

Fach- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“



SACHSEN-ANHALT

Aktualisierung der Strategie des Landes Sachsen-Anhalt zur Anpassung an den Klimawandel

Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt
des Landes Sachsen-Anhalt

Magdeburg, 1. Oktober 2013

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	2
<i>1. Einleitung</i>	4
<i>2. Der Klimawandel und seine Folgen für Sachsen-Anhalt</i>	5
2.1. Status Quo der Klimaändkoperungen.....	5
2.2. Weltweite Zunahme der Treibhausgas-Emissionen.....	7
2.3. Klimadiagnose Sachsen-Anhalt	9
2.4. Ergebnisse regionaler Klimamodelle für Sachsen-Anhalt.....	10
2.5. Ausblick zur Klimamodellierung - Die neuen RCP-Szenarien	13
2.6. Klimainformationssystem ReKIS.....	15
<i>3. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels</i>	18
3.1. Strategien auf internationaler und EU-Ebene	18
3.2. Strategien auf Bundesebene.....	19
3.3. Anpassungsstrategie 2013 für Sachsen-Anhalt	19
<i>4. Besondere Sektoren</i>	20
4.1. Menschliche Gesundheit.....	21
4.2. Wasser.....	30
4.3. Boden	39
4.4. Landwirtschaft und Agrarraumgestaltung.....	47
4.5. Ländlicher Raum.....	57
4.6. Weinbau	63
4.7. Forstwirtschaft.....	67
4.8. Fischerei.....	73
4.9. Naturschutz.....	76
4.10. Regionale Wirtschaft	82
4.11. Tourismus	85
4.12. Energiewirtschaft.....	87
4.13. Landes- und Regionalplanung.....	90
4.14. Bauwesen, Gebäudetechnik	93
4.15. Verkehr	95
4.16. Bevölkerungsschutz.....	100
4.17. Bildung	102
<i>5. Strategien der Landkreise, Städte und Gemeinden Sachsen-Anhalts</i>	105
<i>6. Wechselwirkungen und Nutzungskonkurrenzen</i>	107
<i>7. Übergreifende Aspekte</i>	114
7.1. Forschung/Forschungsstrategien.....	114

7.2. Förderung	116
7.3 Indikatoren/ Monitoring	116
7.4. Die gesellschaftliche Komponente des Klimawandels	117
8. Kommunikations- und Bildungsstrategien.....	118
8.1. Handlungsfelder	118
8. 2. Handlungsoptionen	118
8.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf.....	126
9. Ökonomische Beurteilung von Anpassungsmaßnahmen.....	127
9.1. Die Kosten und Nutzen des Klimawandels	127
9.2. Die Kosten und Nutzen von Anpassungspolitiken.....	128
9.3. Kosten zur Schadensbeseitigung bzw. -begrenzung und Kosten der verbleibenden Schäden	128
10. Aktivitäten Einzelner - Eigenvorsorge und Anpassung.....	130
11. Informationen zu Risiken, Risikogebieten und Karten	131
Glossar.....	133
Anlagen.....	138
Anlage 1:	138
Klima-Biomonitoring	138
Anlage 2:	139
Phänologischer Garten Roßla	139
Anlage 3:	140
Dauerbeobachtungsflächen in Populationen mediterraner Orchideenarten.....	140
Anlage 4:	141
Phänologische Daten im Vergleich mit Klimadaten Sachsen-Anhalts und ein möglicher Einfluss des Klimawandels auf die Pflanzenphänologie	141
Anlage 5:	143
Zukünftige Aufgaben für den Bereich Klima-Biomonitoring	143

1. Einleitung

Der Klimawandel wird bis zum Ende dieses Jahrhunderts unsere Lebensgrundlagen gravierend verändern. Die Durchschnittstemperatur wird wahrscheinlich steigen, ebenso das Risiko von Extremereignissen wie Hitzewellen, Hochwasser, Stürme, Dürre und Starkniederschläge. Das belegen auch die erhobenen Daten und Szenarien für Sachsen-Anhalt, die zwar Unsicherheiten in der Höhe der Änderungen, nicht aber in der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens aufweisen.

Um die möglichen Folgen des Klimawandels zu mindern, sind Klimaschutz und Klimafolgenanpassung gerade in den letzten Jahren immer stärker in der politischen Diskussion verankert worden.

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 und Vermeidung klimaschädlicher Gase. Hier gilt es, die Emissionen mit dem Ziel zu reduzieren, die Klimaänderungen auf einem Niveau zu halten, das den ökologischen Systemen genug Zeit zur Anpassung lässt.

Das Land Sachsen-Anhalt verfolgt deshalb eine Doppelstrategie: Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels werden parallel voran gebracht.

Die Landesregierung von Sachsen-Anhalt hat bereits im Jahr 2007 eine fach- und ressortübergreifende Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel (AG Klimawandel) unter der Leitung des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt gegründet. Diese Arbeitsgruppe wurde aufgrund personeller Veränderungen und der Notwendigkeit, weitere Mitglieder aufzunehmen, im Jahr 2011 neu berufen. In ihr sind die betroffenen Ministerien und Fachbehörden des Landes, die kommunalen Spitzenverbände, die Hochschulen des Landes, das Umweltforschungszentrum der Helmholtzgesellschaft und der Deutsche Wetterdienst vertreten.

Die AG Klimawandel untersucht die Situation im Land und analysiert und wichtet den Handlungsbedarf. Dabei ist eine wesentliche Aufgabe, die von der Landesregierung am 13. April 2010 beschlossene Strategie des Landes zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels fortzuschreiben, deren Umsetzung zu begleiten und darüber zu berichten.

Die bisherige Strategie, der Aktionsplan und der Umsetzungsbericht sind veröffentlicht auf www.klimawandel.sachsen-anhalt.de.

Als die Landesregierung im Jahr 2010 die Strategie des Landes zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels mit dem dazu gehörenden Aktionsplan bestätigt hat, wurde gleichzeitig beschlossen, dass diese Strategie im Lichte neuer Erkenntnisse laufend zu aktualisieren ist.

Diese Aktualisierung wurde durch die AG Klimawandel vorgenommen und erfolgte unter Hinzuziehung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse, sowohl aus globalen als auch aus nationalen und regionalen Studien und Untersuchungen, wie der 2012 durchgeführten Studie „Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt“ (Inhalte: neue Szenarien, Extremereignisse, ökonomische Betrachtungen).

Aufgrund der Erfahrungen mit der Anpassungsstrategie aus 2010 wurden nunmehr die Maßnahmen, die bislang im Aktionsplan aufgeführt waren, direkt in die einzelnen Kapitel der Anpassungsstrategie 2013 integriert. Aufgenommen wurden dabei nur Maßnahmevorschläge, die auch ohne prognostizierten Klimawandel einen Nutzen erwarten lassen.

2. Der Klimawandel und seine Folgen für Sachsen-Anhalt

2.1. Status Quo der Klimaänderungen

2.1.1. Globale Klimaänderungen

Derzeit laufen die Grundsatzuntersuchungen für den 5. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC – zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen „Weltklimarat“). Der Abschlussbericht wird für Anfang 2015 erwartet. Der Sachstandsbericht wird die neuesten Erkenntnisse zum Klimawandel auf globaler Ebene abbilden und Grundlage für das Handeln zur Anpassung an den Klimawandel bilden.

In diesem Zusammenhang legte der IPCC im November 2011 einen umfassenden Sonderbericht zum Thema "Management des Risikos von Extremereignissen und Katastrophen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel" (SREX¹) vor.

Dieser Bericht enthält neue Erkenntnisse zu extremen Wetter- und Klimaereignissen aus der Vergangenheit und in Zukunftsprojektionen. Sie bilden eine Grundlage für das Management von Risiken und Katastrophen durch Extremereignisse.

Damit werden Expertisen aus den Bereichen Klimaforschung, Klimaanpassung und Risiko-/Katastrophenmanagement vereint. Die Analysen wurden aus globaler Perspektive und nicht speziell für Deutschland durchgeführt. Gemäß dem Auftrag des IPCC werden keine politischen Empfehlungen gegeben.

Der SREX zeigt, dass die Risiken und Schäden von Extremereignissen zugenommen haben. Für mehrere Regionen der Welt wird eine Zunahme von Extremereignissen durch den Klimawandel prognostiziert. Gleichzeitig attestiert der IPCC Bericht aber in vielen Aspekten noch große Unsicherheiten.

2.1.2. Auswirkungen extremer Wetterereignisse in Deutschland

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse in Deutschland wurden in einem aktuellen Forschungsprojekt einer Behördenallianz

- aus Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK),
- Technischem Hilfswerk (THW),
- Umweltbundesamt (UBA) sowie
- Deutschem Wetterdienst (DWD)

zu „Auswertungen regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit“² untersucht. Die Ergebnisse und erste Schlussfolgerungen aus diesem Forschungsprojekt wurden anlässlich einer gemeinsamen Pressekonferenz³ am 30.10.2012 der Öffentlichkeit vorgestellt:

- **Deutschland muss sich auf Wetterextreme vorbereiten**

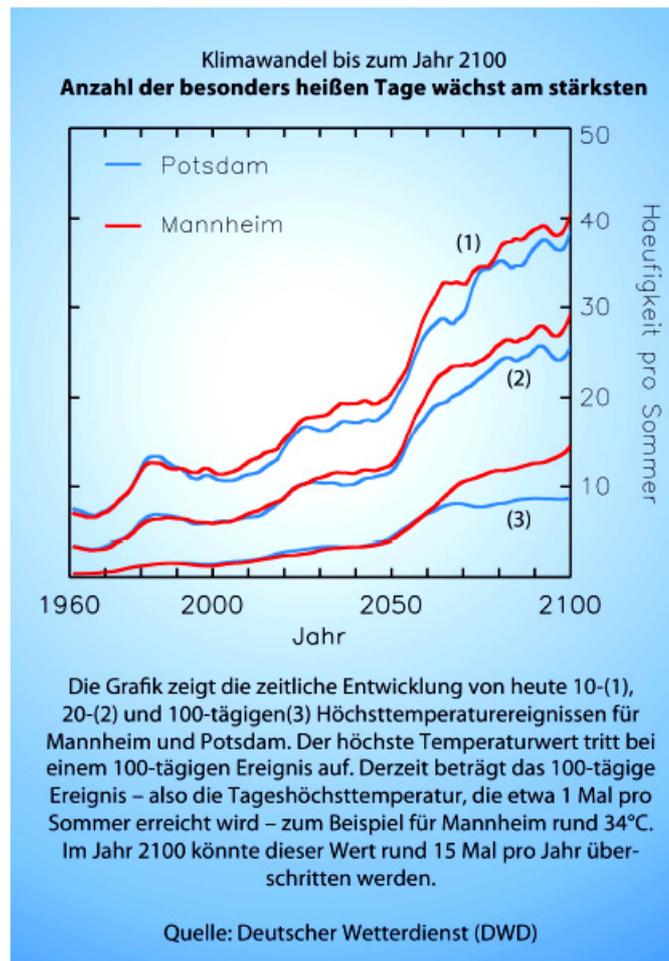
„Höhere Durchschnittstemperaturen werden für mehr und intensivere Wetterextreme sorgen. Dabei wird die Anzahl der besonders extremen und gefährlichen Wetterphänomene am stärksten zunehmen. Das Schadenspotential durch Wetterextreme kann damit deutlich wachsen. Darauf muss sich Deutschland frühzeitig und richtig vorbereiten.“

(Dr. Paul Becker, Vizepräsident des DWD)

¹ [www.de-ipcc.de/ media/KernaussagenSREX.pdf](http://www.de-ipcc.de/media/KernaussagenSREX.pdf)

² Abschlussbericht Oktober 2012 Offenbach am Main

³ Pressemitteilung des DWD vom 30.10.2012



- **In Konsequenz die Warnung der Bevölkerung und deren Selbsthilfefähigkeit verbessern**
„Erste Konsequenzen für den Bevölkerungsschutz aus den Ergebnissen des Forschungsvorhabens müssen sein, dass zum einen das Warnsystem in Deutschland zügig und flächendeckend ausgebaut wird, hier schreiben wir gerade das satellitengestützte Warnsystem fort zum Modularen Warnsystem. Zum anderen wollen wir die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung verbessern, damit sich die Menschen selber und auch gegenseitig helfen können, ehe die professionelle Hilfe eintritt.“
 (Christoph Unger, Präsident BBK)
- **Städte müssen sich gegen Hitze wappnen**
„Der Klimawandel hat auch Auswirkungen auf das Leben in den Städten. Diese heizen sich besonders auf und müssen die eigene Infrastruktur deshalb rechtzeitig anpassen: Frischluftschneisen sowie Grünflächen im Wohn- und Arbeitsumfeld werden immer wichtiger.“
 (DirProf. Harald Herrmann, Leiter des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung - BBSR)
- **Extremwetterereignisse erfordern immer wieder den Einsatz von Helferinnen und Helfern im Bereich des gesamten Bevölkerungsschutzes**
„Extremwetterereignisse waren und sind auf dem Gebiet der Bundesrepublik die bekanntesten und am häufigsten auftretenden Großschadensereignisse. Der durch sie verursachte Schaden ist immens und erfordert immer wieder den Einsatz von Helferinnen und Helfern im Bereich des gesamten Bevölkerungsschutzes.“
 (Gerd Friedsam, Vizepräsident des THW)

- **Über Klimarisiken muss intensiv informiert werden**

„Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel rechnen sich schon heute. Dach und Hofbegrünungen, der Einbau von Beschattungselementen an Gebäuden oder die Verwendung hitzeresistenter Straßenbeläge sind Beispiele zum Schutz vor Klimarisiken. Je eher sie umgesetzt werden, desto größer ist ihr Nutzen. Das Umweltbundesamt empfiehlt daher zum Beispiel die finanzielle Förderung von Gründächern in Städten.“

(Dr. Kora Kristof, Leiterin Grundsatzabteilung des UBA)

2.1.3. Analyse extremer Wetterereignisse für Sachsen-Anhalt

In der Studie „Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt“ (Los 1; CEC Potsdam; 2012) wurden analog zum Vorgehen des DWD die regionalen Klimaprojektionen REMO und WETTREG2010 (Szenario A1B) hinsichtlich des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Wind für das Gebiet von Sachsen-Anhalt untersucht. Die Analyse erfolgte dabei nach verschiedenen Perzentilen, die unterschiedliche Extremstufen kennzeichnen.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass sich bezüglich der *Tagesmaximumtemperatur* insgesamt auf Grund der modellierten Klimaentwicklung auch in den Extremen Verstärkungen abzeichnen, die auch saisonal unterschiedlich und am deutlichsten bei den hohen Extremstufen sind. Die Häufigkeit des Auftretens sehr hoher Temperaturen wird nach den Klimaprojektionen zukünftig zunehmen.

Beim Niederschlag ist das Bild nicht ganz so einheitlich – hier werden zwar zumeist geringe Änderungen analysiert, die bei REMO in der höchsten untersuchten Extremstufe und für einzelne Jahreszeiten aber auch in der Größenordnung einer Verdoppelung von Starkniederschlagsereignissen liegen können. Bei den Windextremen zeigen die Untersuchungen bei beiden Modellen ähnliche winterliche Zunahmen in der *höchsten Extremstufe*.

2.2. Weltweite Zunahme der Treibhausgas-Emissionen

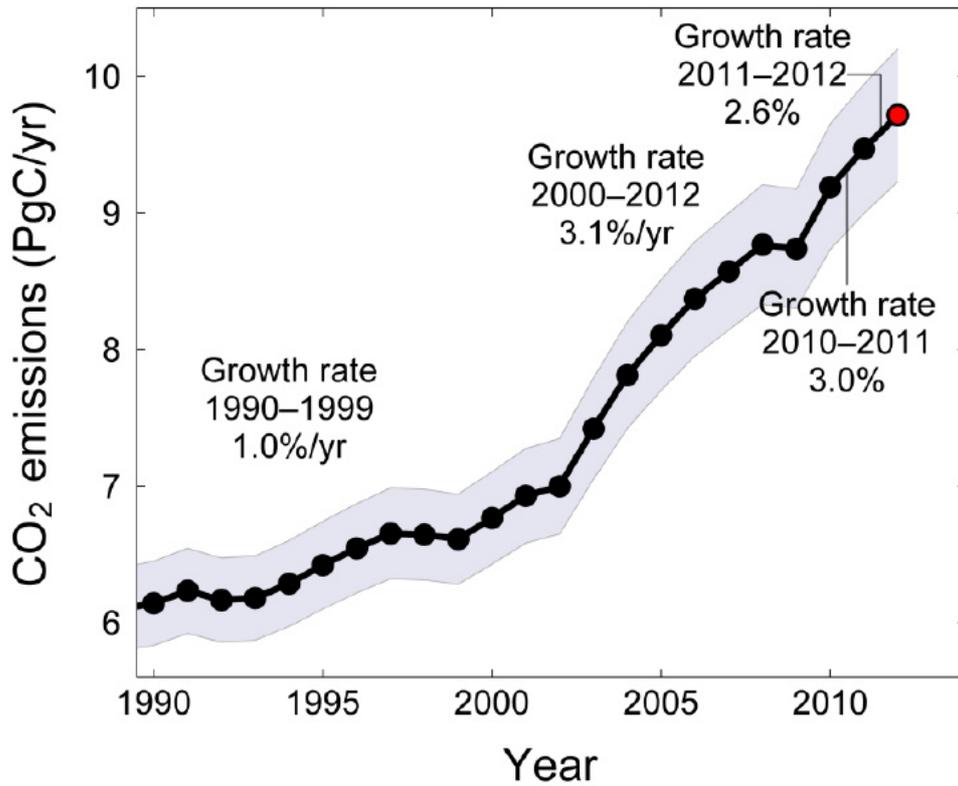
Eine internationale Gruppe renommierter Wissenschaftler, die sich in dem "Global Carbon Project" zusammengeschlossen haben, kommt in ihrer jährlichen Bestandsaufnahme der weltweiten CO₂-Emissionen – dem "Carbon Budget 2012" – zu dem Ergebnis, dass die durch die Nutzung fossiler Energieträger und bei der Zementherstellung verursachten CO₂-Emissionen im Jahr 2012 weltweit um 2,6 % gegenüber dem Jahr 2011 ansteigen. Damit setzt sich der ansteigende Trend nach 2009 weiter rasant fort.

Insgesamt war der im Jahr 2009 maßgeblich durch die globale Finanzkrise ausgelöste Rückgang der Treibhausgasemissionen um 1,4 % also nur eine kleine Delle mit geringen Auswirkungen auf den langfristigen Trend eines weiter zunehmenden CO₂-Ausstoßes.

Der Anstieg der CO₂-Emissionen in 2011 wurde vor allem durch die sich entwickelnden Volkswirtschaften forciert (z.B. China + 9,9 % und Indien + 7,5% gegenüber 2010).

Dagegen nahmen die Emissionen in den Industrieländern im Jahr 2011 gegenüber dem Jahr 2010 leicht ab (z.B. USA – 1,8 %, EU-27 -2,8 %). Die einwohnerbezogenen CO₂-Emissionen liegen in den Industrieländern mit 3 Tonnen/Einwohner weit über den Emissionen der Entwicklungsländer mit 0,9 Tonnen/Einwohner.

Eine Kehrtwende dieser Entwicklungen ist derzeit ebenso wenig abzusehen, wie deutliche Verbesserungen der Kohlenstoffintensität im Rahmen der weltweiten wirtschaftlichen Aktivitäten.



Uncertainty is $\pm 5\%$ for one standard deviation (IPCC “likely” range)

Source: [Peters et al. 2012a](#); [Le Quere et al. 2012](#); [CDIAC Data](#); [Global Carbon Project 2012](#)

Weltweite CO₂-Emissionen aus den Sektoren Energieerzeugung auf Basis fossiler Energieträger und Zementindustrie⁴

Quelle: [Peters et al. 2012a](#); [Le Quèrè et al. 2012](#); [CDIAC Data](#); [Global Carbon Projekt 2012](#)

⁴ growth rate: Wachstumsrate

2.3. Klimadiagnose Sachsen-Anhalt

Insgesamt gehört das Gebiet von Deutschland zum warmgemäßigten 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.

Langjährige Klimaauswertungen des Deutschen Wetterdienstes für Sachsen-Anhalt zeigen für den Zeitraum 1881 bis 2011 folgende Ergebnisse:

Jahresdurchschnittstemperatur	8,7 °C
Veränderung der Durchschnittstemperatur seit 1881	+1,1 K
Durchschnittliche jährliche Niederschläge	547 l/m ²
Mittlere jährliche Sonnenscheindauer	1 522 Stunden

Die Jahresschwankungen der Temperatur sind in den verschiedenen Regionen Sachsen-Anhalts recht groß (z.B. Harz, mitteldeutsches Trockengebiet). 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 Deutschlands.

Temperaturtrend 1881 – 2011 in K:

Land	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Sachsen-Anhalt	+ 1,16	+ 1,08	+ 1,22	+ 0,97	+ 1,15
Sachsen	+ 1,30	+ 1,20	+ 1,07	+ 0,74	+ 1,12
Thüringen	+ 1,37	+1,33	+ 1,27	+ 0,99	+ 1,27
Deutschland	+ 1,3	+1,13	+ 1,18	+ 1,⑩	+ 1,22

Prozentualer Niederschlagstrend 1881 – 2011:

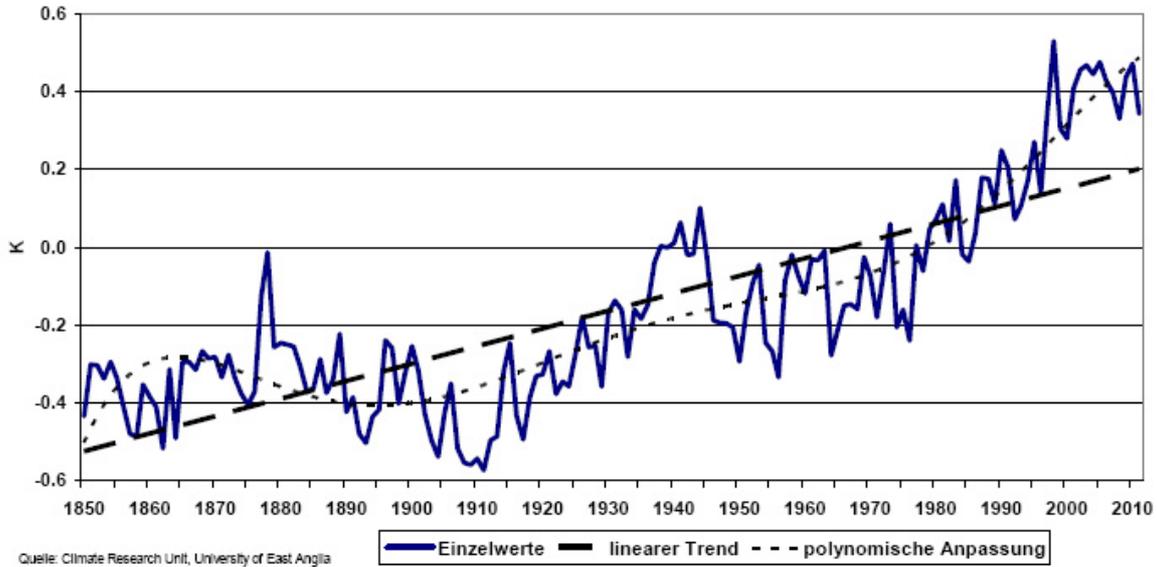
Land	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Sachsen-Anhalt	+ 6,6	- 5,3	-0,4	+ 22,2	+ 4,9
Sachsen	- 6,5	- 9,8	- 3,0	+ 15,0	- 2,5
Thüringen	+ 11,8	- 4,5	+ 7,1	+ 22,3	+ 8,4
Deutschland	+ 12,8	-0,3	+ 8,1	+ 26,0	+ 11,1

Quelle: DWD Klima-Pressekonferenz am 3.5.2012 in Berlin – Zahlen u. Fakten zum Klimawandel in Deutschland

Im Vergleich war es 2011 weltweit fast ein halbes Grad zu warm

Die globale Jahresdurchschnittstemperatur lag 2011 um 0,4 K über dem Mittel der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961-90 von 14,0 °C. In Deutschland fiel das Jahr 2011 mit 9,6 °C um 1,4 K zu warm aus.

Weltweit stieg die Jahresdurchschnittstemperatur von 1881 bis 2011 um 0,7 K. In Deutschland waren es 1,2 K.



Globale Abweichung des Jahresmittels der Temperatur vom Mittel der Periode 1961-90 Klimaprojektionen

Quellen: Climate Research Unit, University of East Anglia, Deutscher Wetterdienst (DWD)

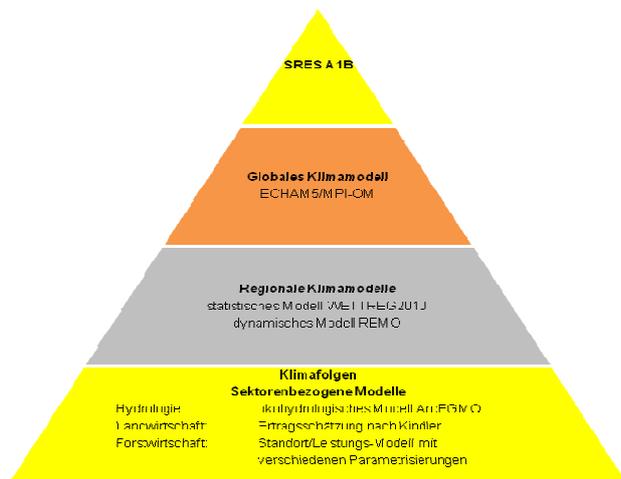
2.4. Ergebnisse regionaler Klimamodelle für Sachsen-Anhalt

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 (WETTREG und STAR) und dynamische (REMO und CCLM) Modelle zum Einsatz. Diese regionalen Klimaprojektionen verfügen über eine Auflösung von 10km x 10km.

