beruflichen Bereich
- Globale Entwicklung, z. B.
 - Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse
 - Waren aus aller Welt: Produktion, Handel, Konsum
 - Landwirtschaft und Ernährung
 - Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen und Energiegewinnung
 - Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts
 - Globale Umweltveränderungen
 - Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit

9.2. Handlungsoptionen

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die Themen „Klimawandel“ und „Folgen des Klimawandels“ sowie „Anpassung an den Klimawandel“ sind im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung in alle Bildungsbereiche zu integrieren. Darüber hinaus sollte die Vermittlung von Wissen durch die verschiedenen Bildungsträger unterstützt werden.

Die Vernetzung der Bildungsträger und die Initiierung entsprechender Angebote und Projekte werden mit der Umsetzung des Aktionsplanes „Nachhaltig lernen in Sachsen-Anhalt“ und des Konzeptes zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) gefördert.

Globale Entwicklung

Der Lernbereich Globale Entwicklung gibt Orientierung für eine fachübergreifende und fächerverbindende Bildungs- und Erziehungsaufgabe für alle Schuljahrgänge und Schulformen. Die Schwerpunktthemen finden in den Rahmenrichtlinien und Lehrplänen sowie in den dafür als besonders geeigneten Unterrichtsfächern wie Geographie, Sozialkunde, Biologie, Religion, Ethik, Wirtschaft, Technik, Hauswirtschaft und Geschichte Berücksichtigung.

Handlungsschwerpunkte sind:

- Förderung des ganzheitlichen Ansatzes vor dem Hintergrund komplexer Inhalte zum Erwerb von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen.
- Förderung des globalen Ansatzes durch fachübergreifende und fächerverbindende Bearbeitung komplexer Fragestellungen im Rahmen von Unterrichtsprojekten.
- Entwicklung und Umsetzung von Kompetenzzielen und pädagogischer Konzepte zur Förderung des Verständnisses für systematische Zusammenhänge.
- Entwicklung von Handlungskonzepten, die den Globalen Lernbereich als ein Qualitätskriterium der Schulprogrammarbeit festlegen.
- Einbindung außerschulischer Kooperationspartner in den Unterrichtsprozess.

9.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Entwicklung von Indikatoren für die Qualität und die Rahmenbedingungen einer erfolgreichen Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Diese Fragestellungen zu klären und eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln, wird eine Aufgabe der AG Klimawandel sein. Als ein erster Schritt wird hierzu derzeit durch die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg eine Studie „Individuelle Anpassung an den Klimawandel: Status-Quo“ erarbeitet. Das Ziel dieses Ausgangsprojektes ist zunächst die gezielte Erfassung individueller Motivationsunterschiede zum ökologisch-nachhaltigen Handeln in ausgewählten Gemeinden und Interessengruppen in Sachsen-Anhalt.

10. Beurteilung ökonomischer Anpassungsalternativen

Bei der Ermittlung der ökonomischen Kosten und Nutzen der Anpassung an den Klimawandel geht es um unterschiedliche Kostenkategorien, insbesondere

- (1) die Kosten und Nutzen des Klimawandels,
- (2) die Kosten und Nutzen verschiedener Anpassungspolitiken (Handlungsoptionen),
- (3) die Kosten zur Schadensbeseitigung bzw. –begrenzung und die Kosten der verbleibenden Schäden.

Diese sind teilweise nur mithilfe von Szenarien (z. B. aus der Klimafolgenforschung) zu ermitteln. Teilweise ist der Aufbau von regionalen Dateninfrastrukturen für die Erfassung von Aufwendungen und deren Wirkungen nötig.

Ad 1: Die Kosten und Nutzen des Klimawandels

Regionalisierte ökonomische Klimafolgenforschungen liegen bislang nur in einem unzureichenden Maße vor und zeigen große Unsicherheiten. Unter Berücksichtigung aller Kosten und Nutzen schätzt z. B. das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW 2008) deutschlandweit ökonomische Schäden aus dem ungebremsten Klimawandel bis 2050 im Umfang von insgesamt 800 Milliarden Euro*).