Für Sachsen-Anhalt wurden in der Studie „Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt“ (Los 1; CEC Potsdam; 2012) detaillierte Analysen der Klimamodelle WETTREG2010 und REMO für das Emissionsszenario A1B durchgeführt. Neben der Auswertung von Temperatur und Niederschlag bildeten die Analysen zu möglichen Extremereignissen (Tagesmaximumtemperatur, Niederschlag, Wind) für die Gegenwarts- und Zukunftsperioden einen besonderen Schwerpunkt der Untersuchung.

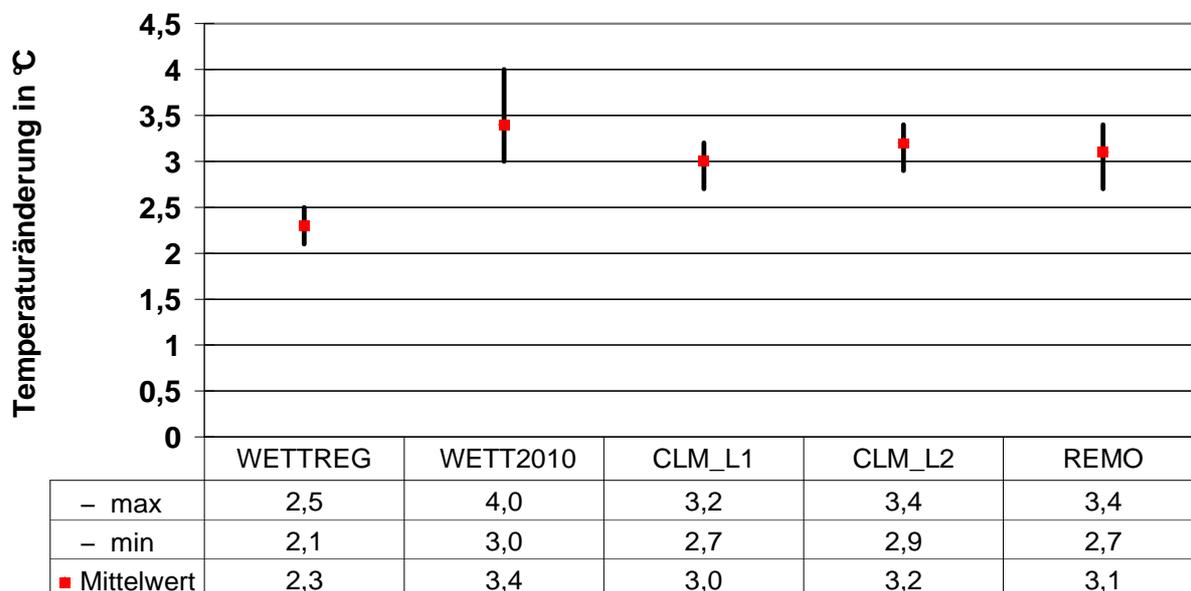
Darüber hinaus wurden für das Gebiet von Sachsen-Anhalt die vorliegenden regionalen Klimamodelle ausgewertet.



Methodisches Vorgehen bei der Klimafolgenstudie 2012

Im Klimainformationssystem ReKIS⁵ werden ausgewählte Ergebnisse zu speziellen Auswertungen und Modellvergleichen für verschiedene Klimaparameter zur Verfügung gestellt.

Modellvergleich; Szenario A1B / Änderung der Jahresmitteltemperatur 2071/2100 gegenüber 1971/2000

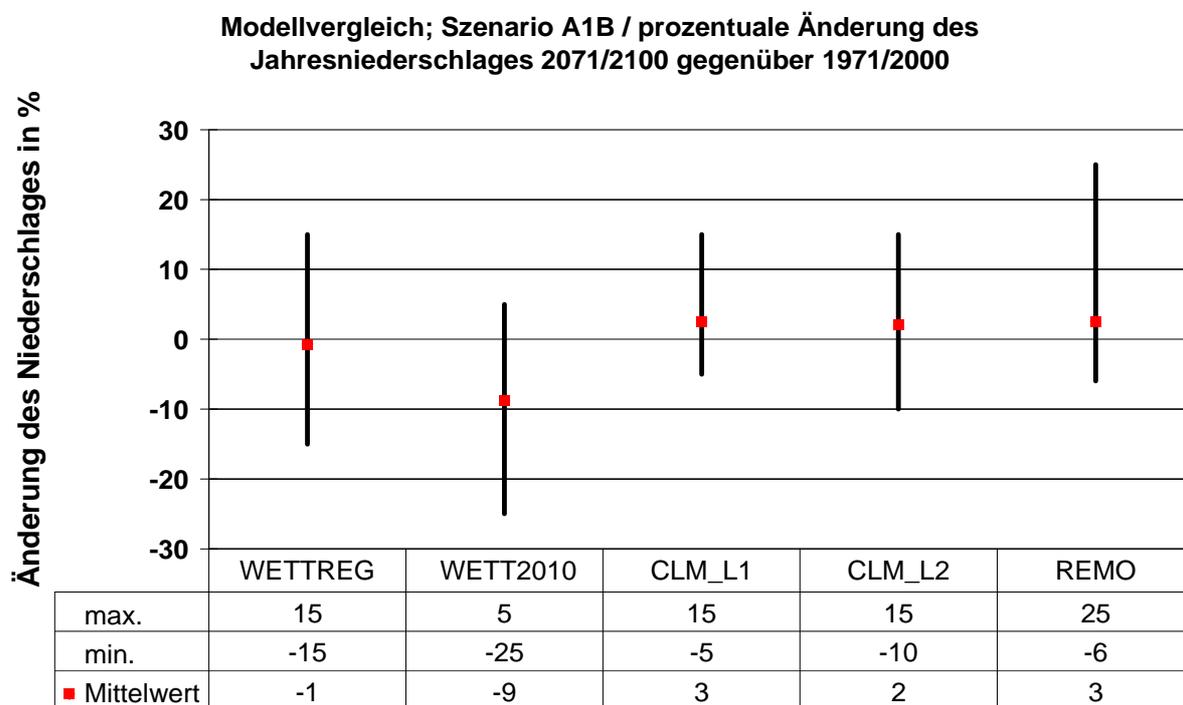


Änderung der Jahresmitteltemperatur im Zeitraum 2071-2100 gegenüber 1971-2000 für das Gebiet Sachsen-Anhalt

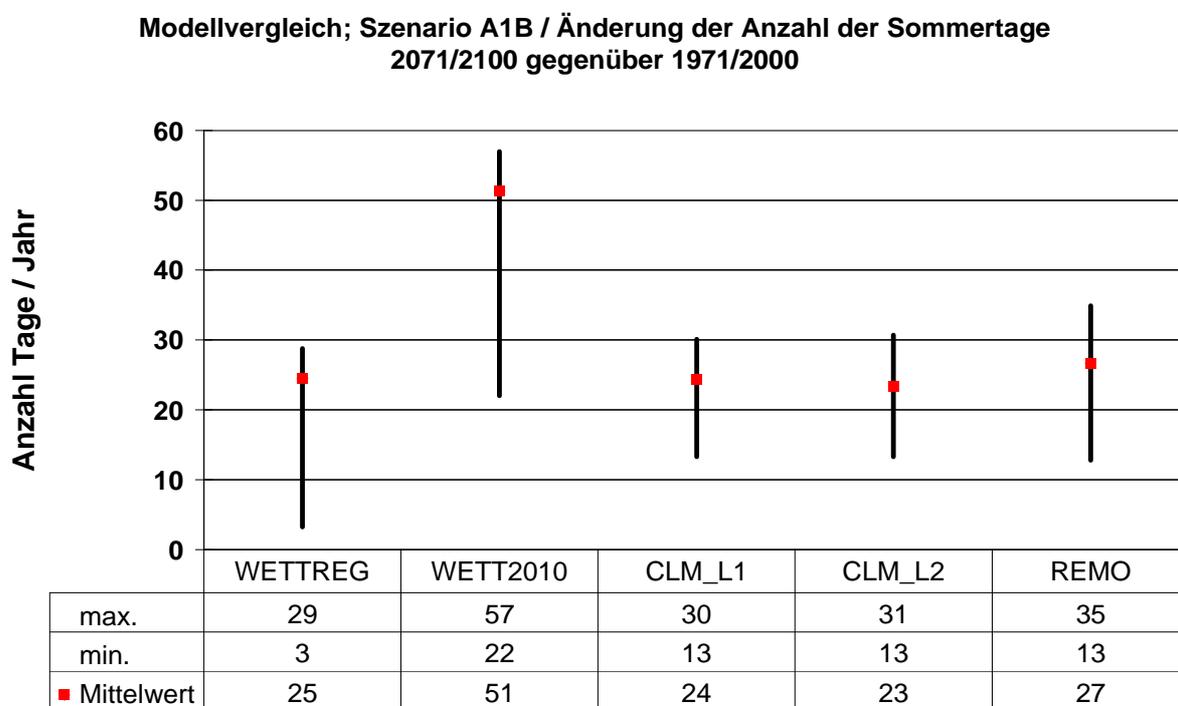
Quelle: LAU 2012

⁵ www.rekis.org

Hinsichtlich der zu erwartenden Temperaturentwicklung zeigen alle Modelle den gleichen Trend. Der Jahresniederschlag wird annähernd gleich bleiben.



Quelle: LAU 2012



Quelle: LAU 2012

Die Anzahl der Sommertage ($\geq 25^\circ\text{C}$) wird sich in Sachsen-Anhalt im Zeitraum 2071 -2100 durchschnittlich um mindestens 23 Tage erhöhen.

2.5. Ausblick zur Klimamodellierung - Die neuen RCP-Szenarien

Für den 5. IPCC-Sachstandsbericht wurden neue Szenarien formuliert, die als Nachfolger der SRES Szenarien (Special Report on Emissions Scenarios) genutzt werden.

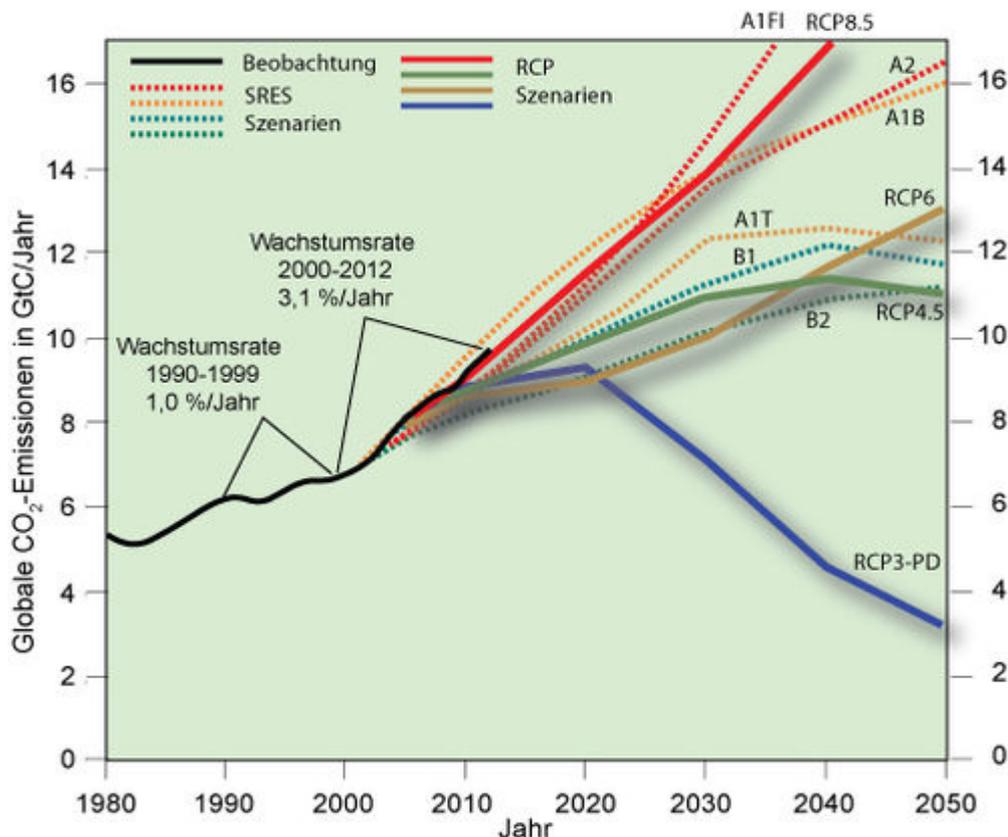
Anders als bei den SRES-Emissionsszenarien wird bei den neuen Szenarien der Schwerpunkt nicht auf die Emission, sondern auf die Konzentration und den Strahlungsantrieb der Treibhausgase gelegt.

In einem ersten wichtigen Schritt wurden sogenannte "Repräsentative Konzentrationspfade" (Representative Concentration Pathways; RCPs) mit gekoppelten Energie-Ökonomie-Klima-Landnutzungs-Modellen (sogenannte Integrated Assessment Modelle) erstellt.

Die zugrunde liegenden sozio-ökonomischen Annahmen berücksichtigen die Bevölkerungszunahme, das Bruttosozialprodukt, den Energieverbrauch u.a. Faktoren.

Diese Modelle bilden alle Treiber anthropogener Treibhausgasemissionen ab und setzen sie in konsistente Szenarien zukünftiger Treibhausgasemissionen und resultierender Strahlungsantriebe um. Es gibt dabei vier verschiedene „Pathways“: Drei Pfade erreichen einen anthropogenen Strahlungsantrieb von 8.5 W/m² (sehr hoch), 6 W/m² (hoch) bzw. 4.5 W/m² (mittel) im Jahr 2100. In einem weiteren Pfad erreicht der (relativ niedrige) anthropogene Strahlungsantrieb 3 W/m² noch vor 2100, dann geht dieser sogar wieder zurück.

Auf Grundlage der RCPs werden mit Hilfe von Klimamodellen neue Projektionen möglicher Klimaänderungen im 21. Jahrhundert und darüber hinaus berechnet.

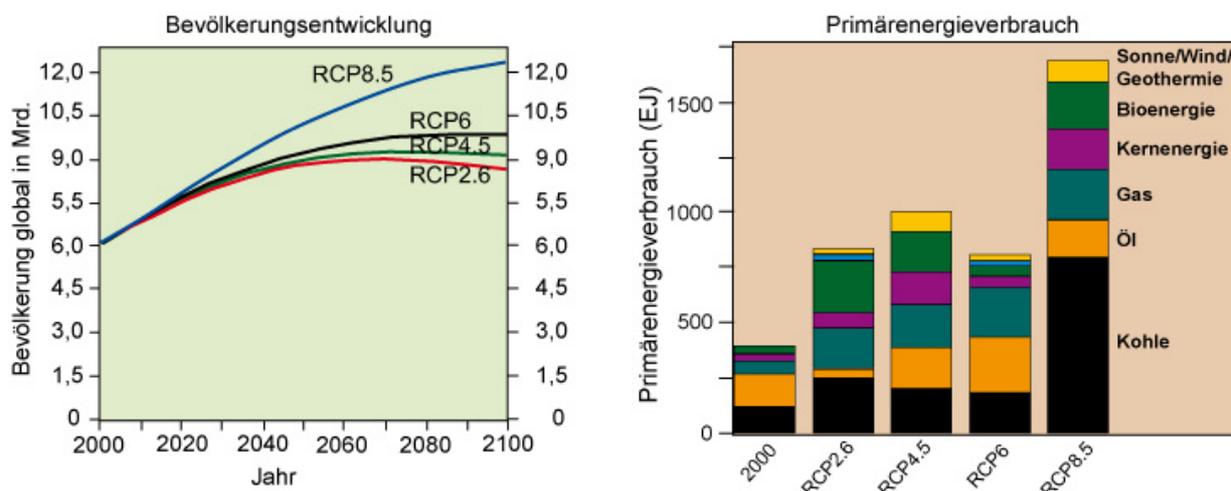


Die neuen RCP-Emissionspfade im Vergleich zu den SRES-Emissionspfaden bis 2050

Quelle: Klimawiki nach Peters, G.P., et al. (2012): The challenge to keep global warming below 2 °C, Nature Climate Change, advance online publication, doi:10.1038/nclimate1783; Steigerungsraten der 1990er und 2000er Jahre ergänzt nach Le Quéré et al. (2012): Global Carbon Budget

RCP-Szenarien für den 5. IPCC-Sachstandsbericht				
Bezeichnung	RCP8.5	RCP6.0	RCP4.5	RCP2.6
Treibhausgaskonzentration im Jahre 2100	1370 ppm CO ₂ -äq	850 ppm CO ₂ - äq	650 ppm CO ₂ - äq	400 ppm CO ₂ - äq
Strahlungsantrieb 1850-2100	8,5 W/m ²	6,0 W/m ²	4,5 W/m ²	2,6 W/m ²
Einstufung	sehr hoch	hoch	mittel	sehr niedrig

Quelle: Klimawiki; Van Vuuren, D.P., et al. (2011): The representative concentration pathways: an overview, Climatic Change 109, 5-3)



Bevölkerungsentwicklung und Primärenergieverbrauch bis 2100 nach den neuen Repräsentativen Konzentrationspfaden (Representative Concentration Pathways - RCPs)

Quelle: Klimawiki

nach: Van Vuuren, D.P., et al. (2011): The representative concentration pathways: an overview, Climatic Change 109, 5-31

Die oben angeführten und weitere Informationen können den Webportalen „KLIMANAVIGATOR“⁶ und „Wiki Klimawandel“⁷ entnommen werden.

Das Wiki Klimawandel ist ein Angebot des Climate Service Centers, des Hamburger Bildungsservers und des Deutschen Bildungsservers. Artikel des Klimawandel-Wiki stehen unter der Creative Commons Lizenz⁸.

⁶ [www.klimanavigator](http://www.klimanavigator.org)

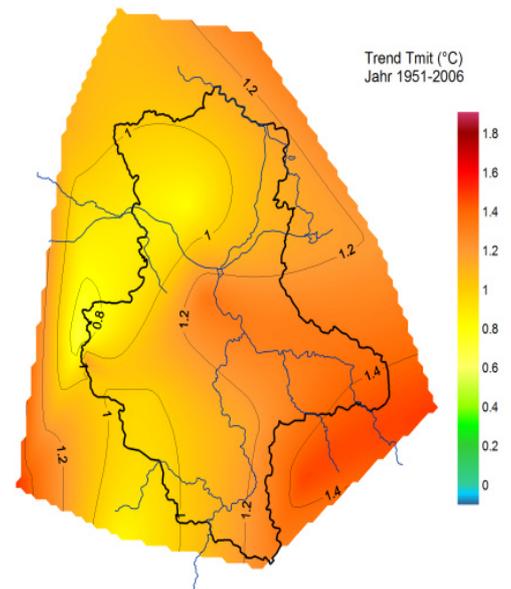
⁷ <http://klimawiki.org/klimawandel>

⁸ Namensnennung-NichtKommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland

2.6. Klimainformationssystem ReKIS

Das Regionale Klimainformationssystem ReKIS ist ein interaktives Werkzeug zur fachgerechten Bereitstellung, Dokumentation, Bewertung und Interpretation von Klimadaten und Klimainformationen der Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Auftraggeber für ReKIS sind der Freistaat Sachsen in Kooperation mit dem Land Sachsen-Anhalt (Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt) und dem Freistaat Thüringen. ReKIS wurde entwickelt durch die TU Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie.

ReKIS versteht sich als Schnittstelle zwischen Nutzern und Landesbehörden sowie der Wissenschaft und interessierten Bürgern. Die angebotenen Inhalte von ReKIS sind Resultat der Ergebnisse und Erfahrungen aus der regionalen Klimafolgenforschung der letzten zehn Jahre. ReKIS ist keine statische Plattform, sondern wird in Abstimmung zwischen den drei Bundesländern kontinuierlich ergänzt und erweitert.



Inhalte von ReKIS

ReKIS⁹ umfasst Informationen und Daten, die nach Zugriffsrechten gestaffelt, für den Nutzer sichtbar und anwendbar sind.

Frei zugänglich sind allgemeine Informationen zum ReKIS (Inhalte, Literatur und Weblinks). Durch eine einfache Registrierung (Angabe der E-Mail-Adresse) erhält der Nutzer Zugriff auf eine Vielzahl von Fachinhalten.

Einen Zugang zu originären Klimadaten (Download-Bereich) erhalten nach Antragstellung nur solche Nutzer, die im Auftrag des Landes Sachsen-Anhalt fachliche Aufgaben erfüllen.

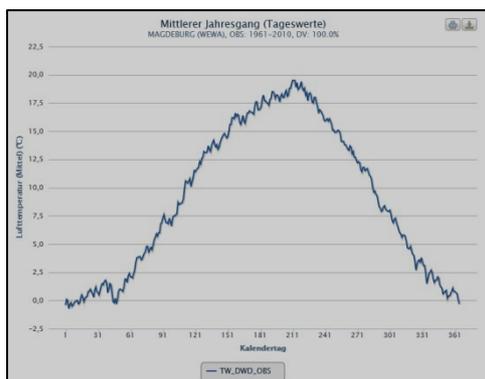
Beispiele für ReKIS-Auswertungen

➤ Karten und Grafiken

Darstellung von Karten und Grafiken zu verschiedenen Klimaelementen und anderen klimarelevanten Themen.
Diese Inhalte können gespeichert werden.

➤ Gerasterte Klimadaten

Zugang zum Interpolations- Tool RaKliDa.
Damit können GIS-kompatible Rasterklimadaten berechnet werden. Zusätzlich werden vorgerechnete (Referenz-) Rasterklimadaten bereitgestellt.



➤ Klimadaten: Analyse und Auswertung

Nutzung eines interaktiven Auswertungstools in **ReKIS** für die individuelle Analyse von Klimadaten. Die Ergebnisse werden in Diagrammen visualisiert und können gespeichert werden.

⁹ www.rekis.org

Klimadaten: Download-Bereich

Berechtigte Nutzer können in ReKIS mit Hilfe einer Auswahlmaske vorhandene Klimadaten für Sachsen-Anhalt herunterladen. Enthalten sind Beobachtungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (ab 1961) sowie Klimaprojektionsdaten der Regionalmodelle WETTREG, CLM, STAR und REMO. Möglich sind ein Download kompletter Datensätze (über FTP) oder ein Download einzelner Klimastationen oder Gitterzellen.



ReKIS bietet dem Nutzer zudem eine umfangreiche und aktuelle Link- und Literatursammlung zu klimarelevanten Themen.

3. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels

3.1. Strategien auf internationaler und EU-Ebene

Die projizierten Klimaänderungen 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 Nationen¹⁰ 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.

In Europa wurde die Klimapolitik mit den beiden Säulen, dem Klimaschutz und der Anpassung an den Klimawandel, zu einem wichtigen politischen Themenschwerpunkt.

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.

Nach der jüngsten Europawahl hat die Europäische Kommission im Februar 2010 eine neue Generaldirektion Klima geschaffen, um die Klimastrategie und deren Umsetzung auch organisatorisch zu untermauern.

Die Anpassung an den Klimawandel wurde inzwischen in viele Politikbereiche auf europäischer Ebene integriert. Besonders sichtbar wird dies in den Beratungen zu den Förderprogrammen für die künftige Förderperiode 2014-2020 sowie dem europäischen Forschungsrahmenprogramm.

Es wurden Leitlinien entwickelt, wie die Mitgliedstaaten Strategien zum Klimawandel erarbeiten können, und Datenbanken mit Best-Practice Beispielen eingerichtet.

Die Europäische Union hat Karten erstellt, die die Betroffenheit der europäischen Staaten gegenüber dem Klimawandel darstellen und deren Fähigkeit, die Herausforderungen zu meistern. Beide Karten wurden miteinander verschnitten. Herausgekommen ist eine Karte, die der Europäischen Union aufzeigt, welche Staaten und Regionen mehr und welche Staaten weniger Unterstützung bei der Bewältigung der Folgen des Klimawandels benötigen.

Die Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel wurde als relativ gering eingestuft. Diese Beurteilung ist allerdings regional unterschiedlich. Während in Süd- und Westdeutschland die höchste Anpassungsfähigkeit angenommen wird, gibt es in den neuen Bundesländern, auch in Sachsen-Anhalt, Regionen, denen eine geringe Anpassungsfähigkeit attestiert wird.

Seit April 2013 liegt die EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel vor¹¹. Diese Strategie enthält Rahmenbedingungen und Mechanismen, um die Vorsorge der EU vor den der-

¹⁰ www.unfccc.int

¹¹ COM(2013) 216 final; Ratsdok. 8556/13; http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com_2013_216_en.pdf; http://www.umwelt-online.de/PDFBR/2013/0303_2D13.pdf

zeitigen und künftigen Auswirkungen des Klimawandels auf ein neues Niveau zu heben. Dies soll durch Förderung und Unterstützung der Anpassungsmaßnahmen der EU-Mitgliedstaaten, durch Schaffung einer Grundlage für besser fundierte Entscheidungen über Anpassungsmaßnahmen in den kommenden Jahren und durch die Stärkung der Widerstandskraft der wichtigsten Wirtschafts- und Politikbereiche gegen die Auswirkungen des Klimawandels bewerkstelligt werden.

3.2. Strategien auf Bundesebene

Die Bundesregierung hat im Zusammenwirken mit den Bundesländern bereits Ende 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen und damit den Rahmen für die Anpassungsstrategien der Länder gesetzt.