Andere Studien, z. B. des Max-Planck-Instituts und des Umweltbundesamts kommen zu weitaus höheren Werten (27 Milliarden *pro Jahr*) also von knapp 1200 Milliarden Euro bis 2050. Nicht oder nur schwer in Geldwerten fassbare Kosten und Nutzen sind dabei noch gar nicht berücksichtigt.

Auch wenn übereinstimmend die absolut höchsten Schäden in den südlichen Bundesländern Baden-Württemberg (129 Milliarden Euro gem. DIW 2008) und Bayern (113 Milliarden Euro gem. DIW 2008) vorausgesagt werden, stellen die für Sachsen-Anhalt berechneten 30 Milliarden Euro fast 3 Prozent der kumulierten Bruttowertschöpfung bis 2050 dar. Zum Vergleich: In Bayern und Baden-Württemberg sind dies nur etwas weniger als die Hälfte (0,9 bzw. 1,2 Prozent der Bruttowertschöpfung). Die relativ, d. h. gemessen an der Wirtschaftskraft größte Last des Klimawandels in Deutschland trifft damit das Land Sachsen-Anhalt. (Siehe hierzu auch Punkt 4.9. Regionale Wirtschaft)

Ad 2: Die Kosten und Nutzen von Anpassungspolitiken

Die Kosten und Nutzen von Anpassungspolitiken lassen sich bis zu einer Bestimmung der Handlungsoptionen in den Ländern nur abschätzen und sind (wegen der angestrebten Synergien) schwer zurechenbar. Sie sind bislang anders als die Kosten des Klimawandels nicht deutschlandweit ermittelt worden. Aus Mittelverfügungen für den Maßnahmenkatalog des Klimaprogramms für Bayern lassen sich Kosten von mindestens ca. 136 Millionen Euro bis 2020 ermitteln, die damit weit unterhalb der erwarteten Schäden in diesem Zeitraum liegen, aber auch nur erste Schritte auf dem Weg zu einer umfassenden Anpassungspolitik darstellen.

Die Schwerpunkte der Kosten liegen dabei auf vorsorgenden Hochwasserschutzmaßnahmen (39 %) und in der Forschung zum Klimawandel (34 %). Erwartungsgemäß liegen die Kosten für Maßnahmen der Anpassung auch deutlich unter den Kosten der Vermeidung von Treibhausgasen (223 Millionen Euro in Bayern bis 2020) in dieser frühen Phase. Dieses Verhältnis wird sich im Zuge der Beschleunigung des Klimawandels deutlich zugunsten der Ausgaben für die Anpassung verändern.

Anpassungskosten in Bayern

- Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020: 50 Millionen Euro
- Stabilisierung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme sowie für die Erhaltung und Renaturierung von Mooren: 12 Millionen Euro
- Land- und Forstwirtschaft*): 22, 5 Millionen Euro
- Forschung: 42 Millionen Euro

*) Von 260.000 akut gefährdeten Fichten-Beständen im Privat- und Körperschaftswald werden rd. 100.000 ha bis 2020 in klimatolerante Mischwälder umgebaut = 15 Mio. € (bis 2011) + 7,5 Millionen € Bergwaldstabilisierung

Ad 3: Kosten zur Schadensbeseitigung bzw. –begrenzung und Kosten der verbleibenden Schäden

Die verbleibenden Schäden nach Durchführung der Anpassungsmaßnahmen werden beträchtlich sein. Auch wenn bis heute keine ökonomischen Wirkungsanalysen für die Anpassungspolitik durchgeführt wurden, sind die hier für Sachsen-Anhalt aufgezeigten Maßnahmen und Handlungsoptionen nicht geeignet, die Folgen der Klimaveränderung in diesem Land auf ein Niveau zu senken, das ohne Änderungen in der Haushaltsstruktur und Umverteilungsmaßnahmen verkraftet werden könnte. Wichtig sind deshalb Transfermaßnahmen zwischen den Bundesländern in Deutschland, zwischen den Regionen in Sachsen-Anhalt sowie zwischen Privatpersonen und der öffentlichen Hand, so dass die verbleibenden Schäden für die besonders Betroffenen tragbar werden. Diese Maßnahmen müssen sozial- und anreizverträglich sein, also mit anderen sozialpolitischen Zielen abgestimmt sein und genügend Anreize für effiziente Maßnahmen der Eigenvorsorge und der autonomen lokalen Anpassung erhalten.

Eine Systematik für eine Erfassung und Zurechnung von Kosten und Nutzen der Klimaanpassung sowie ein geeignetes Prozedere zur Entscheidungsabwägung bei konkurrierenden Zielen muss noch erarbeitet werden. Hierbei müssen neben der traditionellen Kosten-Nutzen-Analyse auch weitere Methoden wie Multikriterienverfahren und Risikoanalysen berücksichtigt werden. Der Aufbau einer landesspezifischen Kostendatenbank in den genannten Kategorien wird für Sachsen-Anhalt angestrebt; ebenso eine verbesserte regionale Klimafolgenforschung. Sie kann langfristig als Basis für die Prioritätensetzung in der Klimaanpassungspolitik dienen und wichtige Argumente für die Abstimmung von Klimaschutz- und Klimaanpassungspolitiken sowie für die Neugestaltung von Lastenverteilungssystemen in Deutschland und in Sachsen-Anhalt liefern.

11. Zusammenfassung

Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel hat unterstrichen, dass den Ländern eine wichtige Rolle bei der Feststellung der Vulnerabilität auf Länderebene, bei der Reduzierung dieser Verletzlichkeit sowie bei dem Prozess der Definition der möglichen Anpassungsmaßnahmen und der Herstellung geeigneter Rahmenbedingungen auf Landesebene zukommt.

Die Landesregierung Sachsen-Anhalt hat im Jahr 2007 eine fach- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe eingerichtet und ihr unter Federführung des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt diese schwierige und strategische Aufgabe übertragen.

Ziel der Anpassungsstrategie ist es, die Vulnerabilität in Sachsen-Anhalt auf regionaler Ebene differenziert darzustellen und sowohl auf übergreifender Ebene als auch sektorweise die speziellen Problemstellungen, die Handlungsfelder, die Handlungsoptionen und den noch bestehenden Informations- und Forschungsbedarf aufzuzeigen.

Das Klima in Sachsen-Anhalt wird sich voraussichtlich regional in unterschiedlicher Weise ändern. Generell wird eine Zunahme der Niederschläge im Winter und eine Abnahme im Sommer erwartet. Im Harz ist von einer generellen Zunahme der Niederschläge auszugehen. Die Durchschnittstemperatur wird voraussichtlich steigen und ebenso das Risiko von Extremereignissen wie Hitzewellen und Hochwasserereignissen. Das Zusammenspiel dieser Veränderungen stellt sowohl die Flächennutzer wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Weinbau sowie den Naturschutz vor neue Herausforderungen. Aber auch das Gesundheitswesen, die Wirtschaft, der Katastrophenschutz, die Kommunen, die Bildungsträger und jeder Bürger müssen sich auf die neuen Rahmenbedingungen einstellen.

Obwohl es in vielen Bereichen noch Untersuchungs-, Forschungs- und Informationsbedarf gibt, können schon heute eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen durchgeführt werden. Viele Studien weisen darauf hin, dass die Kosten für Anpassungsmaßnahmen deutlich geringer sind, wenn sie bereits frühzeitig umgesetzt werden. Diese sogenannten „no regret“ Maßnahmen sind im Aktionsplan zur Anpassungsstrategie zusammengefasst.