Das Bundeskabinett hat Mitte 2011 einen Aktionsplan zur DAS beschlossen. Dieser Aktionsplan unterlegt die in der DAS genannten Ziele und Handlungsoptionen mit spezifischen Aktivitäten. Die Erstellung des Aktionsplans erfolgte in enger Abstimmung mit den Ländern und wurde durch einen Dialog- und Beteiligungsprozess mit Kommunen, Wissenschaft und gesellschaftlichen Gruppen begleitet.

Mit dem Fortschrittsbericht 2014 soll die DAS evaluiert und weiterentwickelt werden. Dies bezieht sich sowohl auf die in der DAS formulierten Grundsätze als auch auf den Erkenntnisstand zu Klimafolgen, den zu erwartenden Auswirkungen (regional, sektoral), Anpassungskapazitäten und Handlungsoptionen.

3.3. Anpassungsstrategie 2013 für Sachsen-Anhalt

Die Landesregierung von Sachsen-Anhalt hat am 13. April 2010 die Strategie des Landes zur Anpassung an den Klimawandel sowie den dazugehörigen Aktionsplan beschlossen und gleichzeitig festgelegt, dass die Dokumente im Lichte neuer Erkenntnisse laufend zu aktualisieren sind und spätestens 2013 dazu zu berichten ist.

Diese Aufgabe wurde durch die AG Klimawandel des Landes Sachsen-Anhalt wahrgenommen. In die Aktualisierung sind die neuesten Ergebnisse aus allen relevanten Studien und Untersuchungen eingeflossen.

Aufgrund der Erfahrungen aus 2010 wird kein eigenständiger Aktionsplan mehr geführt, sondern die jeweiligen Maßnahmen werden in die Kapitel zu den einzelnen Sektoren integriert.

Wie auch schon in der Strategie 2010 erwähnt gilt weiterhin: Der Staat kann lediglich einen Rahmen setzen. Die eigentliche Anpassung muss durch jeden Einzelnen und durch jedes Unternehmen selbst erfolgen. Zur Begleitung der Umsetzung bedarf es aber einer kompetenten und leistungsfähigen Behördenbasis, mit einer ausreichenden personellen Besetzung.

4. Besondere Sektoren

In diesem Kapitel werden die Folgen des Klimawandels und die jeweiligen Anpassungserfordernisse konkreter Sektoren untersucht und dargelegt, welche Anpassungsziele an den Klimawandel definiert sind, welche Handlungsfelder existieren und welche Handlungsoptionen in Frage kommen. Weiterhin wird aufgezeigt, wo noch Untersuchungs- und Forschungsbedarf in Bezug zum Klimawandel besteht. Da mit dieser Aktualisierung der Strategie der Aktionsplan nicht fortgeführt wird, werden die jeweiligen Anpassungsmaßnahmen der Sektoren in den einzelnen Kapiteln dargelegt.

Um die Veränderungen zu erfassen, werden Monitoringsysteme und Indikatoren benötigt, die zu definieren und zu bewerten sind. Deshalb wurde zu jedem Sektor der Punkt „(Mögliche) Indikatoren / Monitoringsysteme“ aufgenommen, um zu zeigen, wie sie beschrieben werden könnten bzw. bereits definiert sind und angewandt werden. Dabei ist der Entwicklungsstand in den einzelnen Sektoren derzeit noch sehr differenziert.

Für einige der nachfolgenden Sektoren kann das etablierte Set der auf Landesebene vorhandenen umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren¹² (UMK-Indikatoren) herangezogen werden.

In diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, dass auf Bundes- und EU-Ebene Indikatoren verankert werden sollen, mit deren Hilfe die Anpassungsmaßnahmen und Vulnerabilitäten bewertet werden können.

Das Thema „Monitoring / Indikatoren“ wird unter 7.3. nochmals vertieft.

¹² <http://www.sachsen-anhalt.de/index.php?id=35814>

4.1. Menschliche Gesundheit

4.1.1. Anpassungsziel

Klimaänderungen 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.

Die Anpassung an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels ist als Prozess zu verstehen. Dazu ist eine Bestandsaufnahme möglicher Risiken erforderlich, deren Eintrittswahrscheinlichkeit auf der Basis seriöser Daten abzuschätzen ist. Neben regionalen Besonderheiten spielen im Themenfeld der menschlichen Gesundheit auch Risikobewertungen auf der Basis länderübergreifender Datenerhebungen, Monitoringprogramme und wissenschaftlicher Untersuchungen eine besondere Rolle. Die Vulnerabilität der menschlichen Gesundheit in Folge des Klimawandels erfordert spezielle Anpassungsmaßnahmen auf allen Ebenen, für deren Umsetzung letztendlich auch der Einzelne befähigt werden muss.

4.1.2. Handlungsfelder

4.1.2.1. Direkte Wirkungen

- Folgen von extremen Wetterereignissen
- Hitzebedingte Erkrankungen
- Stoff- und strahlungsbedingte Erkrankungen, durch Einflüsse im Außenbereich:
 - Partikelförmige und fotochemische Substanzen („Sommersmog“)
 - UV-Strahlung / Hitze
- Innenraumbereich:
 - Biologische Innenraumfaktoren (Schimmel, Bakterien)
 - Chemische Innenraumfaktoren (Ausgasungen aus Bau- und Einrichtungsprodukten)
 - Physikalische Innenraumfaktoren (v. a. Temperatur)

4.1.2.2. Indirekte Wirkungen

- Vektorbedingte Krankheiten
- Risiken lebensmittelbedingter Erkrankungen
- Gesundheitliche Folgen veränderter Trinkwasserqualität
- Gesundheitliche Folgen veränderter Badegewässerqualität
- Gesundheitsrisiken durch (neue) Allergenquellen
- Gesundheitsrisiken durch Wärme liebende Schadinsekten

4.1.3. Handlungsoptionen

4.1.3.1. Direkte Wirkungen

➤ 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.

Unter Umständen treten in Folge von Zerstörungen der Infrastruktur neben den akuten Gefahren auch später einsetzende gesundheitliche Wirkungen auf, wozu auch psychische Beeinträchtigungen der Betroffenen (wie das posttraumatische Belastungssyndrom) gehören. Als indirekte Folge extremer Wetterereignisse kann es zur Ausbreitung von Krankheitserregern sowie zu Kontaminationen mit Schadstoffen kommen.

Zum Beispiel kann durch verunreinigtes Wasser nach Überschwemmungen der Ausbruch von Durchfallerkrankungen begünstigt werden. Es können durch Wetterextreme Feuchteschäden an Gebäuden mit der Folge von Schimmelpilz- und Bakterienbefall auftreten. Dies kann das Wohlbefinden im Innenraumbereich erheblich beeinträchtigen, aber auch ernsthafte Erkrankungen der Bewohner hervorrufen.

Die in Sachsen-Anhalt für Infektionshygiene und Umwelthygiene zuständigen Behörden müssen bei derartigen Ereignissen schnell und fachkompetent agieren. Die Aufrechterhaltung eines fachlich und personell starken öffentlichen Gesundheitsdienstes ist daher eine wichtige Aufgabe von Land und Kommunen.

➤ 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 mit stark eingeschränkter physischer und psychischer Gesundheit zählen zu den Hauptrisikogruppen. Angehörige sozial schwacher Schichten sind ebenfalls stärker betroffen, da ihnen die Mittel für Schutzmaßnahmen (Klimaanlagen) fehlen. Ebenso haben Personen ohne Sozialkontakte ein erhöhtes Risiko. 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 herausgegeben.

Diese Meldungen bekommen u. a. die Behörden des öffentlichen Gesundheitsdienstes (Gesundheitsämter), um auf kommunaler Ebene die notwendigen Maßnahmen treffen zu können. Über ein Newsletter-System besteht die Möglichkeit, dass nicht nur alle Alten- und Pflegeheime im Land direkt per E-Mail vom DWD informiert werden, sondern auch ambulante Pflegedienste auf diesem Weg benachrichtigt werden können. Voraussetzung ist, dass bei allen Akteuren auf diesem Gebiet Kenntnis über dieses Informationsangebot des DWD besteht. Betreuungs- und Pflegemaßnahmen sind entsprechend für den gefährdeten Personenkreis vor Ort an die hitzebedingten Risiken anzupassen.

Ebenso wichtig ist, dass die Bevölkerung frühzeitig informiert wird, um persönliche Vorsorge treffen und sich richtig verhalten zu können. Hierzu zählen Pressemitteilungen aus aktuellem Anlass, aber auch die Informationen auf den Internetseiten des Ministeriums für Arbeit und Soziales und des Landesamtes für Verbraucherschutz mit entsprechend weiterführenden Links.

Langfristig sind in der Stadt- und Regionalplanung Maßnahmen zur Reduzierung des Eintrags von Hitze sowie zur Durchlüftung / Abkühlung zu berücksichtigen, ebenso wie ein hitzeoptimiertes Straßen- und Gebäudedesign.

➤ Stoff- und strahlungsbedingte Erkrankungsfälle

Außenbereich

- Partikelförmige und fotochemische Substanzen („Sommersmog“)

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.

- UV-Strahlung / (Hitze s. o.)

Zu den wichtigsten schädigenden Effekten der UV-Strahlung gehört die Hautkrebsentstehung. Durch verstärkte Sonneneinstrahlung auf Grund vermehrter Hochdruckwetterlagen ist eine Erhöhung der UV-Exposition möglich.

Der Zusammenhang mit dem Klimawandel muss neben den Einflüssen der globalen Veränderung der stratosphärischen Ozonschicht betrachtet werden.

Ein wesentlicher Faktor ist gegenwärtig das geänderte Freizeitverhalten der Bevölkerung, wozu der Klimawandel (anhaltender Sonnenschein bei verbesserten thermischen Bedingungen) indirekt beiträgt.

Es ist allerdings noch zu klären, in welchem konkreten Maße sich der Klimawandel auf die Prävalenz des Hautkrebses auswirken wird und welche präventiven Maßnahmen über allgemeine Informationen zum Hautkrebsrisiko durch verstärkte Sonneneinstrahlung und zu notwendigen persönlichen Schutz- und Vorsorgemaßnahmen sinnvoll wären.

Allgemein gilt die Empfehlung, dass Kinder unter zwei Jahren nicht direkter Sonne ausgesetzt werden sollten. Auch für Personen mit bestimmten Erkrankungen und Medikationen stellt die UV-Strahlung ein besonderes Risiko dar.

Vom Deutschen Wetterdienst wird über die aktuelle Belastung durch UV-Strahlen informiert. Basis stellt der sogenannte UV-Index dar. Er beschreibt den am Boden zu erwartenden Tagesspitzenwert der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung. Außerdem werden vom Deutschen Wetterdienst in den Monaten April bis August Warnungen vor hohem UV-Index herausgegeben. Im Warnfall werden die UV-Warnungen bis 10:00 Uhr des entsprechenden Tages erstellt und über ein Newsletter-System versendet.

Eine Handlungsoption besteht darin, diese Informationen sowie die sich daraus ergebenden persönlichen Anpassungsmaßnahmen einer breiten Öffentlichkeit bekannt zu machen und insbesondere den Fokus auf besonders empfindliche und schutzbedürftige Personengruppen zu legen.

Ein wichtiger Aspekt ist auch der Schutz der Beschäftigten vor den Hautkrebs-Risiken der Sonneneinstrahlung in Folge beruflicher Tätigkeiten im Freien sowie vor gesundheitlichen Gefährdungen bei der „Hitzearbeit“. Empfehlungen zum richtigen Verhalten bei Hitzeperioden, wie sie allgemein an die Bevölkerung herausgegeben werden, reichen für die besonderen Verhältnisse an bestimmten Arbeitsplätzen, z.B. im Hochbau oder Straßenbau nicht aus. Daher sind Beratungen betroffener Betriebe durch die Gewerbeaufsicht (Landesamt für Verbraucherschutz) unverzichtbar. Entsprechende Materialien sind hierfür vorzuhalten.

Innenraumbereich

Steigende Temperaturen bzw. Feuchtigkeitsgehalte der Luft können die Freisetzung und Anreicherung von flüchtigen Stoffen bzw. die Schimmelbildung begünstigen, was nachteilige gesundheitliche Wirkungen zur Folge haben kann. Diese können von Geruchsempfindungen, Reizwirkungen auf die Schleimhäute von Augen, Nase und Rachen, allergischen Reaktionen über akute systemische Effekte bis hin zu Langzeiteffekten reichen.

Beim Auftreten von Problemen kommt es auf fachkundige Bewertung der konkreten Situation und die Beratung bei der Umsetzung von Abhilfemaßnahmen an. Der öffentliche Gesundheitsdienst (Gesundheitsämter und Landesamt für Verbraucherschutz) bzw. die Gewerbeaufsicht bei Arbeitsstätten sind hier mit ihren analytischen und gutachterlichen Kapazitäten gefordert. Gleichzeitig stehen auf Bundesebene zu konkreten Fragestellungen beratende Fachgremien zur Verfügung:

- Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes
- Ad-hoc-AG „Innenraumrichtwerte“ der Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden
- Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“
- Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB)

Die erwartete Zunahme von Hitzetagen erfordert eine Berücksichtigung bei den gebäudetechnischen Konstruktionen (einschließlich Auswahl der Bau- und Dämmmaterialien), den Ausstattungen sowie bei der Auswahl geeigneter raumluftechnischer Anlagen. Extreme Wettersituationen, insbesondere Hitzetage, führen zu vermehrtem Aufenthalt in geschützten Innenräumen. Daher ist es besonders wichtig, für ein gesundheitsverträgliches und hygienisch unbedenkliches Innenraumklima zu sorgen.

4.1.3.2. Indirekte Wirkungen

Als Folge des Klimawandels können auch Änderungen in Ökosystemen stattfinden, die wiederum indirekt die Gesundheit des Menschen negativ beeinflussen. Hierzu zählen Krankheiten, deren Erreger durch verschiedene tierische Überträger (Vektoren), wie Insekten oder Nagetiere übertragen werden. Ausbreitung, Vermehrung und Verhalten dieser Vektoren ist von verschiedenen äußeren Bedingungen abhängig und kann sich in Folge des Klimawandels ändern.

Klimaänderungen können auch die Sicherheit bzw. die Haltbarkeit von Lebensmitteln verringern und so in Folge die Risiken lebensmittelbedingter Erkrankungen erhöhen.

Eine Beeinträchtigung der Gesundheit durch Veränderung der Trink- und Badegewässerqualität, insbesondere die Gefahr der Ausbreitung wasserbürtiger Infektionen und Intoxikationen gilt es im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels zu betrachten.

➤ Vektorbedingte Krankheiten

Klimaänderungen, insbesondere höhere Temperaturen und frostfreie 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 verbreitet sind (z.B. Malariaerreger), zukünftig auch in Deutschland übertragen werden, wenn die Klimabedingungen die entsprechenden Vektoren begünstigen. Treffen infizierte Menschen oder Tiere auf potente Überträger (z.B. bestimmte Mücken), kann dies zu einer Verbreitung neuer Krankheiten füh-

ren. 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. Die gegenwärtige Überwachung schließt 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 besonders 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 Verhaltensmaßnahmen 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 Trinkwasserqualität

In Abhängigkeit von der Art der Wassergewinnung und der Verteilung kann die Qualität des Trinkwassers durch klimabedingte Einflüsse unterschiedlich stark beeinträchtigt werden. Die in Folge des Klimawandels erwartete Zunahme von extremen Wetterereignissen, wie Starkregenfälle, Überschwemmungen oder länger anhaltender Trockenheit können regional unterschiedlich die zur Trinkwassergewinnung genutzten Rohwasserquellen beeinflussen. Dies könnte zu Auswirkungen auf die mikrobiologische und / oder chemische Qualität des Trinkwassers führen. Ebenso können höhere Luft- und Bodentemperaturen in Abhängigkeit vom Zustand und Betrieb der Leitungssysteme die Vermehrung von Krankheitserregern im Trinkwasser begünstigen.

Eine Häufung von trinkwasserbedingten Erkrankungen ist allerdings derzeit unwahrscheinlich. Die umfangreiche Trinkwasserüberwachung sowie das vielerorts praktizierte Multi-Barrieren-System in Verbindung mit einer an die Art der Rohwassergewinnung angepassten Trinkwasseraufbereitung sind in der Lage, mikrobiologisch sicheres Trinkwasser bereit zu stellen. Besondere Aufmerksamkeit ist dem höheren Risikopotenzial kleiner Wasserversorgungsanlagen (Hausbrunnen) zu widmen.

Es kommt insbesondere darauf an, der vorsorgenden Beobachtung von Veränderungen im Rohwasser die notwendige Beachtung zu geben. Die Überwachung der Trinkwasserqualität stützt sich auf Vorgaben der EU, Änderungen sind europaweit zu koordinieren. Es sind gesicherte Erkenntnisse erforderlich, ob und in wie weit die Überwachung der Trinkwasserqualität auf Grund der Folgen des Klimawandels langfristig geändert werden muss (z.B. durch Erhöhung der Überwachungsfrequenz, Änderung des Überwachungsspektrums). Bei akuten

Ereignissen, die in Verbindung mit extremen Wettersituationen stehen (z.B. Überflutung von Kläranlagen und Einträge in Trinkwasserbrunnen), kommt es auf rasche und problemadäquate Maßnahmen der Trinkwasserversorger unter Beteiligung der zuständigen Gesundheitsämter an.

Voraussetzung, um Risiken frühzeitig zu erkennen, ist eine geeignete Datenbasis zur Trinkwasserqualität. Mit der Trinkwasserdatenbank am Landesamt für Verbraucherschutz wurde eine solche Grundlage geschaffen, die fortlaufend aktualisiert wird.

➤ Gesundheitliche Folgen veränderter Badegewässerqualität

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 sind die bis zum 24. März 2011 zu erstellenden Badegewässerprofile (Vulnerabilitätsprofile), die regelmäßig zu aktualisieren sind. 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. Diese sind sowohl vor Ort (in nächster Nähe jedes Badegewässers) als auch über das Internet¹ zu verbreiten.

➤ Gesundheitsrisiken durch (neue) Allergenquellen

Die Klimaerwärmung führt dazu, dass die Pollensaison heimischer Pflanzenarten zeitiger im Frühjahr beginnt und auch länger andauert. Zusätzlich begünstigen höhere Temperaturen die Allergenfreisetzung und in Verbindung mit höheren CO₂-Konzentrationen der Luft auch das Wachstum allergener Pflanzen. Damit verbunden ist eine Verlängerung / Verstärkung der Leidensphase von Pollenallergikern.

Bei der Auswahl zu pflanzender Bäume in den Städten sollten daher allergologische Gesichtspunkte berücksichtigt werden (Anpflanzung allergologisch unbedenklicher Baumarten).

Darüber hinaus führt der Klimawandel auch zur Ausbreitung von bisher nicht heimischen Pflanzenarten (Neophyten), die ein starkes allergenes Potenzial besitzen. Hierzu gehört z. B. die hoch allergene Beifuß-Ambrosie (Ambrosia, Beifußblättriges Traubenkraut). In Folge können sich die gesundheitlichen Risiken für bestimmte Personen erhöhen.

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

Eine wichtige bundesweite Maßnahme ist die Pollenflugvorhersage, auch für die Ambrosia, die der DWD in Zusammenarbeit mit der „Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID)“ zur Verfügung stellt.

Seit Anfang 2012 bietet der PID ein elektronisches Pollentagebuch¹³ als internetbasierte Hilfe für Pollenallergiker an. Es erlaubt Benutzern, Zusammenhänge zwischen der Belastung durch bestimmte Pollenarten (z.B. Hasel oder Birke) und ihren Beschwerden an Nase, Augen oder Bronchien zu erkennen. Dieses neue Online-Pollentagebuch macht eine europaweite Erfassung von Patientensymptomen in Verbindung mit der Stärke des regionalen Pollenflugs möglich.

➤ Gesundheitsrisiken durch Wärme liebende Schadinsekten

An Bedeutung gewonnen haben auch gesundheitliche Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit verstärkt oder neu auftretender Wärme liebenden (thermophilen) Schadinsekten. Ein Beispiel ist die Ausbreitung des Eichenprozessionsspinners, auch in Regionen von Sachsen-Anhalt. Die Brennhaare der Raupen führen zu Hautirritationen, Augenentzündungen, Atembeschwerden bis hin zu heftigen allergischen Reaktionen. Bei Bekanntwerden des Auftretens sind Maßnahmen zur Verhinderung von Gesundheitsgefährdungen erforderlich. Neben der Information und Warnung der Bevölkerung sind geeignete Bekämpfungsmaßnahmen, auch präventiv, zu erwägen. Den Behörden und zuständigen Stellen sind Handlungsempfehlungen für Schutz- und Gegenmaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Besonders zu berücksichtigen sind auch Informationen über die zu beachtenden Arbeitsschutzmaßnahmen.

4.1.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Zahlreiche Untersuchungs- und Forschungsvorhaben im Themenfeld „Klimawandel und Gesundheit“ finden auf EU-Ebene statt und werden auch im Rahmen des UFOPLANs im Zusammenhang mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) vom Bund gefördert. Darüber hinaus werden von universitären- und Forschungseinrichtungen in den Ländern spezielle Gesundheitsaspekte untersucht, die direkt oder indirekt einen Bezug zum Klimawandel haben. Zu den Schwerpunkten gehören u.a.:

- Entwicklung geeigneter Monitoring-Systeme für tierische Vektoren sowie Forschung zu möglicherweise veränderter Pathogenität von Erregern und Vektoren
- 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, Impfvorgänge bei Infektionskrankheiten, die durch Vektoren übertragen werden
- Bioklimatologie, Ursachenspezifische Mortalität und Morbidität
- Forschung zur Entstehung und Behandlung von Allergien
- Monitoring zur Ausbreitung und Forschung zu gesundheitlichen Auswirkungen Wärme liebender Schadorganismen und zu Neophyten

4.1.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) wird zurzeit ein Indikatorensystem entwickelt, welches Impact-Indikatoren (Wirkungs-Indikatoren) und Response-Indikatoren (Anpassungs-Indikatoren) enthält. Dabei wird auch das Handlungsfeld "Menschliche Gesundheit" berücksichtigt. Hier geht es primär um bundesweite Aussagen und bundesweit bedeutsame Sachverhalte. Daraus können aber auch Schlussfolgerungen für die

¹³ www.pollenstiftung.de/pollentagebuch

Landesebene gezogen bzw. diese Indikatoren durch flankierende Datenerhebungen in Sachsen-Anhalt ergänzt werden.

Zu folgenden Indikatorfeldern existieren für Sachsen-Anhalt konkretere Informationen und geeignete Monitoringprogramme:

- *Hitzeabhängige Erkrankungen / Mortalitäten*
Indikatoren, die im Rahmen der Gesundheitsberichterstattung bearbeitet werden (Krankenhausfälle, alters- und diagnosespezifische Aufarbeitung)
- *Ausbreitung vektorbedingter Erkrankungen und lebensmittelbedingter Erkrankungen; Prävalenz/Inzidenz von Infektionskrankheiten*
Melde- und Informationspflichten des Infektionsschutzgesetzes, Erweiterte Meldepflicht in Sachsen-Anhalt für durch Zecken übertragene Borrelien, regelmäßige Berichterstattung (wöchentlich sowie Auswertung im Infektionsschutzbericht)
- *Gesundheitliche Auswirkungen verminderter Badegewässerqualität, hygienische Indikatorparameter*
Regelmäßige Überwachung der Badegewässer entspr. Vorgaben der RL 2006/7/EG¹⁴ (mikrobiologische Parameter, Blaualgen), Berichterstattung, Information der Öffentlichkeit
- *Gesundheitliche Auswirkungen verminderter Trinkwasserqualität und Lebensmittelsicherheit, risikoorientierte Überwachung*
Überwachung (Parameter und Häufigkeit) sowie Informationsweitergabe/ Berichterstattung entsprechend den gesetzlichen Vorgaben; risikoorientiertes Handeln im Einzelfall
- *Ausbreitung des allergenen Neophyten „Ambrosia“*
Entgegennahme der Meldungen größerer Bestände außerhalb von Privatgrundstücken durch die LLFG

4.1.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Schutz der Beschäftigten vor hitzebedingten Gefährdungen	Beratung betroffener Betriebe, Hinweise zur Gestaltung von Arbeitsplätzen und zum Verhalten an speziell gefährdeten Arbeitsplätzen	läuft bereits
Schutz vor ungenügender Badegewässerqualität	Regelmäßige Überwachung und Information der Bevölkerung, Maßnahmen unter Beachtung aktualisierter Badegewässerprofile	läuft bereits
Schutz vor ungenügender Trinkwasserqualität	Regelmäßige Überwachung, Erarbeitung/Überarbeitung von Handlungsempfehlungen für problemadäquates Vorgehen	läuft bereits
Schutz vor Risiken lebensmittelbedingter Erkrankungen	Risikoorientierte Überwachung der Lebensmittel sowie der Tierbestände und Aufklärung lebensmittelbedingter Erkrankungen; ggf. spezifische Anpassung der Überwachungsstrategie	läuft bereits
Schutz vor Ausbreitung neuer und bereits vorkommender Krankheiten durch veränderte Fauna und Lebens- und Ausbreitungsbedingungen für Viren, Bakterien und Parasiten	Regelmäßige Aktualisierung der Informationen und Warnmeldungen über das Internet; aktualisierte Darstellung von meldepflichtigen Erkrankungen; Fallbezogene Auswertung der Gesundheitsdaten (GBE)	läuft bereits
Schutz vor gesundheitlichen Folgen von Hitzeperioden	Information der Bevölkerung und der sensiblen Bereiche auf der Basis des Hitzewarnsystems des DWD, Informationen zu geeigneten individuellen Anpassungsmaß-	läuft bereits

¹⁴ ABI. L 64 vom 4.3.2006, S.37

	nahmen über das Internet	
Schutz vor (neuen) Allergenquellen	Information über die Ausbreitung neuer allergener Pflanzenarten (z.B. Ambrosia), Erfassung der Bestände, möglichst Verhinderung der weiteren Ausbreitung	läuft bereits
Schutz vor Gefahren, die von Wärme liebenden Schadinsekten ausgehen	Information z.B. zum Eichenprozessionsspinner, Tigermücke: Schutz vor Gesundheitsgefahren, Erarbeitung von Handlungsempfehlungen	läuft bereits

4.2. Wasser

Veränderungen des Klimas haben Einfluss auf den Wasserhaushalt und die hydrologischen Prozesse und Größen. Veränderungen der Temperaturen sowie der Intensität und Häufigkeit von Niederschlägen erhöhen das Risiko für entsprechende Naturgefahren. Neben Hochwasserereignissen ist auch mit Auswirkungen auf die Wasserversorgung zu rechnen (veränderte Grundwasserneubildung). Geringere Abflüsse in den Gewässern können sich auf die Binnenschifffahrt und die Energieerzeugung auswirken. Quantitative Probleme gehen dabei mit qualitativen Problemen insbesondere in Bezug auf die Gewässerökologie einher.

Die Belange, die sich aus der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie¹⁵ (EG-WRRL) und der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie¹⁶ (HWRM-RL) sowie des Klimawandels ergeben, sind dabei koordinierend abzustimmen. Zudem ist eine integrierte Betrachtung auf überregionaler Einzugsgebietsebene notwendig, wie sie die EG-WRRL für die Aufstellung der Maßnahmen- und Bewirtschaftungspläne und die HWRM-RL vorschreiben.

4.2.1. Anpassungsziel

Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt zeigen sich vor allem in langfristigen Trends. Direkte Anpassungsziele sind bislang noch nicht ableitbar, da die bis dato vorliegenden (Klima-)Studien zu klimainduzierten Veränderungen des Wasserhaushaltes widersprüchliche bzw. unscharfe Aussagen machen.

Umso wichtiger ist es, sich trotz aller Unsicherheiten langfristig auf Veränderungen im Wasserhaushaltsregime einzustellen und eine nachhaltige, effiziente Wassernutzung zu gewährleisten. Eine Anpassung vorhandener Infrastruktur ist allerdings wegen der damit verbundenen hohen Kosten nur auf gesicherter Datengrundlage sinnvoll. Bei Maßnahmen, die heute durchgeführt werden, muss darauf geachtet werden, dass die Anlagen auch bei einer zu erwartenden Änderung der Rahmenbedingungen funktionsfähig bleiben.

4.2.2. Handlungsfelder

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

- Hochwasserrisikomanagement
- Niedrigwassermanagement
- Speicherbewirtschaftung (Talsperren und Rückhaltebecken)
- Grundwasserhaushalt, Grundwasserstand und Grundwasserqualität
- Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung für Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft
- Gewässerökologie Oberflächengewässer (Gewässerqualität und Gewässerbiologie)
- Gewässerunterhaltung

Einen Überblick über das Gewässernetz Sachsen-Anhalts gibt die Abbildung 4.1.

¹⁵ ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1

¹⁶ ABl. L 288 vom 6.11.2007, S. 27

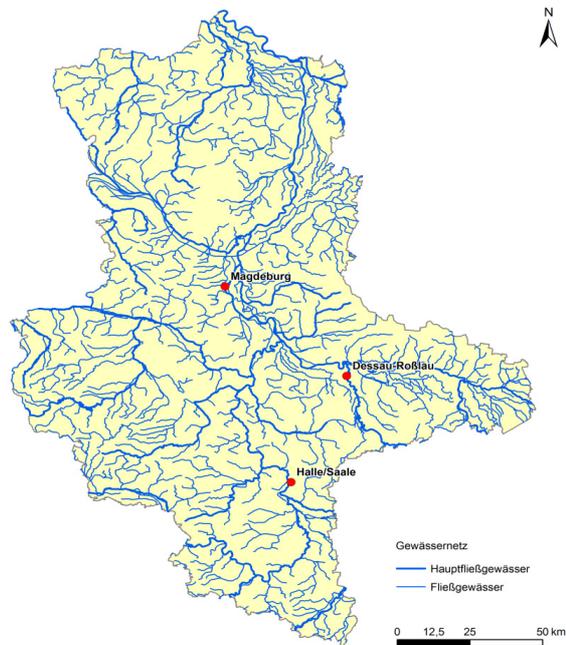


Abb. 4.1: Gewässernetz Sachsen-Anhalt

4.2.3. Handlungsoptionen

Hochwasserrisikomanagement

Hochwasser haben als Folge meteorologischer Ereignisse eine natürliche Ursache und sind eine feste Größe in der Natur. Die Lebensgemeinschaft im Fluss und der Aue ist an den wechselnden Wasserstand angepasst. Doch eine Vielzahl gravierender anthropogener Eingriffe führte in langjährigen Prozessen zum Verlust natürlicher Überschwemmungs- und Auegebiete und zur elementaren Veränderung des Abflussverhaltens der Gewässer. Die Veränderung vieler Flüsse und Bäche durch den Menschen diente sowohl der Gewinnung von Wirtschafts- und Siedlungsflächen als auch der Schiffbarmachung von Gewässern, der Intensivierung der Landwirtschaft, der Nutzung der Wasserkraft sowie dem Schutz vor Hochwasser. Hochwasserwellen fließen heute aufgrund der Verkürzung und Begradigung der Flussläufe mit erhöhten Fließgeschwindigkeiten und mit höheren Volumina pro Zeiteinheit ab¹⁷.

Umso wichtiger ist es, fundierte Erkenntnisse über die Entwicklung des Niederschlagsgeschehens auf regionaler Ebene anhand wissenschaftlicher Modelle und Studien zu gewinnen. Verschiedene Studien prognostizieren für Sachsen-Anhalt 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 des Thüringer Waldes (mit Einfluss auf die Saale). Durch die stärkeren Niederschläge kann die Wahrscheinlichkeit winterlicher Hochwasser zunehmen. Durch wärmere Winter nimmt der Anteil von Schnee am Gebietsniederschlag ab; Dauer und Menge der Speicherung des Niederschlags in Form von Schnee werden kleiner, so dass Niederschlag zu schnellerem Abfluss führt. Eine Verlagerung des Maximums der Hochwasseraktivität in den Winter hinein, also in die Monate Januar und Februar, ist deshalb wahrscheinlich.

¹⁷ Umweltbundesamt (2010): Wasserwirtschaft in Deutschland. Teil 1 Grundlagen.

Aussagen über die weitere Entwicklung des Hochwassergeschehens sind jedoch auch auf Grundlage der Vulnerabilitätsstudie des Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK) (11/2009) nur bedingt möglich und mit großen Unsicherheiten behaftet. Allerdings gibt es Anzeichen dafür, dass kleinere und mittlere Hochwasser häufiger auftreten können. Zur Entwicklung von extremen Hochwasserereignissen macht die Studie keine fundierten Aussagen. Es werden nur generelle Tendenzen dargestellt.

Bemessungsabflüsse und die Hochwasserschutzpläne müssen laufend an neue Erkenntnisse angeglichen werden und gegebenenfalls Deiche, Flutpolder und andere technische Schutzbauwerke angepasst werden.

Vorhandene Retentionsflächen (Überflutungsflächen) müssen erhalten werden, neue Retentionsflächen müssen, wo sinnvoll und möglich, geschaffen werden. Die größte Wirkung auf die Reduzierung des Hochwasserscheitels haben steuerbare Flutpolder. Überschwemmungsgebiete müssen auch künftig freigehalten werden.

Im Landesentwicklungsplan (LEP) 2010 des Landes Sachsen-Anhalt, aber auch in der Hochwasserschutzkonzeption (HWSK) des Landes Sachsen-Anhalt bis 2020 und den Zielstellungen der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) zur Verbesserung des Hochwasserschutzes sind Deichrückverlegungen und die Schaffung von Flutungspoldern als konkrete Zielstellung bereits verankert. Stellenweise wurden und werden sie schon umgesetzt (bspw. Oberluch Roßlau/Lödderitzer Forst).

In Abstimmung mit den Erfordernissen der Hochwasservorsorge wurden im Landesentwicklungsplan 2010 (LEP) Vorranggebiete für den Hochwasserschutz festgelegt.

Hierbei handelt es sich um

- Überschwemmungsbereiche an bestimmten hochwassergefährdeten Gewässern (auf der Grundlage der Überschwemmungsgebiete gem. § 76 Wasserhaushaltsgesetz¹⁸),
- Flächen von vorhandenen und für geplante Flutungspolder,
- Flächen, die für eine Deichrückverlegung vorgesehen sind sowie
- Stauflächen von vorhandenen und für geplante Hochwasserrückhaltebecken.

Eine Verbesserung des natürlichen Wasserrückhalts im Einzugsgebiet durch den Anschluss von Auen 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. Ende 2011 wurden die Gebiete mit signifikantem Hochwasserrisiko ermittelt und die Ergebnisse öffentlich zugänglich gemacht. Bis Ende 2013 werden Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten und bis Ende 2015 Hochwasserrisikomanagementpläne erstellt.

Niedrigwassermanagement

Durch den Rückgang der Niederschläge in den Sommermonaten können längere Trockenzeiten mit häufigeren Niedrigwasserperioden auftreten. Niedrigwasserabflüsse und Niedrigwasserperioden haben wesentliche Auswirkungen auf die Wassermengen- und Wassergütwirtschaft, den Landschaftswasserhaushalt, die Wasserversorgung, die Gewässerökologie, Landwirtschaft, Fischerei, Schifffahrt und Energiewirtschaft.

¹⁸ BGBl. I vom 31.7.2009, S. 2585, geändert durch Artikel 2 BGBl. I S. 734 vom 8. April 2013

Die Nutzung oberirdischer Gewässer kann erheblich eingeschränkt werden. Höhere Wassertemperaturen und deutlich niedrigere Abflüsse, aber auch höhere stoffliche Belastungen infolge schwächerer Verdünnung von Abwasser können zu einer deutlichen Verschlechterung der Gewässerqualität führen.

Dies hat Auswirkungen auf die Gewässerökologie und kann die Unterhaltung der Gewässer erschweren.

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. Gegebenenfalls müssen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes geeignete Rückhaltemaßnahmen ergriffen werden.

Vorrang hat die öffentliche Wasserversorgung, die auch in Zeiten von Niedrigwasserereignissen sichergestellt werden muss.

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. In der Folge sind z. B. am Rhein Abschaltungen von Kühlanlagen bei Industrieanlagen und Kraftwerken vorgenommen worden. In Abhängigkeit von der Wassertemperatur und der Wasserführung muss eine schadlose Einleitung von Kühlwasser sichergestellt sein.

Speicherbewirtschaftung (Talsperren und Rückhaltebecken)

Talsperren, Speicher und Rückhaltebecken sind auch in Sachsen-Anhalt ein wichtiger Teil der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur.

Sowohl die allgemeine Temperaturerhöhung als auch die erhöhten winterlichen Niederschläge, verbunden mit früher auftretendem Hochwasser, können Einfluss auf die Talsperren haben. Die generelle Erhöhung der Jahrestemperaturen führt dazu, dass weniger winterliche Niederschläge in Form von Schnee niedergehen und verringert damit den Flächenrückhalt. In morphologisch bewegten Gebieten wie im Harz kann es durch eine höhere Niederschlagsintensität zu Bodenerosion und damit zu einem höheren Eintrag von Bodenbestandteilen in die Talsperren und Rückhaltebecken kommen. Hier ist mit einem geeigneten Flächenmanagement vorzubeugen bzw. entgegenzuwirken.

Eine stärkere Eutrophierung durch erhöhte Strahlungsenergie sowie die Verlängerung der Sommerstagnation kann zu einer veränderten Rohwasserqualität führen, die gegebenenfalls zu höherem Aufwand bei der Aufbereitung des Wassers führt.

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.

Zunehmende Bedeutung gewinnt der steigende Eintrag von Huminstoffen über einmündende Fließgewässer in Talsperren und Rückhaltebecken. Dies wird derzeit im gesamten Bodesystem beobachtet und analysiert.

Grundwasserhaushalt, Grundwasserstand und Grundwasserqualität

Durch die Veränderung meteorologischer Größen (Niederschlags- und Temperaturverteilung) kann es zu qualitativen und quantitativen Veränderungen des Grundwassers kommen. Höhere Lufttemperaturen wirken sich auf die Verdunstung und damit auf den Grundwasser-

haushalt aus. Eine Verringerung der Grundwasserneubildung kann eine Zunahme der Stoffkonzentration im Grundwasser verursachen. Deshalb sind aussagekräftige Monitoringsysteme für die Überwachung der Grundwasserstände und der Grundwasserbeschaffenheit erforderlich.

Die nachhaltige Leistungsfähigkeit der Grundwasserkörper bei einem sich verändernden Grundwasserhaushalt, der auch für die Land- und Forstwirtschaft bedeutsam sein kann, bestimmt und begrenzt letztendlich die Möglichkeiten der Bereitstellung von Grundwasser wie zum Beispiel zu Beregnungs- und Bewässerungszwecken.

Der aus den Klimaänderungen resultierende höhere Zusatzwasserbedarf für eine bedarfsgerechte Versorgung von Pflanzenbeständen in der Landwirtschaft und insbesondere im Gartenbau muss über wassersparende Beregnungs- und Bewässerungsverfahren gedeckt werden.

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 höherer Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft zu erwarten. Dies kann zu Anpassungsbedarf bei der vorhandenen Infrastruktur der Trink-, Kühl- und Brauchwasserversorgung sowie der Abwasserbeseitigung führen. Dabei sind auch der demographische Wandel und der nachlassende Wasserverbrauch wie auch die Anpassung der Kanalisation an die teilweise stärkeren Niederschläge und die insgesamt zurückgehenden Abwassermengen zu berücksichtigen.

Bei der Grundwassernutzung hat die öffentliche Wasserversorgung Priorität. Die Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen kann im Rahmen der nachhaltig verfügbaren Grundwasserressourcen erfolgen.

Gewässerökologie, Oberflächengewässer (Gewässerqualität und Gewässerbiologie)

In Abhängigkeit von der Entwicklung des Niederschlag- und Temperaturgeschehens wird es Auswirkungen auf die Qualität der Gewässer, ihre Temperatur und die Gewässerbiologie geben.

Die Oberflächenwasser sind davon besonders betroffen, da sie unmittelbar auf das Wettergeschehen reagieren. Eine steigende Wassertemperatur bewirkt im Sommer, dass der Sauerstoffgehalt der Gewässer sinkt. Generell erhöhen niedrige Wasserstände in Flüssen und Seen die Konzentration unerwünschter Stoffe im Wasser. Dies wiederum belastet das aquatische Ökosystem.

Es sind die Auswirkungen geringerer Abflüsse aber auch Hochwasserereignisse auf die Gewässerqualität und Gewässerbiologie ebenso zu betrachten wie der Zusammenhang zwischen erhöhten Gewässertemperaturen und Veränderungen in der Artenzusammensetzung.

Gegebenenfalls müssen Maßnahmen zum Erhalt bzw. zur Verbesserung der Gewässerqualität eingeleitet werden. 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 eine Wasserentnahme aus Flüssen und Seen sind entsprechend den zu erwartenden Veränderungen zu überprüfen. Dazu sind die verfügbaren Daten über Wasserstände und die Gewässerqualität auszuwerten.

Gewässerunterhaltung

Aus den gewonnenen Erkenntnissen ist zu prüfen, ob und in welcher Form die bisher typischerweise stattfindenden Maßnahmen zur Gewässerunterhaltung zukünftig angepasst werden müssen.

4.2.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

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

- Regionale Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, den Bodenwasserhaushalt und den Landschaftswasserhaushalt und die Grundwasserneubildung
- Auswirkungen der Einleitung von Kühlwasser unter sommerlichen Niedrigwasserbedingungen;
- Auswirkungen auf die öffentliche Wasserversorgung und die notwendige Restwassermenge bei Wasserkraftanlagen einschließlich der Bewirtschaftung (künftiger Wasserbedarf) bzw. der Entwicklung neuer Bewirtschaftungskonzepte unter Berücksichtigung der EG-WRRL;
- Anpassung der Bewirtschaftungskonzepte an die geänderten 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;
- Funktion der Retentionsflächen bei Hochwasser und Auswirkungen des hydrologischen Trends (erhöhte, intensivere Winterniederschläge) auf den Bedarf an Retentionsraum
- Ableitung von aussagekräftigen regionalen (Klima-) Szenarien von großräumigen Modellen (Untersuchung regionaler Auswirkungen auf den Wasserhaushalt);
- Auswirkungen höherer oder niedrigerer Wasserführung auf die Qualität der Gewässer/des Grundwassers;
- Auswirkungen auf Hochwasserwahrscheinlichkeiten zur Anpassung der Bemessungsabflüsse;
- Ursachen und Auswirkungen des Eintrages von Huminstoffen in Talsperren.

Weiterer Bedarf kann sich im Laufe der Zeit aus den Projekten ergeben.

4.2.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Die Aspekte des Klimawandels werden im Rahmen der Monitoringprogramme berücksichtigt. Der Gewässerkundliche Landesdienst ermittelt, sammelt und bewertet alle qualitativen, hydromorphologischen und quantitativen Gewässerdaten, die für wasserwirtschaftliche Planungen, Maßnahmen und Entscheidungen erforderlich sind (§ 111 WG LSA, in der Fassung vom 16. März 2011¹⁹).

Folgende Messnetze werden in Sachsen-Anhalt betrieben (§ 113 WG LSA):

- Gewässerüberwachungsprogramm (GÜSA):
Ermittlung der physikalisch-chemischen Beschaffenheit der Gewässer (Grundwasser und Oberflächengewässer), die Erfassung biologisch-ökologischer Parameter sowie

¹⁹ GVBl. LSA 2011, S.492

verschiedene Sondermessprogramme (z.B. Arzneimittelwirkstoffe, Pflanzenschutzmittel).

➤ Hydrologisches Monitoring:

Ermittlung von Wasserhaushaltsgrößen und Bemessungsgrundlagen sowie eines mit dem DWD abgestimmten, ergänzenden Niederschlagsmessnetz für den Hochwasservorhersagedienst im Grundwasser (Grundwasserstand) und in den Oberflächengewässern (Wasserstand und Durchfluss)

Das Umweltbundesamt hat im Dezember 2011 im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit den Forschungsbericht „Entwicklung eines Indikatorsystems für die deutsche Anpassungsstrategie an die Klimawandel (DAS)²⁰“ vorgelegt. Für alle 13 Handlungsfelder und die zwei querschnittsorientierten Themen der DAS wurden die wesentlichen derzeit diskutierten Wirkungen (Impacts) und Anpassungsmaßnahmen (Response) zusammengestellt.

In Anlehnung an diese Vorgehensweise lassen sich aus den gewonnenen Daten der Messnetze Sachsen-Anhalts klimarelevante Indikatoren ableiten. In der folgenden Tabelle sind denkbare Indikatoren für den Sektor Wasser aufgelistet.

Impact-Indikatoren Indikatoren für direkte Klimafolgen (inkl. Indikatoren zur Risikobeschreibung)	Response-Indikatoren Anpassungs-Maßnahmen
Fließgewässer – Veränderung von Abflussexremen	
Veränderung der mittleren Wasserabflüsse (MQ) – saisonal/jährlich	
Veränderung der Hochwasserabflüsse (HQ) – saisonal/jährlich, u. a.: <ul style="list-style-type: none"> - Höchster bekannter Abfluss (HHQ) - Höchster Abfluss (HQ) gleicher Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne - Mittlerer höchster Abfluss (MHQ) gleicher Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausweisung von neuen und Erhalt von derzeitigen Retentionsgebieten - Verbesserung des technischen Hochwasserschutzes, u. a. Deichbau und –Sanierung - Anpassung der Hochwasserschutzpläne - Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-RL: Ausweisung von Vorranggebieten, Überschwemmungsgebiete, bereits vorhandene HW-Gefahrenkarten bzw. HW-Risikokarten
Hochwasserereignisse: Häufigkeit / Veränderung der Hochwasserwiederkehrwahrscheinlichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Berechnung und Prognostizierung zukünftiger Extremwetterereignisse

²⁰ <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4230.pdf>

Impact-Indikatoren	Response-Indikatoren
Indikatoren für direkte Klimafolgen (inkl. Indikatoren zur Risikobeschreibung)	Anpassungs-Maßnahmen
<p>Veränderung der Niedrigwasserabflüsse – saisonal / jährlich, u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mittlerer niedrigster Abfluss (MNQ) gleicher Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne - Niedrigstes arithmetisches Mittel von x aufeinander folgenden Tageswerten des Abfluss (NMxQ) - Niedrigster Abfluss (NQ) gleicher Zeitabschnitte in der betrachteten Zeitspanne - Niedrigster bekannter Abfluss (NNQ) <p>Veränderung der Anzahl der schiffbaren Tage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Überarbeitung der Betriebs- und Bewirtschaftungspläne für Talsperren, Speicher und Rückhaltebecken*, u. a. Anpassung der Wasserabgabe aus Talsperren und anderen Stauanlagen - Anpassung wasserrechtlicher Festlegungen zur Wasserentnahme aus den Gewässern (z.B. Landwirtschaft)
Fließ- und Standgewässer – Veränderung der Wasserbeschaffenheit (physikalischer und chemischer Zustand)	
<p>Erwärmung der Gewässer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zunahme der Wassertemperatur - Zunahme der eisfreien Tage 	<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung wasserrechtlicher Festlegungen zu Einleitungen in die Gewässer - Anpassung der Messnetze
Veränderung der Anzahl der eisfreien Tage	Veränderung der schiffbaren Tage (Fließgewässer)
Veränderung der Gewässerbeschaffenheit	<ul style="list-style-type: none"> - Ausweisung der Veränderung der Wasserqualität bei rückläufigen Wassermengen - Anpassung der Messnetze
Veränderung der Gewässerbiologie	
Grundwasser	
Veränderung des Grundwasserstandes	<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung wasserrechtlicher Festlegungen zur Grundwasserentnahme - Prognose von Grundwasserneubildungsraten, max. Grundwasserentnahmemengen*
Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit	<ul style="list-style-type: none"> - Anpassung wasserrechtlicher Festlegungen zu Einleitungen ins Grundwasser - Ausweisung der Veränderung der Wasserqualität bei rückläufigen Wassermengen*

4.2.6. Maßnahmen zur Anpassung

Zum heutigen Zeitpunkt sind viele Auswirkungen des Klimawandels noch nicht ausreichend konkret bekannt.

Bei den Anpassungsmaßnahmen im Sektor Wasser handelt es sich um Maßnahmen, die neben ihrem primären Ziel auch einen positiven Effekt hinsichtlich der Anpassung an den Klimawandel haben.

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Schutz vor Hochwasser, Niedrigwasser und ggf. steigenden Grundwasserständen	Modellierung der Änderungen des Niederschlags und der Grundwasserneubildung	läuft bereits
	Anpassung von Notfall-, Evakuierungs- und Vorsorgeplänen sowohl für Hochwasser- als auch für Niedrigwasserereignisse für: - die Bevölkerung, - die Wirtschaft, - die Landwirtschaft	läuft bereits
	Überarbeitung der Hochwasserschutzpläne und Überprüfung der Dimensionierung der Hochwasserschutzanlagen	läuft bereits
	Überprüfung der Vorranggebiete für den Hochwasserschutz (LEP und REP)	LEP 2010 abgeschlossen, REPs läuft bereits
	Erhalt und Rückgewinnung von Retentionsflächen	läuft bereits
	Anpassung der Messnetze zur Überwachung der Grundwasserstände und Oberflächenwasserabflüsse	läuft bereits
	Überarbeitung von Entwicklungs- und Bebauungsplänen. Bei Neuausweisungen von Gewerbe- und Industriegebieten ist es dabei notwendig, Risikoflächen zu meiden und ggf. die Schaffung von Bau-recht zu versagen, um Schäden gar nicht erst entstehen zu lassen.	läuft bereits
	Förderung der Verhaltens- und Eigenvorsorge (Schutz von Gütern) der Bevölkerung bei Hochwasser und hohen Grundwasserständen	läuft bereits
Anpassung der Infrastruktur der Wasserver- und -entsorgung	Anpassung und Aktualisierung der Wasserversorgungs- und Abwasserbeseitigungskonzepte der Kommunen, optimierte Bewirtschaftung der Kanalkapazitäten	läuft bereits
Anpassung der Speicherbewirtschaftung / Trinkwassergewinnung	Überarbeitung der Betriebs- und Bewirtschaftungspläne für Talsperren, Speicher und Rückhaltebecken, Überprüfung der Bauwerksdimensionierung	läuft bereits
	Überprüfung und Sicherung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Wassergewinnung	läuft bereits
Schutz vor Verschlechterung der Gewässergüte	Untersuchung der Veränderung der Wasserqualität bei rückläufigen Wassermengen (Oberflächenwasser und Grundwasser)	läuft bereits
	Anpassung der Messnetze zur Überwachung der Qualität von Grund- und Oberflächenwasser	läuft bereits
Förderung einer effizienten Wassernutzung	Überarbeitung wasserrechtlicher Festlegungen zur Anpassung von Entnahmen und Einleitungen im Oberflächen- und Grundwasser	läuft bereits
	Förderung der Bewusstseinsbildung der Bevölkerung	läuft bereits

4.3. Boden

Im Naturhaushalt ist der Boden ein zentrales Element mit vielfältigen ökologischen und nutzungsorientierten Funktionen. Zwischen Boden und Klima bestehen komplexe Wechselwirkungen mit teilweise sich verstärkenden Rückkopplungseffekten. So findet zwischen Böden und Atmosphäre der Austausch klimarelevanter Gase (CO_2 , N_2O und CH_4) statt. Eine Schlüsselfunktion kommt den Böden als größter terrestrischer Kohlenstoffspeicher zu (Senkenfunktion). Sachsen-Anhalt besitzt mit seinen Böden ein sehr gutes natürliches Potenzial für die wirtschaftliche Nutzung und die Entwicklung der Natur. Land- und insbesondere forstwirtschaftlich genutzte Böden ermöglichen die fortlaufende Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, die durch die Substitution fossiler Energieträger sowie Kohlenstoffsequestration z. B. in Bauholz einen Beitrag zur Abschwächung des Treibhausgaseffekts leisten kann. Böden wirken ausgleichend im lokalen und regionalen Wasser- und Wärmehaushalt durch Wasseraufnahme und Verdunstung mit Kühlwirkung und können so die Auswirkungen von Extremwetterereignissen abschwächen.