In der Anpassungsstrategie werden die Auswirkungen des Klimawandels auf insgesamt 16 Sektoren untersucht, jeweils unterteilt nach Handlungsfeldern, Handlungsoptionen sowie Untersuchungs- und Forschungsbedarf. Diese Sektoren sind: Menschliche Gesundheit, Wasser, Boden, Landwirtschaft, Weinbau, Forstwirtschaft, Fischerei, Naturschutz, Regionale Wirtschaft, Tourismus, Energiewirtschaft, Landes- und Regionalplanung, Bauwesen/Gebäudetechnik, Verkehr, Katastrophenschutz sowie Ernährungsvorsorge.

Neben den allgemeinen Aussagen zu den zu erwartenden Veränderungen in Sachsen-Anhalt und der Sektorbetrachtung wird auch der Kontext zur Deutschen Anpassungsstrategie und zum Nachhaltigkeitsprozess beleuchtet.

Den Themen Modellregionen, kommunale Ebene, Aktivitäten Einzelner, Forschung, Motivations- und Bildungsstrategien sowie der Kostenbetrachtung werden eigene Kapitel gewidmet.

Ein besonderer Schwerpunkt wurde auch auf die Darstellung der Wechselwirkungen und Nutzungskonkurrenzen bei der Anpassung der verschiedenen Sektoren gelegt.

Die Strategie kam im Herbst 2009 zur öffentlichen Anhörung. Ende 2009 lag ebenfalls die Vulnerabilitätsstudie für Sachsen-Anhalt vor. Die jeweiligen Ergebnisse wurden in diese Anpassungsstrategie eingearbeitet.

Nunmehr steht die Umsetzung der Strategie an. Es wird eine weitere Aufgabe der AG Klimawandel sein, diese Umsetzung in den nächsten Jahren zu begleiten.

Es ist jedoch deutlich hervorzuheben: Der Staat kann nur einen Rahmen setzen. Die Anpassung muss durch jeden Einzelnen, durch jedes Unternehmen selbst erfolgen!

Glossar

Biosphäre

Gesamtheit der lebenden organischen Substanzen, Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen

CCLM

Klimasimulationen mit dem dynamischen regionalen Klimamodell COSMO-CLM. Bei diesem Modell handelt es sich um eine an Langzeitsimulationen angepasste Version des Modells COSMO, das beim Deutschen Wetterdienst für die täglichen Wettervorhersagen verwendet wird.

Service Gruppe Anpassung beim Max-Planck-Institut, CLM Community

Devastierte Flächen

Allgemein die Zerstörung oder Verwüstung von Landschaften u. a. des natürlichen Bodens durch menschliche Eingriffe wie beim Bergbau oder natürliche sowie anthropogen ausgelöste Prozesse wie Erosion oder Erdbeben

Geosphäre

bezeichnet die Erdoberfläche

Hydrosphäre

ist eine Teilhülle der Geosphäre der Erde und umfasst deren ober- und unterirdische Wasservorkommen

Indikatoren

sind Kenngrößen, die der Erfassung, Messung und Beschreibung des Zustandes oder Standes oder der Entwicklung und Wirkungen von Handlungen und Maßnahmen sowie der Bewertung der Ursachen und des Trends der Entwicklung und/oder als Grundlage für Zielsetzungen und die Festlegung von Maßnahmen dienen. Sie sind somit Hilfsmittel für die Umweltpolitik und tangierende Politikbereiche und eben auch für die Erfassung der Ursachen, Auswirkungen und Folgen des Klimawandels, die Begründung und Messung der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen. Indikatoren unterstützen somit die Beurteilung bestehender und künftiger (Umwelt)Probleme und (umweltrelevanter) Maßnahmen.

Invasive Arten

So werden im Naturschutz gebietsfremde Arten bezeichnet, die unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Biotope haben. So können sie z. B. in Konkurrenz um Lebensraum und Ressourcen zu anderen Arten treten und diese verdrängen.