Auswirkungen des Klimawandels sind auf die natürlichen Bodenfunktionen sowie auf die Funktion der Böden als Standort der Land- und Forstwirtschaft zu erwarten. Die möglichen Bodenfunktionsbeeinträchtigungen stehen dabei insbesondere im Zusammenhang mit

- dem Risiko von abnehmenden Humusgehalten und -vorräten,
- einer zunehmenden potenziellen Wasser- und Winderosionsgefährdung,
- einem zunehmenden Risiko von Bodenschadverdichtungen sowie
- Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes.

Aufgrund der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Boden, Klima, Vegetation und Nutzungen treten dabei standortspezifisch unterschiedliche Veränderungen des Bodens und seiner Funktionsfähigkeit auf. Klimainduzierte Veränderungen des Bodens wirken damit in anderen Sektoren der Klimaanpassungsstrategie. Auf das Schutzgut Boden gerichtete Anpassungsmaßnahmen sind daher in der Regel in Verbindung mit der jeweiligen Nutzung zu treffen. Querbeziehungen bestehen z. B. auch zwischen Bodenwasserhaushalt und Wasserwirtschaft. 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. Anpassungsziel

Anpassungsziel ist der Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen, einschließlich der oben genannten klimawirksamen Funktionen, auch zur Sicherung der nachhaltigen Nutzbarkeit der Böden für die Land- und Forstwirtschaft. Gefährdungen der natürlichen Bodenfunktionen bestehen sowohl aufgrund des Klimawandels als auch der Inanspruchnahme der Böden durch verschiedene Nutzungen. Sowohl das Monitoring des Bodenzustands als auch Maßnahmen zum Schutz der Böden im Zusammenhang mit der jeweiligen Nutzung dienen daher in der Regel auch der Anpassung an den Klimawandel. Sie erhalten jedoch unter Berücksichtigung des Klimawandels zum Teil eine größere Dringlichkeit oder modifizierte Ausrich-

tung. Wichtige Bodenschutzziele, die gleichzeitig Anpassungsziele an den Klimawandel darstellen, sind

- die Reduzierung des Verbrauchs bisher unversiegelter Flächen und Renaturierung devastierter Flächen; Beitrag des Landes zum Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, bis 2020 die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen deutschlandweit auf 30 ha/d zu begrenzen
- Reduzierung des Erosionsrisikos und der Bodenverdichtung
- Erhalt und soweit möglich Aufbau der organischen Bodensubstanz, insbesondere in Böden mit hohem Kohlenstoffspeichervermögen wie Moore und Grünland.

4.3.2. Handlungsfelder

- Prognose und Beobachtung des Bodenzustands und der Bodenfunktionen unter geänderten Klimabedingungen und Nutzungsformen
- Gebiets- und nutzungsabhängiges Management der organischen Bodensubstanz
- Nährstoffkreislauf/-verfügbarkeit in Böden
- Zusammensetzung natürlicher Lebensgemeinschaften von Bodenorganismen
- Bodenwasserhaushalt, grundwasserbeeinflusste Böden
- Wasserrückhaltung, Oberflächenabfluss, Bodenerosion
- Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen
- Entwicklung des Bodenbewusstseins

4.3.3. Handlungsoptionen

Prognose und Beobachtung des Bodenzustands und der Bodenfunktionen unter geänderten Klimabedingungen und Nutzungsformen

Anpassungsstrategien/-maßnahmen an Klimaänderungen setzen die Kenntnis der zu erwartenden Einflüsse auf Bodenfunktionen und deren Gefährdungen voraus. Derartige Vorhersagen basieren auf

- Bodeninformationen,
- Landnutzungsinformationen sowie
- Informationen zu (regionalen) Klimaeinflüssen und –Änderungen.

Geeignete Anpassungsmaßnahmen müssen sowohl auf regionaler als auch lokaler Ebene getroffen werden. Globale Klimamodelle sagen aufgrund ihrer geringen Auflösung wenig über die Klimaänderungen auf regionaler Ebene aus. Daher sind auch aus Sicht des Bodenschutzes zusätzlich regionale Klimaprojektionen sowie Vulnerabilitätsuntersuchungen und Monitoringprogramme erforderlich.

Mit Hilfe der Bodendauerbeobachtung kann ein sektoraler Beitrag zum Klimafolgenmonitoring geleistet werden. Im Bodenbeobachtungssystem Sachsen-Anhalt werden auf 70 Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) regelmäßig verschiedene Bodendaten sowie für die Interpretation erforderliche detaillierte Bewirtschaftungsdaten erhoben. Derzeit laufen länderübergreifend Bestrebungen, die BDF-Programme, insbesondere zu der als prioritär identifizierten Frage nach Veränderungen der Humusgehalte, bundesweit abgestimmt zu optimieren. Dies ist ein wichtiger Schritt, um im Rahmen eines umfassenderen Klimafolgenmonitorings fachlich fundierte Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf das Schutzgut Boden treffen zu können.

Wichtige Grundlagen und Daten für ein Klimafolgenmonitoring und zur Validierung von Vorhersagen liefern auch weitere bodenbezogene Inventuren, wie die Bodenzustandserfassung (BZE) im Wald und die vom Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut bundesweit durchgeführte BZE-Landwirtschaft sowie Dauerfeldversuche von Universitäten und Forschungseinrichtungen.

Gebiets- und nutzungsabhängiges Management der organischen 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, das (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.

Maßnahmen und gesetzliche Regelungen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft können zum Erhalt von Wald und Grünland als Standorte mit besonders hoher Kohlenstoffspeicherung beitragen.

Eine nachhaltige Nutzung von Ackerflächen entsprechend den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung (§ 17 BBodSchG), insbesondere durch Sicherstellung einer ausgeglichenen Humusbilanz trägt zur Stabilisierung der Bodenstruktur und Vermeidung des Verlustes organischer Substanz auch infolge von Wasser- und Winderosion bei. Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis sind auf der Grundlage einer Bewertung der Auswirkungen von Bewirtschaftungsformen und -maßnahmen auf den Humushaushalt der Böden zu konkretisieren und weiterzuentwickeln. Für den Bereich der landwirtschaftlichen Bodennutzung können Agrarumweltmaßnahmen (AUM) ergänzende und grundsätzlich effektive Steuerungsinstrumente zum Erhalt und Verbesserung der C-Senkenfunktion der Böden darstellen. Daher sollten bestehende AUM weiterentwickelt und stärker auf bodenbezogene Klimaschutz- und -anpassungsmaßnahmen ausgerichtet werden.

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. Klimaänderungen 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 ist in den Böden der Boden- und sonstiger Dauerbeobachtungsflächen weiter zu führen und die Entwicklung, Förderung und Kontrolle standortangepasster Nutzungs- und Düngestrategien sind zu verstärken.

Zusammensetzung natürlicher Lebensgemeinschaften von Bodenorganismen

Bodenorganismen haben einen ganz wesentlichen Anteil am Erhalt von Bodenfunktionen. Aufgrund ihrer vielfältigen biochemischen Stoffwechselleistungen 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 anthro-

pogenen 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.

Durch standortangepasste Konzepte sind Moorstandorte abgestimmt zwischen Landwirtschaft und Naturschutz zu sichern. Alternativ zu einer auf Entwässerung angewiesenen (landwirtschaftlichen) Nutzung von Moorböden ist eine dauerhafte Entwässerung zu vermeiden, um so zumindest den gespeicherten Kohlenstoff zu konservieren. Angebaut werden könnten moortypische Pflanzen wie Weiden, Erlen, Schilf oder Torfmoose als nachwachsender Rohstoff für die Energie- und Rohstoffwirtschaft.

Um Basisdaten für die Überprüfung bzw. Kalibrierung von Prognosemodellen des Wasserhaushaltes verfügbar zu haben, sind die Messungen des vorhandenen Boden-Beobachtungssystems (Boden-Dauerbeobachtungsflächen, Referenzstandorte, Dauerversuche, Lysimeter, Level II-Standorte der Waldzustanderfassung) 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 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.

Zunehmende Erosionsereignisse infolge von teilweise kurz nacheinander auftretende Starkniederschläge haben das Erfordernis aufgezeigt, die bodenschutzrechtlich gebotene Vorsorge gegen Bodenerosion nach den Regeln der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung konsequent standortangepasst anzuwenden. Wo notwendig, sind die Ursachen von Starkerosionsereignissen zu ermitteln und soweit möglich, den Landwirten Maßnahmen zur verbesserten Anwendung der guten fachlichen Praxis zu empfehlen. Erosionsprognosemodelle sind auf Praxistauglichkeit zu prüfen und in der Beratung einzusetzen. Darüber hinaus soll die Förderung von dauerhaft bodenverträglichen Nutzungsformen zur standortangepassten Erosionsminderung beitragen. Zur Vermeidung des Eintrags von Bodenmaterial bzw. Schlamm durch Starkerosionsereignisse in Gewässer, auf Siedlungs- und

Verkehrsflächen sollten die für diese Schutzgüter zuständigen Stellen, die Landwirtschafts-, die Bodenschutzbehörden und die Landwirte zusammenarbeiten. An Standorten mit agrarstrukturellen Defiziten können Flurneuordnungsverfahren zur Beseitigung wesentlicher Ursachen der Bodenerosion durch Wasser, aber auch durch Wind beitragen (siehe Abschnitt Ländlicher Raum).

Im Harz ist ein sinnvolles Flächenmanagement zum Schutz vor Rutschungen / Muren etc. (hervorgerufen durch Niederschläge) erforderlich. Eine wirkungsvolle und nachhaltige Abflussregulierung ist u. a. zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie von Talsperren und Rückhaltebecken vor übermäßigem Sedimenteintrag zu gewährleisten (siehe Abschnitt Wasser).

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.

Erhaltung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen als klimabeeinflussender Faktor

Die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen, insbesondere der Ausgleichsfunktion des Bodens in Extremereignissen des Klimawandels (Wasserspeicherung, Temperaturengleich) und des im Boden gespeicherten Kohlenstoffs, erfordern die Vermeidung von Flächeninanspruchnahme, das Flächenrecycling, versiegelungsarmes Bauen, ein gezieltes Bodenmanagement, Entseidelungen 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. Dazu beitragen können auch die Stärkung des Vorrangs der Innen- vor der Außenentwicklung gemäß der Novelle des Baugesetzbuches²¹, die Einrichtung von Brachflächenkatastern und entsprechenden Fördermöglichkeiten. Einen wichtigen Beitrag zur Ansiedlung von Industrie und Gewerbe auf baulich vorgemerkten Brachflächen leistet die Altlastensanierung.

Entwicklung des Bodenbewusstseins

Der Boden ist vom Klimawandel betroffen und Bodenschutz kann und muss auch Teil der Lösung des Klimaproblems sein. Diese Rolle des Bodens im Kontext der Diskussionen zum Klimawandel ist der breiten Bevölkerung, aber auch vielen Entscheidungsträgern noch nicht oder nicht hinreichend bewusst. Daher gilt es, die Rolle der Böden im und für den Klimawandel und dessen Folgen stärker hervorzuheben und hinreichend verständlich darzustellen. Damit kann auch ein wichtiger Beitrag zu einem insgesamt verbesserten Bodenbewusstsein erzielt bzw. können diesem neue Impulse verliehen werden.

4.3.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Im Bereich Bodenschutz 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 auf:

- Auswertung von vorhandenen klimarelevanten Messergebnissen und Datenreihen (Dauerbeobachtungsflächen, Dauerversuche, Lysimetermessreihen, ...)
- Optimierung von Monitoringsystemen und Probenahmestrategien für die Klimafolgenidentifizierung

²¹ Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. Juli 2011 (BGBl. I S. 1509) geändert worden ist

- 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 als Bewertungsgrundlage für die Entwicklung und die Auswirkungen des Klimawandels in 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. Transportverhalten 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 Landschaftsmaßstab
- Weiterer Bedarf kann sich durch Ergebnisse der Projekte oder durch veränderte Klimaszenarien ergeben.
- Evaluierung von boden(funktions)bezogenen Auswirkungen auf das Schwarzerdevorkommen in Sachsen-Anhalt durch die projizierten klimatischen Veränderungen (ggf. höhere Verstoffwechslung, Degradierung)

4.3.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Im Handlungsfeld „Boden“ ist das verfügbare Indikatorenspektrum nach Aussage der Studie „Entwicklung eines Indikatorensystems für die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)“²² noch unbefriedigend. Insgesamt fehle es noch an einer umfassenden Abbildung der Problemfelder im Kontext Boden und Klimaänderung. Einen wesentlichen Anteil daran hätten Datenprobleme.

Die Erhebungen auf den Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) werden als wichtige Datenquelle für bodenbezogene Indikatoren für das DAS-Indikatorensystem gesehen.

Die Daten der Bodendauerbeobachtung (siehe erster Unterabschnitt zu 4.3.3.) können zurzeit nur bedingt die Auswirkungen von klimawandel- und nutzungsbedingten Änderungen abbilden. Die Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen auf die Bodeneigenschaften können nur undifferenziert in ihrer Gesamtwirkung betrachtet werden.

Ob die in der Studie für den Sektor Boden mit verschiedenen Machbarkeitsstufen angegebenen Impact- und Response-Indikatoren die in Kapitel 7.3.1 genannten Ansprüche erfüllen können, wird noch näher zu prüfen sein.

²² Schönthaler, K. et al. im Auftrag des Umweltbundsamtes, 2011, www.uba.de/uba-info-medien/4230.html

Es sollte geprüft werden, geeignete State-Indikatoren für den Boden zu entwickeln. Als solcher kommt ggf. folgender in Betracht:

„Vorkommen von Schwarzerdeböden/ Böden mit hoher Bodenfruchtbarkeit“

Begründung: Schwarzerdeböden mit hoher Bodenfruchtbarkeit stellen wertvolle Böden/Bodenausprägungen dar. Ihr Vorkommen ist in vielen Bundesländern nur noch auf Relikte beschränkt. Einmal zerstört bzw. degradiert, sind sie unwiederbringlich verloren und können unter heutigen klimatischen Bedingungen nicht mehr entstehen. Sachsen-Anhalt verfügt über ein einzigartiges Schwarzerdevorkommen, das jedoch potenziell durch klimatische Veränderungen (ggf. höhere Verstoffwechslung) und reell durch anthropogene Beeinträchtigungen (Überbauung, Flächenversiegelung, Rohstoffabbau ...) gefährdet ist.

Die Ausdehnung der Schwarzerdegebiete ist auf der Grundlage der Bodenkarten der Länder zumeist bekannt. Unter Hinzuziehung von jeweils aktuellen Nutzungsdaten ließe sich die Veränderung des Vorkommens ggf. in Mehrjahresschritten festhalten.

Da, wie einleitend unter 4.3 ausgeführt, Klimaanpassungsmaßnahmen für das Schutzgut Boden in der Regel nur in Verbindung mit der jeweiligen Nutzung getroffen werden können, sind auch Response-Indikatoren aus anderen Bereichen, wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Bauwesen, Raumordnung heranzuziehen.

So sollte hinsichtlich der Verringerung der Flächenversiegelung und Vermeidung von Flächeninanspruchnahmen der Nachhaltigkeitsindikator „Inanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche“ (SuV) als Indikator auch für den Sektor Boden herangezogen werden. Dieser Indikator wird bundesweit seit Jahren kontinuierlich erhoben und voraussichtlich auch in der Zukunft weiterhin die Entwicklung der Flächeninanspruchnahme abbilden. Er ist in der eingangs genannten Indikatorenstudie als Response-Indikator RO-R8 im Querschnittsthema Raum-, Regional- und Bauleitplanung aufgeführt.

Als Monitoringsystem für das Schutzgut Boden kann neben den unter 4.3.3 genannten (Bodenbeobachtungssystem, Bodenzustandserfassung –BZE - Wald, BZE Landwirtschaft, Dauerfeldversuche) seit 2012 auch die Aufnahme von Erosionsereignissen/Gefährdungen in die „Datei Schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten“ (DSBA) genannt werden (siehe Tabelle unter 4.3.6, bei „Gefahrenabwehr und Vorsorge gegen Bodenerosion und Erosionsfolgen“).

4.3.6. Maßnahmen zur Anpassung

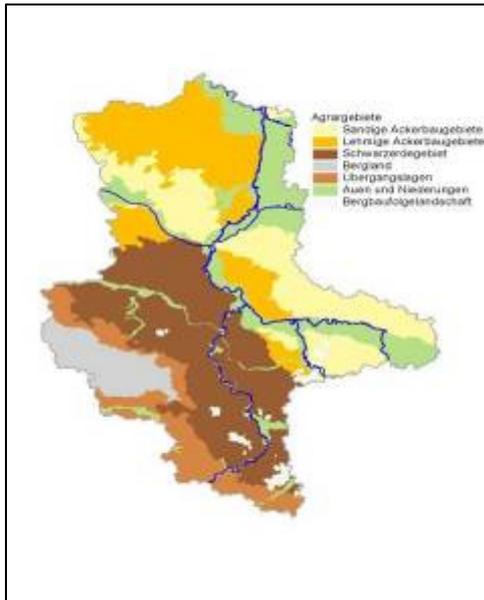
Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
Beobachtung der durch den Klimawandel verursachten Veränderungen des Bodenzustandes (Humusstatus, Bodenwasserhaushalt) und Bewertung der Auswirkungen auf die Bodenfunktionen (Endfassung)	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterführung und Anpassung des Boden-Dauerbeobachtungssystems 	läuft bereits
	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung, Erhaltung und Ausbau der Dauerfeldversuche und Lysimetermessplätze 	läuft bereits
	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Bodenveränderungen in grundwasserbeeinflussten Böden und Auswirkungen auf Schutzgüter (Grundwasser, Biotope), Auswertung der Bodenbeobachtung sowie der Monitoring-Programme von WRRL- und 	läuft bereits

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
	FFH-Umsetzung.	
Abschätzung und Messung der Veränderung der Bodengefährdungen durch Erosion und veränderte Strukturstabilität	<ul style="list-style-type: none"> Berücksichtigung der Einflüsse des Klimawandels bei Modellierung des Erosionsrisikos durch Wasser und Wind mit Daten aus Klima- und Nutzungsszenarien 	läuft bereits
	<ul style="list-style-type: none"> Überwachung der Folgen von extremen Klimaereignissen (Extremniederschlag, Trockenheit) auf den Bodenzustand (Erosion, Bodengefüge/-verdichtung, Humusgehalt) 	läuft bereits
	<ul style="list-style-type: none"> Abschätzung und Überwachung von Änderungen der Bodennutzung auf den Bodenzustand und Bodenfruchtbarkeit unter Einfluss des Klimawandels (Auswertung Bodenbeobachtung) 	läuft bereits
Gefahrenabwehr und Vorsorge gegen Bodenerosion und Erosionsfolgen	<ul style="list-style-type: none"> Aufnahme von Erosionsereignissen/Gefährdungen in die Datei Schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten (DSBA) Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen aufgrund Bodenerosion durch Wasser Zusammenarbeit von kommunalen, Straßenbau- und anderen Behörden mit Bodenschutz- und Landwirtschaftsbehörden bei Gefahrenabwehr und Vorsorge für andere Schutzgüter 	läuft bereits
Erhaltung und Wiederherstellung der Ausgleichsfunktionen des Bodens im Wasserhaushalt und in Extremereignissen des Klimawandels (Hitzestau in Städten, Starkniederschläge) (Endfassung)	<ul style="list-style-type: none"> Vermeidung von Flächenversiegelung, Flächenmanagement/-recycling und gezielte Re-kultivierung devastierter Flächen (Raumordnung und Bauleitplanung, Landschaftsplanung, bodenschonendes Bauen) 	läuft bereits
Konkretisierung und Fortentwicklung der Guten Landwirtschaftlichen Praxis, Einbringen in die Anwenderberatung durch die LLFG	<p>z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> Maßnahmenprogramme zum Erosionsschutz in den besonders gefährdeten Bereichen, d. h. verstärkte Anlage von Strukturelementen - Gehölzpflanzungen und Heckenanlagen (Grünstreifen) in der Fläche Strategien zum Erhalt und zur Erhöhung der Anteile von organischer Bodensubstanz unter zunehmend trocken-heißen Sommerbedingungen bodenschonende und wassersparende Bodenbearbeitungs- und Anbaustrategien angepasste Düngestrategien 	läuft bereits
Berücksichtigung des veränderten Wasserdargebots bei Rohstoffabbau- und Renaturierungsvorhaben	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung/Abschätzung der Auswirkungen (regional und summiert) von bereits laufenden und geplanten Rohstoffgewinnungen (LEP) im Hinblick auf mögliche Verstärkungen von Grundwasserabsenkungseffekten (Nassabbau) in den besonders betroffenen Gebieten 	läuft bereits

4.4. Landwirtschaft und Agrarraumgestaltung

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 bzw. die Veränderung der Niederschlagsperioden sowie die zunehmende Verdunstung während der Hauptwachstumszeit ab dem Frühsommer lassen zunehmende 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 oder die ausreichende Beschickung von Biogasanlagen mit energiereicher Biomasse zunehmend schwerer kalkulierbar 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.

Die im Jahr 2011 in Sachsen-Anhalt verstärkt aufgetretenen Extremwetterereignisse haben in den betroffenen Regionen zu großen Schäden insbesondere durch Überschwemmungen und Bodenabtrag, aber auch durch Hagelschlag und Orkanböen geführt. Solche Extremwetterlagen mit den beschriebenen Folgen werden sich infolge des Klimawandels häufen und verstärken.

Auslöser sind insbesondere Gewitterzellen, die an nahezu jedem Ort kurzzeitig zu extremen Niederschlagsmengen führen können. Dies bedingt die schnelle Erschöpfung der Infiltrationskapazität des Bodens und eine Überlastung der natürlichen und künstlichen Entwässerungssysteme.

runssysteme, infolgedessen starke Oberflächenabflüsse entstehen. Im Hügelland und in Gebirgslagen können sie je nach Gefälle hohe Fließgeschwindigkeiten entwickeln und als Sturzfluten viel (Boden)material mitführen. Eine besondere Gefährdung für die Landwirtschaft und angrenzende Ortslagen und Infrastrukturen besteht in ackerbaulich genutzten Kleineinzugsgebieten.

Einen entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß der Schäden hat die Art und Weise der Landnutzung, die Beachtung landeskultureller Erfordernisse bis hin zur Auslegung der Entwässerungssysteme in den Ortslagen. Durch diese Faktoren werden Niederschlagsrückhalt und der Erosionswiderstand in der Fläche sowie die Möglichkeit des schadlosen Abführens des überschüssigen Oberflächenwassers bestimmt. Hier haben sich Defizite offenbart, auf die es zu reagieren gilt.

Die Überprüfung der rechtlichen, fachlichen und organisatorischen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen zur Vermeidung und Beseitigung von Schäden durch oberflächlich abfließende Starkniederschläge und Erosion zeigt einen ressortübergreifenden Handlungsbedarf auf. Zuständigkeiten liegen hier im Ministerium des Innern (Gefahrenabwehr, Städte- und Gemeindebund), Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr (Landesentwicklung, Verkehr, Entwicklung des ländlichen Raumes), und im Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt. Zur künftigen Risikominderung sind interministeriell die aufgetretenen Schwachstellen zu analysieren und Schlussfolgerungen zu weiterem Handlungsbedarf abzuleiten (s.a. 4.5. Ländlicher Raum).

Es wird das Ziel verfolgt, einen möglichst weitgehenden Rückhalt der Wassermassen und des Bodenmaterials in der Fläche zu erreichen sowie überschüssiges Oberflächenwasser möglichst schadlos in die Vorflut abzuleiten. Damit sollen die darüber hinaus erforderlichen Vorsorgemaßnahmen in anderen Bereichen und die damit verbundenen Kosten sowie bei Auftreten von Extremwetterereignissen das Schadausmaß so gering wie möglich gehalten werden. Dem sind naturgemäß Grenzen gesetzt, so dass private Risikovorsorge, kommunale Anpassungen bis hin zum Katastrophenschutz in abgestimmter Weise daneben unabdingbar sind.

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

Die Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft an sich ändernde Klimaverhältnisse in Sachsen-Anhalt hängt von vielen Faktoren ab. 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.

Anpassungsstrategien im Pflanzenbau und der Tierhaltung sind jedoch bereits jetzt weiter zu entwickeln und für den Praxiseinsatz vorzubereiten.

Risiken und Potentiale sind zu erkunden 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 Handlungsfelduntersetzung aufzugreifen.

4.4.1. Anpassungsziel

Für die Landwirtschaft und den Gartenbau besteht das primäre Ziel, unter den sich ändernden klimatischen Verhältnissen und den daraus resultierenden neuen Rahmenbedingungen die notwendige Versorgung mit qualitativ hochwertigen Ernährungsgütern und von nachwachsenden Rohstoffen zur stofflichen Verwertung und energetischen Nutzung sowie als Energieträger nachhaltig sicherzustellen. Standortsicherung und Wertschöpfung in der landwirtschaftlichen Erzeugung müssen sich entsprechend der Standortbedingungen auf den Klimawandel einstellen, damit die ländlichen Räume Ihre Versorgungsfunktionen auch zukünftig erfüllen können. Dazu gehört auch, die Agrarraumgestaltung und Landeskultur an die neuen Herausforderungen anzupassen.

4.4.2. 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

Agrarraumgestaltung:

- Schlaggestaltung, Schlaggrößen
- Binnengräben,
- Windschutzpflanzungen
- Landwirtschaftlicher Wegebau

Garten- und Landschaftsbau:

- Klimawandel und Baumschulen (GaLaBau)

Tierische Erzeugung:

- Tierhaltung, artgerechte und emissionsarme Haltungssysteme
- Stallbau und Standortfragen
- Stallklimotechnologie, Stalltemperierungssysteme
- Einsatz alternativer und / oder effektiverer Energieversorgungsansätze
- Tierfütterung und angepasste Futtergrundlagen
- Tiergesundheit, Krankheitsresistenzen
- Tierzucht und Prüfung von neuen, auf den Klimawandel angepasste Nutzrassen

4.4.3. 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, sind doch betriebliche Änderungen klimaangepasster Anbausysteme unter Umständen mit erheblichen Investitionen verbunden. 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 der Anbauwürdigkeit 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. Die Bearbeitung integrierter Themenstellungen aus Sicht des Klimawandels erfährt in länderübergreifenden Projekten zunehmend an Bedeutung. Hieraus gewonnene Erkenntnisse bilden das Fundament für eine qualifizierte Informations- und Wissensbereitstellung. Eine darauf aufbauende Aus- Fort- und Weiterbildung dient dem notwendigen Wissenstransfer.

Bodenschonende, wassersparende und emissionsmindernde Anbausysteme haben dabei einen entscheidenden Stellenwert, die konsequent weiter entwickelt und eingeführt werden sollen.

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. Das Landessortenversuchswesen hat hier mit der regionalen Prüfung des landeskulturellen Wertes von Sorten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen eine entscheidende Schlüsselstellung inne.

Düngung und Pflanzenschutz sind in sich ändernden Anbausystemen anzupassen und unter Nutzung der Möglichkeiten des integrierten und ökologischen Landbaus weiterzuentwickeln, damit widerstandsfähige und ertragreiche Pflanzenbestände aufgebaut sowie 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 Bodenbearbeitungs-

tensität 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 Bewässerungsbedarf vieler Kulturen wird 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 wassersparende Technik sowie ein umfassendes regionales Wassermanagement mit allen Partnern im ländlichen Raum zu orientieren. Die Möglichkeit der Schaffung von Wasserspeichern in Form von Rückhaltebecken und Stausystemen sowie die Möglichkeiten der Beregnung 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.

Agrarraumgestaltung

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 und Landeskultur, dem Erhalt oder der Wiederherstellung der Puffer- und Retentionsfunktionen der Landschaftselemente muss den negativen Auswirkungen entgegengewirkt werden. Dabei ist verstärkt auf Sektor übergreifende Zusammenhänge zu achten. Kurzumtriebsplantagen bieten sich hier z.B. auf Grenzertragsstandorten sowie auf erosionsgefährdeten Lagen an.

Grundsätzlich ist 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. Landeskulturelle Belange, neu ausgerichtet auf die Erfordernisse der Klimaanpassung, sind verstärkt in den Planungs- und Gestaltungsgrundsätzen übergeordnet zu berücksichtigen.

Klimawandel und Baumschulen

Die Baumschulwirtschaft als Produzent von Gehölzen, die heute und künftig den Herausforderungen des Klimawandels gerecht werden müssen, ist besonders gefordert.

Im Ergebnis des Klimawandels leiden Bäume und Sträucher unter übermäßigem Stress durch Kälte und Trockenheit. Früher Austrieb erhöht die Spätfrostgefahr. Probleme im Krankheitsbereich werden durch die Klimaverschiebung ebenfalls zunehmen. Dabei stellt sich besonders die Frage nach der richtigen Pflanzenwahl für die künftig in Stadt, Land und Forst benötigte Baumschulware. Insbesondere der Standort Stadt wird unter fortschreitendem Klimawandel extremer werden.

Nach § 40 BNatSchG wird allgemein davon ausgegangen, dass autochthone, d.h. regional über Jahrhunderte/Jahrtausende heimische Gehölze am besten mit dem hiesigen Klima zu Recht kommen. Dieser Weg, mit einem breiten Spektrum an autochthonen Gehölzen zu arbeiten, wird auch künftig durch die Baumschulen verfolgt werden.

Hier sollte die weitere Entwicklung der Klimaänderung wissenschaftlich begleitet und für die Baumschulwirtschaft Empfehlungen für künftig benötigten Bäume und Sträucher erarbeitet werden. Als Grundlage dafür können die von der Baumschulwirtschaft erarbeiteten Listen mit Baum- und Straucharten, die als unempfindlicher gegenüber dem Klimawandel eingestuft werden, bereits verwendet werden.

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.

Neue, bisher nicht aufgetretene Krankheiten, gilt es schnell zu erkennen und zu bekämpfen. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Veterinärsektor zwingend notwendig. Insbesondere sind hier Krankheiten zu nennen, die durch Vektoren übertragen werden, die sich durch die steigenden Temperaturen bis in nördliche Breiten ausdehnen.

Auch die Tierernährung muss unter dem Gesichtspunkt der steigenden Temperaturbelastungen und der möglichen Trockenperioden Anpassungsstrategien entwickeln. Dazu gehört nicht nur der Einsatz von einheimischen Proteinfuttermitteln wie Luzerne und Raps, sondern auch die konsequente Umsetzung der tierbezogenen Phasenfütterung. Durch den Einsatz hochverdaulicher und tiergerechter Futtermittel und Rationen kann dem Stress der Tiere entgegen gewirkt werden.

Mit solchen Maßnahmen wird der tierische Organismus durch Reduktion unnötiger, energieverbrauchender und wärmeerzeugender Stoffwechselfvorgänge entlastet. Effizienz- und Qualitätssteigerungen sind die Folge.

Für die Tierhaltung, insbesondere für die Schweine- und Geflügelhaltung, ergeben sich aus dem Klimawandel große Anforderungen hinsichtlich der Entwicklung, Bereitstellung und Prüfung geeigneter Stallanlagen und Stallausrüstungen. Die Lüftungssteuerung und Klimagesaltung 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 besprochen, die zur Standortsicherung und -entwicklung beitragen können und müssen.

Beim Bau von Stallanlagen muss vermehrt darauf geachtet werden, dass bautechnische Möglichkeiten zur Temperaturreduzierung im Stall aufgegriffen werden. Neben der Erhöhung der Luftgeschwindigkeit im Rinderbereich kann dies im Schweinestallbau vor allem durch eine gezielte Zuluffführung und Methoden der Abkühlung erfolgen.

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.

4.4.4. 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 bodenschonenden und wassersparenden 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 Düngebedarfsermittlung
- 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
- Definition des Zuchtziels auf Reduktion der Erzeugung von Treibhausgasen (THG) bei den Nutztierassen
- Zucht auf Rassen mit angepasster Futterverwertung (bei Beachtung der Änderung in der Anbausituation bei den Futterpflanzen)
- Prüfung und Einführung neuer Nutzrassen
- Zucht auf erhöhte Vitalität gegenüber neuen Krankheiten und Krankheitserregern und Stressresistenzen
- Konsequente Weiterentwicklung von Fütterungsstrategien mit dem Ziel der Senkung von THG (soweit dem Tierwohl entsprechend)
- Prüfung der Weidemanagementempfehlungen unter dem Eindruck des Klimawandels (geringere Wasserunterstützung) auf Besatzdichten und Ertragspotentiale sowie der Ertragsschätzung beim Ackerfutterbau
- Entwicklung, Erprobung und Praxistest von technischen Unterstützungsmaßnahmen zur Stressreduzierung bzw. -minimierung
- Entwicklung und Optimierung von Früherkennungs- und Warnsystemen bei Tierkrankheiten
- Optimierung der Dungverwertung unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen (THGE) und der Verfügbarkeit als Wirtschaftsdünger (Ersatz mineralischer Düngemittel)
- Verbesserung der Beratungsgrundlagen
- Entwicklung von Indikatoren zur standardisierten Festlegung von Tierwohl, Stressless und THGE-Optimierung
- Entwicklung von Systemen zur Verbrauchersensibilisierung (z.B. THG-Entwicklung je Produkt)
- Sicherung der Futtergrundlage, insbesondere Grobfuttergrundlage bei zu erwartenden zunehmenden (Durchschnitts)Temperaturen und insbesondere verminderten Niederschlagsmengen
- Ertragssicherheit Grünland (s. Pflanzenzüchtung, Pflanzenbau) und Ackerfütterkulturen (z. B. Luzerne, Sorghum mit verbesserter Verdaulichkeit, Zweitfrucht Sorghum/Silomais)
- Fütterungssysteme mit reduzierter Anflutung von Stoffwechselwärme (insbesondere Sommerhitzestress) durch angepasste Versorgung mit Kohlenhydratfraktionen (z. B. ADF, NDF, NFC).
- Reduzierung der CH₄-Abgaben je Tier durch Einflussnahme auf die Vormagenverdauung der Wiederkäuer im Rahmen von Futtermiteinsatz und Fütterungsregimes
- Reduzierung der CH₄-Abgabe je Produkteinheit!! (z. B. Milch, Fleisch) durch Effizienzsteigerung der Tiergesundheit, der Lebensdauer und Lebenseffektivität, dem Reproduktionsbedarf; Steigerung der Fütterungseffizienz durch Anpassung der Bedarfsnormen

4.4.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

- Sicherstellung der Ernährungssicherheit, Wertschöpfung: Statistik (Ertrag, Bruttowertschöpfung)
- Fläche unter Bewässerung
- Fläche unter konservierender Bodenbewirtschaftung
- Fläche mit Zwischenfruchtanbau

- Anbauverhältnisse
- Output- und Wirkungsindikatoren aus dem Begleitmonitoring des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum (EPLR) zum Umsetzungsstand der Klima relevanten Fördermaßnahmen
- Landwirte und Berater die an Aus- Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen teilgenommen haben
- Schaderregermonitoring
- Bodendauerbeobachtungsflächen
- Erosionsmonitoring
- Lysimeter und Dränagemessfeld
- Standorterfassung von Tierhaltungsanlagen und Emissionsbeurteilung
- Gemeindegrenze Erfassung und Kartierung der Tierbesätze
- Weideflächenmonitoring

Impact-Indikatoren (Indikatoren für direkte Klimafolgen) (inkl. Indikatoren zur Risikobeschreibung)	Response-Indikatoren („Anpassungs“-Indikatoren)
<p>Δ Erosionsgefährdung</p> <p>Δ Beregnungsdürftigkeit</p> <p>Δ Klimatische Wasserbilanz Sommer/Winter/jährlich (s/w/j)</p> <p>Δ Niederschlag s/w/j</p> <p>Δ Regenerositätsfaktor</p> <p>Δ Temperatur s/w/j</p> <p>Δ Temperatursumme (Phänologie)</p>	<p>Areas at risk of soil erosion (tons/ha/yea) <i>(Risikoflächen der Bodenerosion (t/ha/a))</i></p> <p>Δ Schlaggröße</p> <p>Δ C-Faktor (Bodenbedeckungs- und Bearbeitungsfaktor)</p> <p>Anteil der berechneten landwirtschaftlichen Nutzfläche (Fläche pro Gefahrenklasse)</p> <p>Output-Indikatoren des gemeinsamen Begleitungs- und Bewertungsrahmens für Maßnahmen der ländlichen Entwicklung (CMEF)</p> <p>Fläche angebaute Kulturen (ha)</p> <p>Fläche unter konservierender Bodenbearbeitung</p>

4.4.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
Klimaanpassungsbedingte Fortschreibung bestehender Rahmenregelungen für die Landwirtschaft in Sachsen-Anhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung der Leitlinien für eine ordnungsgemäße Landbewirtschaftung („Gute fachliche Praxis“): <ul style="list-style-type: none"> - Pflanzenschutz 	Läuft bereits

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
	<ul style="list-style-type: none"> - Bodenschutz - Düngung - „Cross Compliance“ • Erarbeitung von Planungsgrundlagen zur Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Belange bei der Landes- und Regionalplanung • Ausrichtung von geeigneten Planungsinstrumenten auf Anpassungserfordernisse, z.B. in der Flurneuordnung, auch zur Lösung von Zielkonflikten • Erarbeitung ressortübergreifender Wasserbewirtschaftungspläne zur Gewährleistung der Wasserversorgung und Wasserregulierung 	
Informations- und Wissenserarbeitung zur Unterstützung der Anpassung der landwirtschaftlichen Produktion an die sich verändernden Standort- und Produktionsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung des Versuchswesens und Weiterführung von Versuchen zur standortgerechten Anpassung der Landbewirtschaftung sowie der tierischen Erzeugung in unter 4.4.2 benannten Handlungsfeldern • Erarbeitung regionaler und standortbezogener Anpassungsstrategien für <ul style="list-style-type: none"> - Ackerbau - Grünland- und Weidewirtschaft - Gemüse- und Zierpflanzenbau - Tierhaltung - Energiepflanzenbau • Erarbeitung von Informations- und Beratungsgrundlagen für individuelle Anpassungen in den Betrieben zur Vermeidung betrieblicher und ökologischer Fehlentwicklungen 	Läuft bereits
Daten- und Informationsbereitstellung zum Einfluss des Klimawandels auf natürliche Produktionsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterführung und Anpassung Monitoring natürlicher Produktionsfaktoren <ul style="list-style-type: none"> - Bodendauerbeobachtungsflächen (siehe auch Abschnitt 4.3.6) - Pflanzenschutz - Dauerversuche - Lysimeterversuche - Dränagemessfeld - Erosionsmonitoring 	Läuft bereits
Unterstützung der Akteure durch Aus- und Weiterbildung, landwirtschaftliche Beratung	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung von Informationsdiensten • Vermittlung von Informations- und Beratungsgrundlagen für individuelle Anpassungen in den Betrieben zur Vermeidung betrieblicher und ökologischer Fehlentwicklungen • Aus- und Weiterbildung der in der Landwirtschaft Beschäftigten 	Läuft bereits
Absicherung spezifischer, klimawandelbedingter Produktionsrisiken landwirtschaftlicher Betriebe	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung von Regularien und Alternativen zur Versicherung • Erarbeitung von Regularien zur Linderung der Folgen von Ernteaufschlägen oder Tierseuchen • Vorhalten von Notfall-, Versorgungs- und Evakuierungsplänen in Tierhaltungsanlagen • Erarbeitung von Notfallplänen für Trocken- als auch Hochwasserereignisse • Verstärkung des vorbeugenden Brandschutzes • Konzepte/Strategien für die Versorgungssicherheit von Bioenergieanlagen 	

4.5. Ländlicher Raum

In Sachsen-Anhalt ist gemäß Landesentwicklungsplan der ländliche Raum definiert als das gesamte Land Sachsen-Anhalt außer den Verdichtungsräumen Halle und Magdeburg. Dies bedeutet, dass mehr als 95 % Fläche dem ländlichen Raum zuzuordnen sind, in dem ca. 80 % der Gesamtbevölkerung des Landes leben.

Im Jahr 2010 hat Sachsen-Anhalt durch die Gemeindegebietsreform mit 219 Gemeinden neue Strukturen geschaffen. In diesen neuen Strukturen werden die Gemeinden ihre Aufgaben dauerhaft, sachgerecht, effizient und in hoher Qualität zu erfüllen haben. Die neu gebildeten Gemeinden müssen sich Fragen der Entwicklung sowohl im ländlichen wie auch im städtischen Bereich stellen. Dies schließt auch die Auseinandersetzung mit Fragen der zur erwartenden regionalen und lokalen Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere auch von Extremwetterereignissen, ein. Aufgabe ist es nunmehr neue Bauleitpläne für ihr Gemeindegebiet zu erarbeiten. Integraler Bestandteil der Bauleitpläne muss ein Klimakonzept sein.

In Zeiten des Klimawandels werden Gemeinden (kommunale Entscheidungsträger, Unternehmer, Bürger u. a.) stärker als in zurückliegenden Jahrzehnten mit den Auswirkungen von Naturgewalten in der Gestalt von Hochwässern, Überschwemmungen, Vernässungen, Hagel, Wind- und Wassererosionen oder anderem konfrontiert sein.

Unter dem Gliederungspunkt 4.4. erfolgte bereits eine Betrachtung zu den Extremwetterereignissen des Jahres 2011 aus Sicht von Landwirtschaft, Agrarraumgestaltung und Gefahrenabwehr.

Eine stärkere Vorsorge, die auch der Anpassung an den Klimawandel Rechnung trägt, wird nur in Ausnahmen durch kurzfristige Maßnahmen erreicht werden können. In der Regel werden spezielle regionale Lösungen mit mittel- und langfristigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündeln erfolgsversprechend sein.

Für die Entscheidungsunterstützung bei der Planung von Klimaanpassungsmaßnahmen steht den Akteuren in den Gemeinden und Landkreisen bereits mit dem „Leitfaden zur Entscheidung bei der urbanen Klimaanpassung“²³ eine umfangreiche Hilfestellung zur Verfügung.

4.5.1. Anpassungsziel

Der ländliche Raum Sachsen-Anhalts ist als Wirtschafts-, Arbeits-, Lebens-, Kultur- und Sozialraum sowie ökologischer Ausgleichsraum zu stärken und unter Beachtung der Erfordernisse zur Anpassung an den Klimawandel weiterzuentwickeln. Dieser ganzheitliche und anspruchsvolle Entwicklungsansatz ist durch die Instrumente/Handlungsfelder der Landentwicklung zielgerichtet zu unterstützen.

4.5.2. Handlungsfelder

Ländliche Entwicklungsprozesse zur Anpassung an den Klimawandel werden auch mit den Instrumenten der Landentwicklung unterstützt. Hierzu zählen:

- Integrierte Ländliche Entwicklungsplanung und Leader,
- Integrierte gemeindliche Entwicklungsplanung,

²³ www.sachsen-anhalt.de/index.php?id=klimawandel

- Dorferneuerung und Dorfentwicklung,
- Flurneuordnung und
- dem ländlichen Charakter angepasste Infrastrukturmaßnahmen.

4.5.3. Handlungsoptionen

Das Positionspapier der Allianz Ländlicher Raum (ALR), die „Leitlinien für die Entwicklung des ländlichen Raums in Sachsen-Anhalt“, wurde 2011 den Erfordernissen der Zukunft angepasst. Die rund 35 Mitglieder der ALR aus Verwaltung, Institutionen und Vereinen haben strategische Vorstellungen für eine nachhaltige, zukunftsfähige Entwicklung des ländlichen Raums anhand erreichter Ergebnisse, aktueller Herausforderungen und erkennbarer Probleme überprüft und weiter entwickelt sowie Umsetzungsvorschläge unterbreitet. In den Leitlinien heißt es u. a. zu den Rahmenbedingungen: „Strategische Überlegungen sind an die gesellschaftlichen Herausforderungen, wie z.B. Demografie, Klimawandel, Schutz der Biodiversität anzupassen.“

Integrierte Ländliche Entwicklungsplanung und Leader

Im Mittelpunkt der Landentwicklung stehen die

- von einer aktiven Bürgerbeteiligung getragene Stärkung der Eigenkräfte,
- die Unterstützung des Erhalts und der Schaffung von Einkommensquellen,
- die Zukunftssicherung von Städten und Gemeinden und
- die Unterstützung einer nachhaltigen Landnutzung.

Ziel einer Anpassungsstrategie muss es sein, zu formulieren, wie unter den sich verändernden demografischen und finanziellen Rahmenbedingungen eine an den Bedürfnissen der Bürgerinnen und Bürger orientierte und effizientere Infrastruktur nachhaltig gesichert werden kann.

Dazu werden die verschiedenen Instrumente, wie die Integrierten Ländlichen Entwicklungskonzepte (ILEK), Leader-Konzepte, das Regional- und Leader-Management wirkungsvoll genutzt. Die aufgebauten Managementstrukturen erarbeiten unter Einbeziehung der Akteure, Bewohner etc. vor Ort auf ihre spezielle Situation zugeschnittene, von ihrem Engagement getragene, am begründeten Bedarf orientierte, problemorientierte Konzepte für eine zukunftsfähige nachhaltige Entwicklung für die jeweiligen Gebiete in ihrem räumlichen und thematischen Zusammenhang und als Grundlage für Förderungen.

Über solche partizipativen Ansätze, wie Arbeitsgemeinschaften Ländlicher Raum, Leader, Dorfentwicklung und Dorferneuerung wird das Subsidiaritätsprinzip weiter ausgebaut und gestärkt werden.

Integrierte Gemeindliche Entwicklungskonzepte (IGEK)

2013 werden erstmals modellhaft „Integrierte Gemeindliche Entwicklungskonzepte“ (IGEK) gefördert, die herausarbeiten, wie in den neuen politischen Strukturen die aktuellen Herausforderungen wie demografischer Wandel, Klimawandel, Energiewende, Erhalt der Biodiversität, Versorgung der Bevölkerung mit Gütern und Dienstleistungen, nachhaltige Entwicklung der Flächennutzung usw. effektiv gelöst werden können.

Gemeindeübergreifende Kooperationen können dazu beitragen, ländliche Räume, aber auch Stadtteile unter den Bedingungen von Schrumpfung und Alterung zu stabilisieren. Ein generationenübergreifender Ansatz sowie die Beteiligung der Bürger und gesellschaftlicher Kräfte sind dabei zwingend notwendig.

Dorferneuerung und Dorfentwicklung

Die Dorferneuerung und Dorfentwicklung sind tragende Säulen der integrierten ländlichen Entwicklung, die auch als Begleitung des demographischen Wandels wesentlich zur Sicherung/Verbesserung der Lebensverhältnisse im ländlichen Raum beiträgt. Die Förderung von investiven Vorhaben erfolgt immer planvoll, das heißt auf der Grundlage von ILE- bzw. Leader-Konzepten oder Dorfentwicklungsplanungen. Die Förderung dient der Erhaltung und Gestaltung des dörflichen Charakters und der Verbesserung der Lebensverhältnisse der dörflichen Bevölkerung. Es gilt, die Dörfer als eigenständige Wohn-, Arbeits-, Sozial- und Kulturräume zu erhalten und zu entwickeln.

Flurneuordnung und dem ländlichen Charakter angepasste Infrastrukturmaßnahmen

Flurneuordnungsverfahren können einen Beitrag für erforderliche Flächenbereitstellungen und Anpassungen in der Schlaggestaltung leisten.

§ 41 FlurbG²⁴ ermöglicht die Einbeziehung von Schutzbelangen und Erfordernissen zur schadlosen Abführung von Oberflächenabflüssen im Planfeststellungsgesetz. Durch die Planfeststellung/Plangenehmigung wird die öffentlich-rechtliche Zulässigkeit der Maßnahmen festgestellt und das Baurecht geschaffen. Der Plan nach § 41 FlurbG hat materielle und formelle Konzentrationswirkungen.

Im Rahmen der Flurneuordnung können Maßnahmen zur Flurgestaltung wie Puffer- und Retentionsflächen, Grundwasserregime und Stausysteme, Feldhecken, offene Gräben usw. geplant und geschaffen werden, um eine vielfältige Agrarlandschaft zu erreichen, die sich auf Biodiversität und Gewässerschutz positiv auswirkt.

Die kommunale Ebene mit dem direkten Kontakt zu den Einwohnern und Flächennutzern ist sowohl beim Klimaschutz wie auch bei der Anpassung an den Klimawandel ein sehr wichtiger Partner.

Beitrag der Landentwicklung zur Energiewende

Die Handlungsfelder bzw. Zielmatrix der Energiewende umfassen den Einsatz erneuerbarer Energien als tragende Säule zukünftiger Energieversorgung. Der Energieeffizienz bekommt hier eine besondere Schlüsselstellung. Durch die Abwicklung der Atom- und fossilen Kraftwerke ist eine leistungsfähige Netzinfrastruktur mit der Integration erneuerbarer Energien unumgänglich. Energetische Gebäudesanierung und energieeffizientes Bauen werden forciert.

Alle Instrumentarien der Landentwicklung haben ihren erforderlichen Beitrag zur Energiewende zu leisten und müssen auf die neuen Herausforderungen ausgerichtet werden. Hierbei richten sich die Hauptaugenmerke auf die Beseitigung der forstwirtschaftlichen Struktur-mängel als Wegbereiter zur Steigerung der Effizienz des Privatwaldes und zum klimabedingten Waldumbau, die ländlichen Neuordnung zur Begleitung von Flächenarrondierung, Schaffung bedarfsgerechter Wegenetze, Bodenschutz und Deckung des Flächenbedarfs für energiewendebedingte Neuanlagen sowie das Flächenmanagement für den Flächenbedarf der Anlagen und für die notwendige Kompensation zur strukturellen Entwicklung der Region und zur ökologischen Stärkung der Gebiete.

²⁴ BGBl. I vom 16.3.1976, S. 546), zuletzt geändert durch Artikel 17 BGBl. I vom 19.12.2008, S. 2794

Im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe leistet die Landentwicklung ihren Beitrag für nachhaltige Landnutzung und Anpassung der Energieversorgung von regional zu lokal in Verbindung mit einer Erhöhung der lokalen Wertschöpfung (z. B. Energiedörfer).