IPCC

Intergovernmental Panel on Climate Change (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen). Seine Hauptaufgabe besteht darin, Risiken der globalen Erwärmung zu beurteilen und Vermeidungsstrategien zusammenzutragen.

Kaltluftzonen

Kaltluftzonen dienen dem Abfluss von Kaltluft. Unter Kaltluftabfluss versteht man den nächtlichen Abfluss von örtlich gebildeter Kaltluft, dabei wird genügend Gefälle

vorausgesetzt. Dies tritt insbesondere an unbewaldeten und un bebauten Hängen auf. Kenntnisse solcher Kaltluftströmungen sind besonders wichtig bei städtebaulichen Maßnahmen und in der Landwirtschaft (Weinbau).

Klima

Unter Klima versteht man das statistisch gemittelte Wetter über lange Zeiträume.

Klimadiagnose

Auswertung und Trendanalysen der meteorologischen Beobachtungsdaten z. B. des Deutschen Wetterdienstes

Klimamonitoring

Beobachtung der bereits eingetretenen Auswirkungen der Klimaänderungen auf Natur und Umwelt mit Hilfe von Messungen oder Bioindikatoren

Klimamodell/Klimaprojektionen

Zur Bewertung künftiger möglicher Klimaentwicklungen benutzen Wissenschaft und Politik Klimamodelle. Die Ergebnisse der Modelle stellen mögliche Entwicklungskorridore des künftigen Klimas dar und werden Klimaprojektionen oder Klimaszenarien genannt. Sie bilden eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Risiken und Chancen künftiger Klimaänderungen sowie notwendiger Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Sektoren.

Klimanormalperiode

Die Klimanormalperiode ist ein Zeitraum der Klimabeobachtung, der von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) auf 30 Jahre festgelegt wurde. Die aktuelle Normalperiode läuft seit 1991 und dauert bis 2020, Referenzzeitspanne ist die Periode von 1961–1990.^[1] Vorangehende Normalperioden waren 1901–1930 und 1931–1960.

LEITLINIE WALD

Waldbauliche Richtlinie des Landes Sachsen-Anhalt

Lysimeter

Ist ein Gerät zur Ermittlung von Bodenwasserhaushaltsgrößen (Versickerungsrate, Verdunstung) und zur Beprobung von Bodensickerwasser, um dessen Quantität und Qualität zu bestimmen. In der Umweltforschung und Landwirtschaft werden Lysimeter zur Erfassung von Wechselwirkungen bzw. Stofftransporten zwischen der Atmosphäre, den Pflanzen, dem Boden, der Tierwelt und dem Grundwasser verwendet.

Mitigation

Verringerung der Treibhausgasemissionen, um die Auswirkungen auf den Klimawandel zu steuern

Natura 2000

ist die offizielle Bezeichnung für ein kohärentes Netz besonderer Schutzgebiete, das innerhalb der Europäischen Union nach den Maßgaben der Richtlinie 92/43/EWG (FFH-Richtlinie) von den Mitgliedstaaten errichtet wird. Sein Zweck ist der länderübergreifende

Schutz gefährdeter wildlebender heimischer Pflanzen- und Tierarten und ihrer natürlichen Lebensräume.

Pathogenität

bezeichnet die Eigenschaft eines Objekts, bei einem bestimmten Organismus eine Erkrankung auszulösen

Pedosphäre

Bodendecke der Erde

Phänologische Gärten

Die Internationalen Phänologischen Gärten (IPG) sind eine europäische und innerhalb der Phänologischen Arbeitsgruppe der Internationalen Gesellschaft für Biometeorologie (ISB) eigenständige Einrichtung. Das Beobachtungsnetz der IPG wurde 1957 gegründet und arbeitet auf ehrenamtlicher Basis. Die IPG wurden eingerichtet, um vergleichbare phänologische Daten für ganz Europa erheben zu können. Aus diesem Grund wurden vegetativ vermehrte Bäume und Sträucher an allen Standorten angepflanzt. Es war daher notwendig einen Muttergarten einzurichten, in dem die Vermehrung, Anzucht und der Versand der Pflanzen erfolgte. Die IPG wurden auf den Flächen verschiedener Institute und Einrichtungen etabliert. In der Nähe eines jeden IPG existiert eine offizielle Wetterstation.