Beitrag der Landentwicklung zum Erosionsschutz

Bodenerosionen sind natürliche Landschaftsprozesse. Sie finden bei nahezu allen genutzten Flächen bei Regen- oder Windeinwirkungen in Abhängigkeit der Landnutzung in geringem oder größerem Ausmaß statt. In Verbindung mit extremen Wetterereignissen können sie zu hohen volkswirtschaftlichen Schäden führen.

Etwa ein Drittel der landwirtschaftlich genutzten Flächen Sachsen-Anhalts sind den potentiellen Gefährdungstufen hoch und sehr hoch bei Wasser- und Winderosion zuzurechnen.

Beispielsweise haben die Extremwetterereignisse 2011 in mehreren Landkreisen örtlich zu großen Schäden an der Kulturlandschaft, in der Landwirtschaft sowie an der kommunalen und ländlichen Infrastruktur an Gebäuden, Anlagen, Straßen, Brücken und Gräben, an der Naturausstattung und an privatem Eigentum geführt. Diese Ereignisse haben die Landesregierung veranlasst, eine langfristig vorbeugende Strategie gegen künftige witterungsbedingte Ereignisse mit erheblicher Bodenerosion zu beschließen.

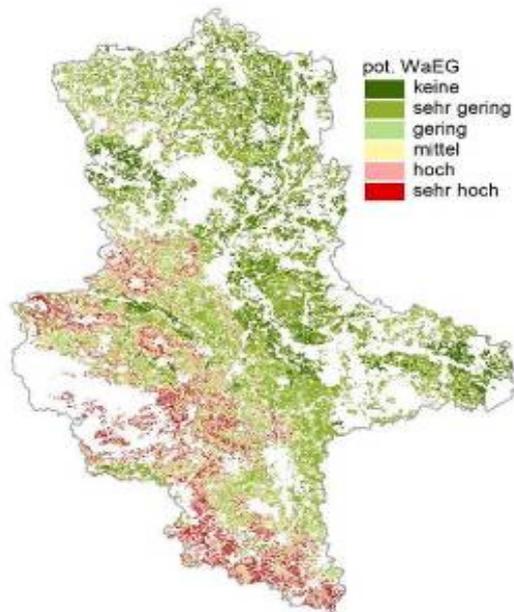
Mit dem Konzept „Erosionsschutz für den ländlichen Raum Sachsen-Anhalts“ sind sowohl kurz- als auch mittel- und langfristige Umsetzungsschritte für einen verbesserten Erosionsschutz in Sachsen-Anhalt benannt.

Als besonders betroffenes Gebiet mit Starkregenereignissen 2011 war die Region der Ortschaften Riestedt und Pölsfeld im Landkreis Mansfeld-Südharz. Dieses Gebiet wurde deshalb als Pilotvorhaben für ein gezieltes Flächenmanagement für Erosionsschutzmaßnahmen ausgewählt. Erste Zwischenergebnisse aus dem Pilotvorhaben zeigen drei Handlungsfelder für Maßnahmen auf:

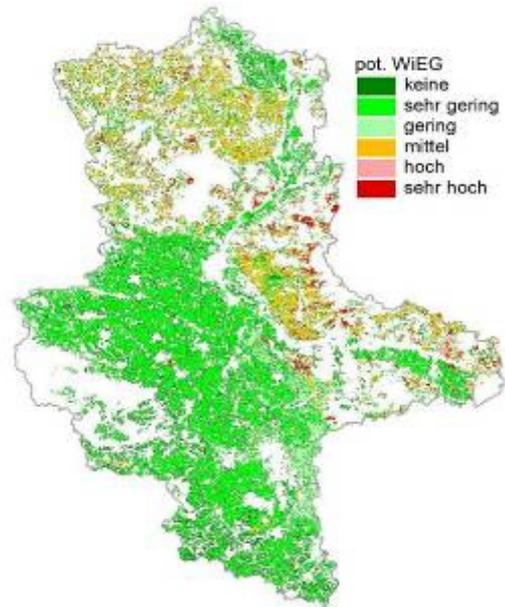
- Maßnahmen in der Fläche durch Einflussnahme auf die Landbewirtschaftung (angepasste Schlagunterteilung, Auswahl der Fruchtarten, Bodenbearbeitung, Bearbeitungsrichtung),
- Landeskulturelle Maßnahmen (z.B. Hecken, Grünstreifen, Aufforstung, Retentionsflächen) und
- Ingenieurbautechnische Maßnahmen (z.B. Öffnen bzw. Neubau von Gräben und Eintaubereichen in der Feldlage, Öffnen und Neubau von Gräben in den Ortslagen).

An diesem Pilotvorhaben werden die gesammelten Erfahrungen für kurz-, mittel und langfristige sowie komplexe Anpassungsmaßnahmen und den Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels durch die zuständigen Behörden der verschiedenen Ebenen ausgewertet, weiterentwickelt und erprobt. In der weiteren Bearbeitung werden hier Empfehlungen für Planungen und Beratung/Wissens- und Innovationstransfer abzuleiten sein. Weiterhin kommt in der strategischen Ausrichtung von Maßnahmen in der neuen Förderperiode diesem integrierten Ansatz im Flächenmanagement eine besondere Bedeutung zu.

Die interministerielle Arbeitsgruppe zur Umsetzung des Erosionsschutzkonzeptes hat sich mit der landesweiten Gebietsabgrenzung zur potenziellen Wind- und Wassererosionsgefährdung befasst. Die Betroffenheit in den einzelnen Landesteilen ist den beigefügten Kartendarstellungen zur Ausweisung der potenziellen Winderosionsgefährdung bzw. der potenziellen Wassererosionsgefährdung nach Gefährdungstufen zu entnehmen.



Potenzielle Erosionsgefährdung d. Wasser



Potenzielle Erosionsgefährdung d. Wind

Quelle: Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau des Landes Sachsen-Anhalt

4.5.4. Untersuchungen- und Forschungsbedarf

Zu den genannten Problemfeldern liegen weitgehend anwendungsbereite Forschungsergebnisse vor.

Ein besonderer Bedarf besteht nun vordergründig darin, diese Ergebnisse an die Entscheidungsträger in den Gemeinden, die Landwirte, die Unternehmer und die vielen anderen Akteure im ländlichen Raum weiterzugeben. Dafür sind auch entsprechende Strategien für den Transfer von Wissen und Innovation notwendig, die die Unterstützung aller zuständigen Stellen erfahren.

4.5.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

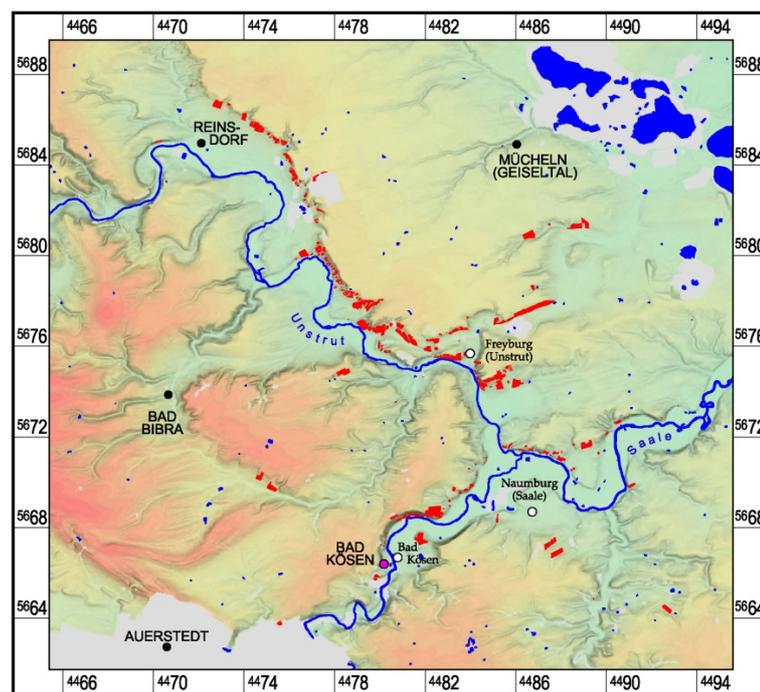
Die Indikatoren werden mit der weiteren Arbeit an der Programmplanung für den Entwurf des EPLR 2014 bis 2020 herausgearbeitet.

4.5.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Maßnahmen für ein abgestimmtes, ganzheitliches Flächenmanagement zur Problemlösung bzw. Entschärfung von Zielkonflikten bei Klimaanpassungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Begleitung durch Flurbereinigung, - Erarbeitung hydrologischer und bodenkundlicher Gutachten mit Maßnahmenplänen, 	läuft bereits
Förderung von Innovation und Wissensbasis in ländlichen Gebieten	<ul style="list-style-type: none"> - Erarbeitung von thematischen Leitfäden: <ul style="list-style-type: none"> • Landentwicklung und Klimawandel, • Landentwicklung und Energiewende, - Informationsvermittlung zu weiteren Themen der ländlichen Entwicklung, 	ab 2013
Unterstützung von Gemeinden und Landkreisen bei der Planung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Leitfaden zur Entscheidung bei der urbanen Klimaanpassung, - Workshops 	läuft bereits ab 2013
Umsetzung des Konzepts „Erosionsschutz für den ländlichen Raum“ und Weiterentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> - Risikoanalyse, - örtliche/regionale Maßnahmekonzepte- Erarbeitung von Handlungs- und Entscheidungshilfen: <ul style="list-style-type: none"> - für Gemeinden /Landkreise, - Neugestaltungsgrundsätze der Flurneuordnung zum Erosionsschutz, - Einrichtung einer allgemeinen Informationsplattform, 	läuft bereits

4.6. 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 Klimaänderungen im Rahmen der globalen Erwärmung für den Weinbau zu erwarten, die für den deutschen Weinbau nicht ausschließlich mit negativen Auswirkungen zu bewerten sind. Mit ca. 755 ha Gesamtfläche (einschl. Thüringen und Brandenburg) zählt das Weinbaugebiet Saale-Unstrut zu den kleinen Anbaugebieten Deutschlands (Stand 31.12.2011).



- Nutzungstyp Weinbau (WA nach CIR 2005)
- Kartiereinheit Gewässer (G nach CIR 2005)
- keine Höhenangabe
- Station Bad Kösen
- Niederschlagsstation im STAR-Datensatz

Weinbauflächen in Sachsen-Anhalt
Quelle: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)

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 (73,9 % der Gesamtfläche), darunter als wichtigste Sorten

- Müller-Thurgau (17,7 %),
- Weißburgunder (13,0 %),
- Grüner Silvaner (7,6 %)
- und Riesling (8,0 %).

Der Anteil von Rotweinen beträgt derzeit 26,1 %. Wichtige Rotweinsorten sind

- Dornfelder (7,1 %),
- Portugieser (6,0 %) sowie
- Blauer Spätburgunder (3,9 %).

4.6.1. Anpassungsziel

Der Erhalt und die Steigerung der Anpassungsfähigkeit des Weinbaus an die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels sind die Anpassungsziele in Sachsen-Anhalt.

4.6.2. Handlungsfelder

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

4.6.3. Handlungsoptionen

Sortenwahl, Sortenerweiterung und Standorteignung

Die Klimaänderungen erfordern eine Neubewertung der Standorte hinsichtlich der Weinbau-fähigkeit. Damit treten für den Winzer neue Herausforderungen in Bezug auf die Standortwahl auf, aber auch neue Standortperspektiven. Für die landschaftsprägenden Steil- und Terrassenlagen ist zur Vermeidung von Trockenschäden in ungünstigen Jahren über die Möglichkeit einer Bewässerung nach Prüfung der Wasserverfügbarkeit zu entscheiden. 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. Eine Häufung extremer Witterungsbedingungen (örtliche Starkniederschläge mit Hagel/Sturm im Sommer, mehr Niederschläge im Winter, heiße und trockene Perioden im Frühjahr/Sommer, mehr Feuchtigkeit zur Lesezeit) wird auch für das Anbaugebiet Saale-Unstrut wahrgenommen. Den sich daraus eventuell entwickelnden Folgen (Wassermangel, geringe Erträge, ungleiche Traubenreife, hohe Alkoholwerte durch hohe Mostgewichte, fehlende Sortenaromatik) müssen sich die Winzer stellen. 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. Die Vermeidung von Sonnenbrandschäden ist bei der Laubarbeit zu beachten. 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. Eine Möglichkeit dazu wäre, die Anzahl der Wetterstationen im Anbaugebiet zu erhöhen um kleinklimatische Unterschiede erfassen und vergleichen zu können.

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 projizierten 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.

4.6.4. 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

4.6.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

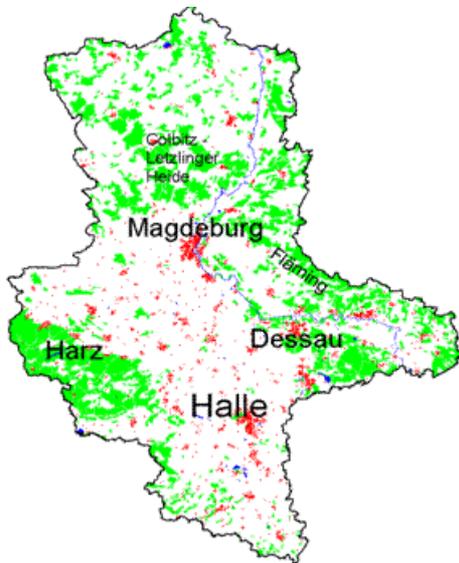
Sind derzeit in der Erarbeitung.

4.6.6. Maßnahmen zur Anpassung

Sind derzeit in der Erarbeitung.

4.7. Forstwirtschaft

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



Waldverteilung in Sachsen-Anhalt
Quelle: FLA Sachsen-Anhalt 1999

¹ Insbesondere müssen die heute begründeten Waldbestände sowohl mit den derzeitigen, als auch mit den künftigen Klimabedingungen zurecht kommen. 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 anderes mehr zu erwarten.

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

Der Klimawandel wirkt sich mit seinen gesellschaftlichen und ökonomischen Änderungen auch auf die Multifunktionalität der Wälder aus. 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 sind vor allem die Produktion von Biomasse und die Erforschung neuer Holzverwendungen (bspw. chemische Restholzverwertung, Formholz) bedeutsam. Bei allen Anpassungsmaßnahmen sind die Eigentumsarten und Ansprüche des Waldbesitzes zu beachten.

Eigentumsverhältnisse an Wald lt. Waldverzeichnis Sachsen-Anhalt, Juni 2013

Eigentumsart	Waldfläche ha *)	Waldflächenanteil %
Staatswald	197.000	39
Körperschaftswald	40.000	8
Privatwald	272.000	53
Gesamtwaldfläche	509.000	100

*) Zahlenangaben gerundet

Der theoretische und betriebswirtschaftlich sinnvolle Zeithorizont eines Waldumbaus bestimmt sich zudem nach dem Alter und der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Baumarten. Um den Zeitrahmen deutlich zu machen, hierzu ein Beispiel: Angenommen, in einen 1.000 ha großen Wald wären die Altersklassen gleichmäßig verteilt und das Zielalter aller Baumarten würde durchschnittlich 140 Jahre betragen, so würden in jeder Dekade etwa 71 ha und der gesamte Wald ohne zwischenzeitliche Störungen erst nach 140 Jahren vollständig umgebaut sein.

Der Waldaufbau und die Altersstruktur der Wälder im Land Sachsen-Anhalt gleichen jedoch einem Aufbaubetrieb, dessen Gesamtholzvorrat im bundesweiten Vergleich unterdurchschnittlich ist. Gründe sind hierfür v. a. Reparationshiebe und Großkalamitäten. Es überwiegen Bestände der II. und III. Altersklasse. Dadurch wird sich der Waldumbau wahrscheinlich noch weiter in die Zukunft ziehen.

4.7.1. Anpassungsziele

Ziele der forstlichen Anpassungsstrategie sind die Erhaltung, Mehrung und nachhaltige Bewirtschaftung standortgerechter, artenreicher, gesunder und multifunktional leistungsfähiger Wälder, welche die berechtigten Ansprüche der Gesellschaft auch zukünftig umfassend erfüllen können.

4.7.2. Handlungsfelder

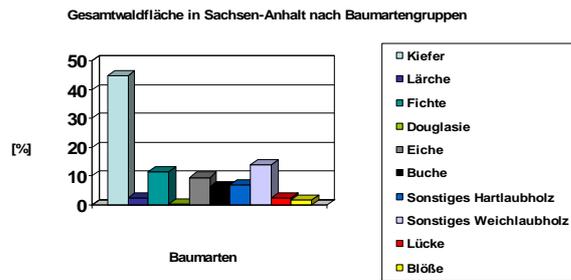
- Erhaltung und angemessene Verbesserung der forstlichen Ressourcen und ihr Beitrag zu globalen Kohlenstoffkreisläufen
- Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Forstökosystemen nicht zuletzt auch als Lebensraum für zahlreiche Arten
- Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion der Wälder (Holz und Nichtholz)
- Bewahrung, Erhaltung und Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen
- Erhaltung und Verbesserung der Schutzfunktionen bei der Waldbewirtschaftung (vor allem Boden und Wasser)
- Erhaltung sonstiger sozio-ökonomischer Funktionen und Bedingungen
- Erarbeitung von Bildungskonzepten zur Forstwirtschaft für die Bevölkerung

4.7.3. Handlungsoptionen

Wegen der Langfristigkeit der forstlichen Produktion und der damit verbundenen generationsübergreifenden Investitionen wird bei den aktuellen 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 der physiologischen Anpassungsfähigkeit von Baumpopulationen an klimabedingte Veränderungen erforderlich. Das heißt, dass weitere Erkenntnisse darüber erlangt werden müssen, inwieweit Ökosysteme und speziell hier ihre jeweiligen Baumarten die Fähigkeit haben, ihre natürlichen Lebensvorgänge aus sich ändernde Umweltbedingungen umzustellen.



Quelle: III. Regionaler Waldbericht Sachsen-Anhalt der Regionalen PEFC-Arbeitsgruppe Sachsen-Anhalt e. V., Stand: Nov. 2011

Damit kann die Anbaueignung auf der Basis von sich ändernden abiotischen (Klima, Standort) und biotischen Faktoren (zwischenartliche Konkurrenz und Schädlinge) von Baumarten abgeschätzt werden. 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. Darüber hinaus ist ggf. durch Aufforstung künftiger landwirtschaftlicher Grenzertragsböden eine Waldvermehrung angezeigt. Die Walderhaltung bzw. Waldvermehrung dient ebenso wie der Aufbau angemessen hoher Holzvorräte dem Klimaschutz durch eine möglichst hohe Bindung von Kohlenstoff in Wäldern. Dabei sind stabile Strukturen in den Wäldern sowie der Forstwirtschaft und angemessene Nutzungsmöglichkeiten, die dazu beitragen, endliche Ressourcen durch den nachwachsenden Rohstoff Holz zu substituieren und in Forstprodukten Kohlenstoff langfristig zu speichern, zu beachten. Die Maßnahmen sollten gleichzeitig auf die Stabilisierung der Kohlenstoffvorräte im Auflagehumus und im Mineralboden (angemessener Einsatz von Verfahren und Technik) 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 Nährstoffspeicherefunktion) wie auch zur Vermeidung biotischer Risiken erforderlich.

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

Anpassungsmaßnahmen beinhalten den Anbau leistungsstarker Baumarten und -herkünften mit einem angemessenen Nadelbaumanteil, die Sicherung der Flächenproduktivität und die Schaffung ausgeglichener Altersklassenverhältnisse. Dazu gehört auch die Zugänglichkeit sowie Bereitstellung von veröffentlichbaren Daten und Forschungsmaterial für alle Waldbesitzerarten als Grundlage der forstwirtschaftlichen Planungstätigkeiten.

Bewahrung, Erhaltung und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen

Waldbauliche Maßnahmen sollten ein vielfältiges Lebensraumangebot erhalten oder entwickeln (Strukturreichtum), Naturverjüngungen bevorzugen, 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, erhält Arbeitsplätze im ländlichen Raum und bietet Erholungsräume für die Bevölkerung.

Der in der LEITLINIE WALD abgesteckte waldbauliche Handlungsrahmen hat bezüglich seiner grundsätzlichen Aussagen seine Aktualität behalten. Sie wurde auch unter Berücksichtigung der Klimaänderungen weiterentwickelt und soll noch in 2013 veröffentlicht werden.

4.7.4. 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 in Göttingen durchgeführt bzw. organisiert.

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
- Herleitung baumarten- und standortspezifischer Überlebenswahrscheinlichkeiten
- 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)
- Wechselwirkungen mit anderen Landnutzungstypen

4.7.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Die bestehenden forstlichen Umweltmonitoringsysteme (Intensiv-Waldmonitoringflächen, Waldzustandserhebung, Bodenzustandserhebung) sind in ihrer Betreuung auf Dauer sichergestellt. Hierfür trägt die NW-FVA in Göttingen die Verantwortung und füllt die zentrale Rolle in der Unterhaltung des Forstlichen Umweltmonitorings sowie des waldbaulich-ertragskundlichen Versuchswesens aus.

Aktuelles Beispiel dafür ist die im Juni 2012 fertig- sowie unter www.nw-fva.de eingestellte und veröffentlichte Kohlenstoffstudie für das Land Sachsen-Anhalt. Diese legt gesicherte Daten zur derzeitigen und künftigen Kohlenstoffspeicherung vor und zeigt anhand dreier Waldbehandlungsszenarien (naturschutzorientierter [no], naturnaher [nn] und ertragsorientierter [eo] Waldbau), zu welcher Leistung der Cluster Forst und Holz bei der Bindung und Senkung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in der Lage ist bzw. welche naturschutzfachlichen und eingriffsspezifischen Parameter zu einer Erhöhung der Kohlenstoffvorräte führen. Die untersuchten Szenarien zeigen, dass relativ große Unterschiede zwischen den Szenarien bestehen, wenn man allein die Kohlenstoffspeicherung in der lebenden und toten Biomasse betrachtet (no = 100 %, nn = 84 %, eo = 67 %). Dieser Unterschied verringert sich selbst bei Vernachlässigung etwaiger Substitutionseffekte deutlich, wenn man auch die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten in die Bilanzierung einbezieht (no = 100 %, nn = 95 %, eo = 88 %). Da die Kohlenstoffspeicherung nur ein, wenn auch sehr wichtiges Ziel im Zielkatalog einer multifunktionalen Forstwirtschaft ist, spricht Vieles für den auch in der Leitlinie Wald verfolgten naturnahen Waldbau. Darüber hinaus spielt die Wahl der Baumarten und ihre standörtliche Zuordnung zusätzlich eine entscheidende Rolle.

4.7.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Ökologische Stabilisierung der Waldökosysteme mit angepassten Baumarten	• Ausweisung von potentiell besonders gefährdeten Gebieten	laufend
	• Entwicklung von Risikokarten und Empfehlungen zur Anbauwürdigkeit der Baumarten (Kiefer, Fichte, Buche, Eiche)	derzeit in Umsetzung
	• Projekt „Abschätzung biotischer Risiken für Wälder am Beispiel einer Region in Sachsen-Anhalt auf der Basis von Forstschutzmeldungen“	abgeschlossen, Abschlussbericht vorliegend
	• Überarbeitung der Waldentwicklungsziele (Verjüngungs-, Bestandes- u. Produktionsziele)	laufend
	• Erarbeitung waldbaulicher Strategien (Verjüngungs-, Pflege- u. Nutzungskonzepte) zur Erreichung der Waldentwicklungsziele u. zur Risikobegrenzung	laufend
	• Verbesserung des Waldschutzmonitorings und Weiterentwicklung der Verfahren des integrierten Waldschutzes Teilhabe auch des nicht betreuten Privatwaldes	laufend
	• Erarbeitung von Einsatzplänen für großflächige Extremereignisse	in Bearbeitung
	• Erarbeitung von Empfehlungen zur energetischen Nutzung von Restholz	in Bearbeitung
	• Erarbeitung von Empfehlungen zur kaskadierenden Nutzung von Holzprodukten	in Bearbeitung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Erhöhung der Diversität von Flora und Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung strukturreicher Wälder durch: <ul style="list-style-type: none"> ➤ angepasste Baumartenauswahl und Mischungsformen, ggf. unter Verwendung von geeigneten „nichteinheimischen“ Baumarten auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse ➤ geeignete Bewirtschaftungsformen ➤ Sicherung und Pufferung von Diversitätszentren ➤ Erhaltung der genetischen Vielfalt ➤ Umsetzung von Habitatbaum- und Totholzkonzepten ➤ Förderung der Landschaftsdiversität 	laufend
Erhaltung der Schutzfunktionen des Waldes zur Vermeidung von: <ul style="list-style-type: none"> • Bodenerosionen • Hochwasserspitzen • Nährstoffverlusten Sicherung der Waldfunktionen für den Landschaftswasserhaushalt	<ul style="list-style-type: none"> • Nachhaltiges Nährstoffmanagement • Bodenschutzkalkung • Schaffung von Retentionsräumen zum Wasserrückhalt • Erhaltung von Wasserschutzwäldern • Anpassung der Vorflutregelung in Waldgebieten 	laufend laufend laufend laufend laufend
Beobachtung der klimabedingten Änderungen des Waldzustands: <ul style="list-style-type: none"> • Trockenstressrisiko • Nachhaltigkeit der Nährstoffkreisläufe • Kohlenstoffspeicherung • Veränderungen des Lebensraumsangebotes und der Artenspektren • Ausfälle und Kalamitätsnutzungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung und Anpassung des forstlichen Umweltmonitorings <ul style="list-style-type: none"> ➤ Waldzustandserhebung (WZE) ➤ Bodenzustandserhebung (BZE) ➤ Intensiv-Waldmonitoringflächen ➤ Level-II-Programm ➤ Forstliche Boden-Dauerbeobachtungsflächen • Projekt „Optimierung der Überwachung und Erfassung von durch den Klimawandel begünstigten abiotischen und biotischen Schäden an Waldbeständen in Sachsen-Anhalt durch den Einsatz von Fernerkundungsverfahren“ • Fortführung und Anpassungen sowie eventuell mögliche zeitliche Verdichtung der Waldinventuren und des Versuchswesens <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bundeswaldinventur (BWI) ➤ Forsteinrichtung ➤ Ertrags-, Standraums- und Herkunftsversuche ➤ Naturwälder • Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt, Teil Forstwirtschaft • „Pilotstudie zu den lokalen Auswirkungen des Klimawandels auf die Forstwirtschaft in ausgewählten Regionen Sachsen-Anhalts“ • Kohlenstoffstudie Forst und Holz Sachsen-Anhalt • Verbundprojekt „Nachhaltiges Landmanagement im Norddeutschen Tiefland unter sich ändernden ökologischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen“ mit Modellregion „Fläming“ in Sachsen-Anhalt 	laufend Ende 2013 Abschluss vorgesehen laufend In Umsetzung In Umsetzung abgeschlossen, seit Juni 2012 vorliegend In Umsetzung, Abschluss 2015
Schaffung und Beobachtung eines Referenzsystems von forstwirtschaftlichen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • Naturwaldnetz aus nordwestdeutscher Sicht 	Beginn 2006 – lfd. Auswahl der Flächen 2013 abgeschlossen

4.8. 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 Wachstumssaison insbesondere in der Karpfenteichwirtschaft, gleichzeitig aber auch zu verstärktem Wassermangel bei der Füllung der Teiche sowie zu einer erhöhten sommerlichen Verdunstung führen. Für die mit an kühles Wasser angepassten Arten wirtschaftenden Salmonidenzüchter in Sachsen-Anhalt können längerfristig über dem physiologischen Optimum liegende Wassertemperaturen zu einer Verringerung der Produktionsergebnisse führen. Darüber hinaus muss zukünftig mit gesteigerten Betriebskosten durch zusätzlichen oder verlängerten Einsatz von technischen Belüftungseinrichtungen gerechnet werden.