Das internationale phänologische Beobachtungsprogramm ist auf die Untersuchung möglicher Folgen klimatischer Veränderungen auf Waldökosysteme ausgerichtet. Wissenschaftliche Ziele sind:

- Beobachtung von Umweltveränderungen
- Klima-Impakt-Studien
- Entwicklung phänologischer Modelle
- Eichung von Fernerkundungsdaten
- Darstellung phänologischer Karten

Potentielle Natürliche Vegetation (PNV)

Als potentielle natürliche Vegetation einer Fläche bezeichnet man diejenige Pflanzengesellschaft, die sich als Klimaxstadium mit der Zeit einstellen würde, wenn der Mensch seine Nutzung dieser Fläche aufgeben würde. Laufende äußere Einflüsse sowie bereits eingetretene irreversible Standortveränderungen sind in diesem Gedankenmodell zu berücksichtigen. Die PNV gilt somit auch als Ausdruck des aktuellen biotischen Wuchspotentials einer Landschaft. Die Entwicklung der potentiellen natürlichen Vegetation wäre ein langfristiger sukzessiver Prozess von Pioniergesellschaften hin zur Klimaxgesellschaft.

Referenzstandorte

sind die Gesamtheit der durch Messungen des biologischen, chemischen oder physikalischen Zustandes des Bodens untersuchten, in Bodeninformationssystemen des Landes Sachsen-Anhalt erfassten Böden, die für Vergleichs- bzw. Wiederholungsuntersuchungen hinreichend genau auffindbar sind (durch Einmessung von geographischen Koordinaten). Zu den Referenzstandorten zählen im Wesentlichen Boden-Dauerbeobachtungsflächen, Profile der Bodenzustanderhebung Wald, Dauerversuche, Profile zur Bodenzustandserfassung.

REKLI Sachsen-Anhalt

Regionale Klimadatenbank Sachsen-Anhalt

Datenbank über meteorologische Beobachtungsdaten des Deutschen Wetterdienstes für Sachsen-Anhalt

REMO

Das dreidimensionale hydrostatische regionale Klimamodell REMO (**R**egional **M**odell) ist ein atmosphärisches Zirkulationsmodell, das die relevanten physikalischen Prozesse dynamisch berechnet.

Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg

STAR

STAR ist ein statistisch basiertes regionales Klimamodell. Mit Clusterverfahren wird ein Zusammenhang zwischen großräumigen Klimainformationen und den langjährigen Messreihen an den Klimastationen des DWD hergestellt. Dabei ist die Temperatur die Leitgröße, aus der sich alle anderen meteorologischen Größen berechnen.

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

Tonmatrix

Anteil der festen Bodensubstanz, die aus Tonmineralen besteht

Vektor

Der Begriff Vektor bezeichnet in der Biologie und der Medizin ganz allgemein einen Überträger von Infektionskrankheiten auslösenden Krankheitserregern. Der Vektor transportiert dabei einen Erreger vom Hauptwirt, Reservoirwirt auf einen anderen Organismus, ohne selbst zu erkranken.

Wetter

Zustand der Atmosphäre zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort

WETTREG

Statistisches Regionalisierungsmodell für Klimaprojektionen der CEC GmbH Potsdam;
Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode

Das Modell WETTREG nutzt die statistischen Wechselbeziehungen bisheriger Klimabeobachtungen – vor allem den Einfluss der Großwetterlagen auf das Lokalklima.