Für die vielfach an Fließgewässern beziehungsweise in deren potenziellen Überschwemmungsgebieten liegenden traditionellen Forellen- und Karpfenteichwirtschaften besteht zukünftig ein erhöhtes Risiko wie die Zerstörung der Infrastruktur oder Abschwemmung des Fischbestandes durch die prognostizierte Zunahme von Hochwasserereignissen, insbesondere Extremhochwässern.

Für die Fluss- und Seenfischerei in den großen Flussläufen und natürlichen Flachseen besteht ein höheres Risiko von Fischsterben durch hohe Wassertemperaturen und daraus resultierendem Sauerstoffmangel. In den großen Flachseen kann es außerdem während der Niedrigwasserphasen im Hochsommer infolge erhöhter Verdunstung zu weiteren Einschränkungen der Befischbarkeit in Randbereichen und einer beschleunigten Verlandung von Uferbereichen als Aufwuchsgebiete für Jungfische kommen.

Zudem wären insbesondere Zuwanderungen und die Etablierung von wärmeliebenden Fischarten, Fischnährtieren und Krankheitserregern aus südlichen Regionen möglicherweise problematisch.

Hinsichtlich der Bestandsentwicklung beim Aal (*Anguilla anguilla*) als umsatzstärksten Fisch der Fluss- und Seenfischerei gibt es deutliche Hinweise auf eine mögliche Abhängigkeit von der Klimaentwicklung, da die Nord-Atlantische Oszillation (NAO) offenbar sowohl die Rekrutierung der Glasaale in den Flussmündungen über die Strömungsverhältnisse als auch die Blankaalabwanderung über die Niederschlagsentwicklung beeinflusst. Als Nord-Atlantische Oszillation wird die Schwankung des Druckverhältnisses zwischen Islandtief und Azorenhoch bezeichnet. Momentan zeigt sich ein Trend zu mehr Jahren mit einem positiven NAO-Index, die in Nordeuropa zwar mit erhöhter Blankaalabwanderung jedoch auch mit einem verringerten Glasaalaufkommen verbunden sind.

Im Zuge des Klimawandels ist mit sinkenden fischereilichen Erträgen in Salmonidengewässern, sowie eine Verkürzung von Salmonidenregionen und damit einhergehende Wertverluste von Fischereirechten zu rechnen.

4.8.1. Anpassungsziel

- Erhalt gesunder Fischpopulationen und der Fischwirtschaft in Sachsen-Anhalt

4.8.2. Handlungsfelder

- Analyse der Klima bedingten Einflüsse 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
- Schutz und Pflege von aquatischen Lebensräumen.

4.8.3. Handlungsoptionen

Um die genannten Handlungsfelder zu bearbeiten und umzusetzen, wird durch das Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow in enger Abstimmung mit dem Landesverwaltungsamt und dem Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft sowie bei Arten des Anhangs II, IV und V der FFH-Richtlinie mit dem Landesamt für Umweltschutz als Fachbehörde für Naturschutz ein Fischartenkataster in Form einer für andere Datenhaltungssysteme kompatiblen Datenbank-GIS-Lösung aufgebaut und fortgeschrieben. Die Überwachung des Erhaltungszustandes der vorgenannten FFH-Arten, die gleichzeitig dem Fischereirecht unterliegen, erfolgt durch die Fachbehörde für Naturschutz im Einvernehmen mit der oberen Fischereibehörde.

Weiterhin ist es notwendig, die in Folge des Klimawandels möglichen Vor- und Nachteile für die Binnenfischerei zu bewerten mit dem Ziel, die Bedingungen eingehend zu analysieren und Gefahren rechtzeitig vorzubeugen.

In den Gewässern Sachsen-Anhalts sollten sich Maßnahmen gegen die zu erwartenden negativen Folgen des Klimawandels, insbesondere auf die Erhaltung und Renaturierung von Lebensräumen konzentrieren. Hier ergeben sich Synergien mit der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, mit Natura 2000 und mit der Biodiversitätsstrategie Sachsen-Anhalts. Entscheidende Bedeutung wird hierbei einer zügigen Umsetzung von geplanten Maßnahmen zur Verbesserung der Hydromorphologie, zur Schaffung der ökologischen Durchgängigkeit sowie zur Wasserrückhaltung und Grundwasserbildung beigemessen.

Um das Aufheizen kleiner Fließgewässer während der Sommermonate zu begrenzen, sollte das natürliche Aufkommen von Ufergehölzen durch abgestimmte Gewässerunterhaltung sowie die Anlage von ausreichend breiten, nicht bewirtschafteten Uferstrandstreifen erhalten und gefördert. Wo erforderlich und möglich, sollten außerdem Neuanpflanzungen zur Gewässerbeschattung vorgenommen werden. Zur Einrichtung ökologischer Flächen wie Uferstrandstreifen sind die Vorgaben der Gemeinsamen Agrarpolitik und der Wasserrahmenrichtlinie zu nutzen bzw. die Schaffung entsprechender rechtlicher Grundlagen dafür zu prüfen.

4.8.4. Forschungsbedarf

Forschungsprojekte des Instituts für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow „Wanderfischprogramm Sachsen-Anhalt, Fischartenkataster und Bewertung der Bestandsituation des Europäischen Aals“ (Forschungsaufträge des Landes Sachsen-Anhalt; Beginn der Arbeiten: 2008, Abschluss der Arbeiten: 2015). 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.

4.8.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

- Fischartenkataster des Landesverwaltungsamtes
- WRRL-Datenbank des Landesbetriebs für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft (Bio-Lims)

4.8.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Feststellung von Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischerei und die Fischpopulationen	Studie des Instituts für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow „Wanderfischprogramm Sachsen-Anhalt, Bewertung Bestandsituation des Europäischen Aals und Fischartenkataster“	2008 - 2015

4.9. Naturschutz

Naturschutz ist eine gesamtgesellschaftliche 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 ihrer, der Evolutionsgeschichte entsprechenden, natürlichen Ausprägung bei Beachtung und Sicherung der natürlich ablaufenden dynamischen Prozesse.

Während singuläre Extremwetterereignisse, Hochwasser oder Waldbrände bisher eher begünstigende Auswirkungen auf biodynamische Prozesse hatten, ist zu befürchten, dass die Erscheinungen des nunmehr recht schnell verlaufenden Klimawandels bedrohliche Auswirkungen auf den Erhaltungs- und Überlebensgrad von Arten und Lebensräumen sowie deren Entwicklung haben kann. Nach heutigem Kenntnisstand können besonders folgende Bereiche Sachsen-Anhalts betroffen sein:

- Norddeutsches Tiefland (Altmark)
- Fläming
- Mitteldeutsches Trockengebiet (Magdeburger Börde, nördliche und östliche Harzvorländer)
- Flussauen

4.9.1. Anpassungsziel

Aufgabe des Naturschutzes ist heute und zukünftig die Erhaltung der Arten- und Biotopvielfalt der Kulturlandschaft (Biodiversität). Mit der Änderung klimatischer Bedingungen wird es ökosystemare Anpassungen geben, die je nach Geschwindigkeit mehr oder weniger erfolgreich sein werden. Unter der Vielzahl der Arten wird es dabei Gewinner und Verlierer geben. Dem Menschen ist es in diesem Zusammenhang nicht möglich, Anpassungsziele vorzugeben. Die an die menschlichen Akteure gestellte Aufgabe aber ist es, der Natur Raum zu bieten, um sich selbst in angemessener Zeit auf andere Bedingungen einzustellen und sich an diese anzupassen. Somit steht im Vordergrund die Vermeidung von Handlungen, die die ökologischen Anpassungen zusätzlich beeinträchtigen. Nutzungsansprüche müssen in diesen Kontext gestellt werden.

4.9.2. Handlungsfelder

Zum Schutz der Natur gibt es keine speziellen Handlungsfelder die darauf gerichtet sein können, den Folgen klimatischer Veränderungen zu begegnen. Mögliche Maßnahmen sind grundsätzlich indirekter Natur und, eventuelle Wechselwirkungen, die durch Anpassungsmaßnahmen innerhalb anderer Sektoren erfolgen, in ihren Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt zu beurteilen. Sofern es zu beeinträchtigenden Handlungen infolge solcher Anpassungsmaßnahmen kommt, sind zusätzliche Schutz- und Erhaltungsmaßnahmen einzuleiten. Grundlage dafür ist die konsequente Überwachung der natürlichen Lebensbedingungen. Dazu gehören:

- 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 im Rahmen verschiedener Maßnahmen zur Stabilisierung der regionalen Ökosysteme
- Entwicklung von Biosphärenreservaten zu Modellregionen für nachhaltige Entwicklung, in denen ein harmonisches Miteinander von Mensch und Natur entstehen soll.

Grundsätzlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass bestimmte Tier- und Pflanzenarten infolge klimatischer Veränderungen lokal aussterben. Das sind Erscheinungen, die es bereits gab und immer geben wird.

4.9.3. 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 bedient man sich solcher Instrumente wie z. B. Monitoringprogrammen. 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 der Altmark, dem 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 bedingten ergänzenden Einflüsse 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 instabiler naturferner

Forstbestände in stabile und weniger stör anfällige 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 müssen 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 Einflüssen 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. Das eigentliche Problem ist nicht der Klimawandel, sondern das relativ große Tempo, mit dem er sich vollzieht. Durch die Erhaltung bestehender und die Wiederherstellung ehemaliger und potenzieller Austauschmöglichkeiten zwischen Individuen benachbarter Populationen soll es gelingen, den Arten Wanderkorridore verfügbar zu machen, sie 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.

Biosphärenreservate

Biosphärenreservate sind Modellregionen für nachhaltige Entwicklung, in denen ein harmonisches Miteinander von Mensch und Natur zu entwickeln ist. Damit sind diese Gebiete be-

sonders prädestiniert, als Versuchsfelder für den Klimaschutz und Maßnahmen zur Klimaanpassung zu wirken.

Bereits in den internationalen Leitlinien für Biosphärenreservate (UNESCO-MAB-Programm), vor allem im Madrid Action Plan (2008) und der Dresdener Erklärung von 2011 wird die Bedeutung der zwei vordringlichsten globalen Herausforderungen unserer Zeit, dem Klimawandel und dem anhaltenden Verlust der biologischen Vielfalt hervorgehoben. Somit stehen die Großschutzgebiete als Experimentierfelder für die in den Punkten 4.8.4 und 4.8.5 genannten Forschungs- und Monitoringaufgaben offen.

Durch eine gezielte, zeitlich definierte Forschungs- und Kartierungstätigkeit können Arealverschiebungen von Arten und das Einwandern von Neophyten beobachtet werden.

Im Biosphärenreservat Karstlandschaft Südharz ist 2010 mit der Einrichtung eines Phänologischen Gartens begonnen worden, der zwei internationale Programme bedient, das Global Phenological Monitoring (GPM), an dem weltweit 20 Stationen beteiligt sind und das International Phenological Gardens of Europe (IPG) mit 73 Stationen in 18 europäischen Ländern, die über die Humboldt-Universität zu Berlin vernetzt sind.

Die Erfassung phänologischer Daten, wie z. B. der Beginn des Laubaustriebes, der Blühphase oder die Fruchtreife über lange Zeiträume lässt Schlussfolgerungen über den Einfluss von Klimaänderungen zu.

Besonderer Wert wird im Biosphärenreservat Karstlandschaft Südharz auf die Bildung für nachhaltige Entwicklung (Umweltbildung) gelegt. Dazu existieren Bildungskonzepte für unterschiedliche Zielgruppen.

4.9.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Untersuchung von Arealverschiebungen heimischer Arten und Bewertung des auf heimische Ökosysteme einwirkenden Gefährdungspotenzials gebietsfremder Arten
- Untersuchung der Erhaltbarkeit und des Anpassungspotentials von europäisch bedeutsamen Lebensraumtypen und Arten (Natura 2000)
- Untersuchung von Biotopveränderungen infolge der Verschiebung/Veränderung abiotischer und biotischer Faktoren
- Untersuchung klimawandelbedingter Veränderungen 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

4.9.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Grundsätze:

- Bioindikation kann die komplexe Wirkung mehrerer relevanter Umweltfaktoren auf Organismen bzw. biologische Systeme anzeigen. Klimatische Faktoren wirken immer im Zusammenhang mit anthropogenen, biotischen und abiotischen Faktoren.

- Biomonitoring ist grundsätzlich ergebnisoffen. Vergleichende Auswertungen hinsichtlich Klimaänderungen sind sinnvoll, erforderlich sind allerdings langfristige kontinuierliche Beprobungen über viele Jahrzehnte. Kurzfristige Untersuchungen erlauben nur die Beurteilung von Witterungsunterschieden.

Derzeit werden mit Mitteln der Umweltverwaltung Sachsen-Anhalts folgende auf Arten und Lebensräume bezogene landesweite Monitoringprogramme durchgeführt:

- Monitoring gemäß FFH-Monitoringkonzept; FFH-Arten und -Lebensraumtypen (FFH - Berichtspflichten),
- Monitoring der Vogelarten
- Erfassung der landesweiten Verbreitung der FFH-Tierarten (FFH - Berichtspflichten) sowie kennzeichnender Arten der FFH – Lebensraumtypen
- Monitoring der Bodendauerbeobachtungsflächen
- Regionale Monitoringprogramme mit vegetationskundlichen Erhebungen auf Dauerbeobachtungsflächen durch die Großschutzgebietsverwaltungen

Veränderungen von Ökosystemen und Artenzusammensetzungen mit Bezug auf Klimaänderungen erfordern die Betrachtung großer Räume und langer Zeitabschnitte.

Besonders geeignet sind hierfür Vergleiche landesweiter Übersichtserfassungen im Abstand von einem bis zwei Jahrzehnten, insbesondere:

- wiederholte landesweite selektive Kartierung der Lebensraumtypen und Biotope und
- wiederholte landesweite Kartierungen ausgewählter Tier- und Pflanzenartengruppen.

Sämtliche regelmäßige Art- und Lebensraumerfassungs- sowie Monitoringvorhaben des LAU erscheinen prinzipiell geeignet, sie bei entsprechender Auswertung zumindest für ein Monitoring möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf diese Arten und Lebensräume zu nutzen. Die Nutzbarkeit der Art- und Lebensraumerfassungs- sowie Monitoringvorhaben des LAU wird bislang ausschließlich für die Vogelarten geprüft. Dazu werden die ADEBAR (Atlas Deutscher Brutvogelarten)-Daten sowie die Daten aus dem Monitoring häufiger Brutvögel Sachsen-Anhalts in Beziehung zu Klimadaten gesetzt. Weiterhin erfolgt eine Prüfung der Nutzbarkeit der Daten zum Vogelmonitoring in Beziehung zum Klimawandel.

4.9.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
Erhaltung ausreichend großer Populationen heimischer Tier- und Pflanzenarten (Biodiversität)	<ul style="list-style-type: none"> • Ausweisung ausreichend großer Schutzgebiete insbesondere in Umsetzung der Vogelschutz- und FFH-Richtlinie • naturgerechte Nutzung der Gesamtfläche 	laufend
Sicherung des genetischen Austauschs von Populationen sowie Wahrung und Wiederentwicklung von Migrationsmöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> • Vernetzung von Habitaten • Erarbeitung und Umsetzung von Biotopverbundkonzepten • Anpassung von Arten- und Biotopschutzmaßnahmen, • Überwachung eingebürgerter Arten auf Dynamik und Gefährdungspotenzial • Beseitigung funktionaler Defizite von Ökosystemen 	laufend
Feststellung des Artenwandels	Monitoring ausgewählter Arten und Lebensräume	laufend
Verringerung der Störfälligkeit von Lebensräumen	Minimierung von Eingriffen in bestehende Ökosysteme durch:	laufend

men	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung der Zerschneidung von Lebensräumen • Vermeidung des Ausbringens invasiver nichtheimischer Arten in Schutzgebieten und in der freien Landschaft • Sicherstellung, dass keine irreversiblen Veränderungen infolge des Ausbringens von gentechnisch veränderten Organismen entstehen • Vermeidung des Verbaus von Gewässern 	
Entwicklung instabiler naturferner Forsten zu natürlichen bzw. naturnahen, standortgerechten Waldgesellschaften	Verringerung der Anfälligkeit gegenüber Forstschädlingen und Erhöhung der Stresstoleranz	laufend

4.10. Regionale Wirtschaft

4.10.1. Anpassungsziel

Die Anpassung der regionalen Wirtschaft an den Klimawandel ist ein langfristiger Prozess, der in laufenden operationellen sowie in strategisch ausgerichteten Planungsprozessen der Wirtschaft gestaltet wird. Hierbei kommt u. a. Themen wie Anlagensicherheit und Risikomanagement inkl. Angebotsanpassungen, Marketingstrategien und Energieeffizienz; in der regionalen Wirtschaft allgemein sowie im Tourismus, sowie Gewährleistung der Netzsicherheit (Energiewirtschaft) besondere Bedeutung zu. Ziel des Prozesses ist die Stärkung der Anpassungsfähigkeit der regionalen Wirtschaft an den Klimawandel insgesamt, womit auch die Sicherung einer langfristig nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung einher geht.

4.10.2. Handlungsfelder

4.10.2.1. Anlagensicherheit

Die Betroffenheit eines Unternehmens vom Klimawandel ist je nach Wirtschaftszweig unterschiedlich. Zu den möglichen Risiken von zunehmenden Extremwetterereignissen durch den Klimawandel gehören u. a. Schäden an baulichen Strukturen (z.B. durch Hitze, Übersässungen, Überflutungen, Sturm und Hagel) sowie eventuell verbundene Kosten für Reparaturen und Produktionsausfälle. Der Wandel der Niederschlagsverteilungen im Jahresverlauf, wie auch der Starkniederschläge und stärker schwankende Grundwasserspiegel haben eine Zunahme der Schäden an altbergbaulichen Anlagen zur Folge.

Ziel:

Vor dem Hintergrund verstärkt auftretender Extremwetterereignisse ist zum Schutz von Mensch und Umwelt eine Anpassung der Alarm- und Gefahrenabwehrpläne bei Industrieanlagen, sowie bei Energieversorgungs- und Bergbauanlagen (Störfallverordnung), notwendig. Hierdurch wird den Notwendigkeiten der Vorkehrungen für Folgen plötzlich auftretender extremwetterbedingter Störfälle bei technischen Anlagen mit Austritt gefährlicher Stoffe entsprochen. Entsprechende Anpassungen erfolgen in einem ständigen Prozess. Im Zusammenhang mit dem durch verstärkte Niederschläge bedingten höheren Risiko von Tagesbrüchen aus dem Altbergbau sind die Sanierung untertägiger Altanlagen ohne Rechtsnachfolger und die Funktionsfähigkeit von Stollen als Wasserableiter (Altbergbau) sicher zu stellen. Die dauerhafte Standsicherheit von Böschungen an ehemaligen Tagebaurestlöchern muss auch bei stärkeren Schwankungen des Grundwasserspiegels und der Zuflüsse von Oberflächenwasser gewährleistet werden.

4.10.2.2. Risikomanagement

Zu weiteren möglichen Risiken von zunehmenden Extremwetterereignissen durch den Klimawandel gehören Störungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, inklusive der Verkehrsinfrastruktur und somit Transport und Lieferketten, bei der Lagerung und bei der Energieversorgung.

Wirtschaftlicher Schaden und erhöhte Kosten können durch möglicherweise zusätzlich erforderliche Lagerung oder Lieferverzögerungen entstehen, durch erhöhten Kühlbedarf und durch Einbußen in der Energieversorgungssicherheit.

Ziel:

Zum Zwecke der Risikobegrenzung und zum Schutz der Unternehmens- und Betriebsabläufe sowie zum Schutz von Mensch und Umwelt ist ein geeignetes, in entsprechenden Planungsprozessen der Wirtschaft implementiertes Risikomanagement unabdingbar. In die Ri-

sikoeffassung und -bewertung sollte die gesamte Wertschöpfungskette eingebunden sein, von Produktion über Transport und Lagerung bis hin zu Angebotsanpassungen, Marketingstrategien und Energiemanagement/ Energieeffizienz.

Maßnahmen zur Risikoreduzierung bzw. -minimierung können sowohl in einer Reduktion der Verletzlichkeit oder in einer Erhöhung der Anpassungskapazität bestehen, bzw. auch sowohl die Verletzlichkeit reduzieren als auch die Anpassungskapazität erhöhen.

Beispiele: Bauliche Veränderungen an Produktionsanlagen können vor Extremwettereinflüssen schützen und reduzieren die Verletzlichkeit der Anlagen. Die Anpassungskapazität kann erhöht werden, in dem unter Berücksichtigung klima- und wetterrelevanter Faktoren das Risikomanagement in der Lieferkette optimiert wird- gleichzeitig stellt dies eine Risikoreduzierung dar.

4.10.3. Handlungsoptionen

Um auf direkte Auswirkungen von Extremwetter oder auch Reaktionen der Kunden oder Konkurrenten im Zusammenhang mit Auswirkungen des Klimawandels vorbereitet zu sein, ist es empfehlenswert, sich mit der Vulnerabilität seines Unternehmens im Zusammenhang mit Extremwetterereignissen auseinanderzusetzen und gegebenenfalls auch in Interessensgruppen (z.B. Unternehmen mit gleichen Geschäftsfeldern) auszutauschen. Dies kann durch eine Vielzahl von Maßnahmen geschehen, z.B. durch das Arbeiten mit Klimaszenarien, ökonomischen Bewertungen und Priorisierungen von Klimaanpassungsmaßnahmen, unternehmensinterne Informationen an Mitarbeiter/ Schulungen, Investitionen in entsprechende Forschung und Entwicklung, Prozessoptimierung, Energiemanagement zur Erhöhung der Energieeffizienz und vieles mehr.

Auch ergeben sich neben Risiken der Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirtschaft Chancen für Unternehmen, die auf den großen "grünen" Leitmärkten aktiv sind: Energie-, Rohstoff- und Materialeffizienz, Wasserwirtschaft, Mobilität oder Recycling. Es werden in erster Linie Firmen profitieren, die Produktivitätssteigerung verkaufen – in Form von Automatisierung, altersgerechten Produktionsstrukturen, neuen Einsatzstoffen. Weiterhin Unternehmen, die kollektive Infrastrukturen für das Leben in wachsenden Städten und sich ausdünnenden ländlichen Räumen bereitstellen. Oder Unternehmen, die innovative und attraktive Gesundheits- und Pflegeleistungen oder passende Konsumgüter für die wachsende Gruppe der "Best Ager" anbieten.

Ziel ist in diesem Zusammenhang eine Steigerung der Anpassungsfähigkeit des Unternehmens an die Auswirkungen des Klimawandels im Sinne einer langfristig nachhaltig ausgestalteten Unternehmensstrategie unter Beachtung energie- und klimarelevanter Aspekte.

4.10.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Vulnerabilitätsanalysen, ökonomische Bewertungen und Priorisierungen von Klimaanpassungsmaßnahmen

4.10.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Anlagensicherheit:

- o Alarm- und Gefahrenabwehrpläne

- Im Zusammenhang mit Risiken aus dem Klimawandel für altbergbauliche Anlagen (ohne Rechtsnachfolger) können Monitoringsysteme nur in wenigen Sonderfällen genutzt werden.

Risikomanagement:

- Möglich: Vulnerabilitätsanalysen, ökonomischen Bewertungen und Priorisierungen von Klimaanpassungsmaßnahmen, Risikoanalysen (z.B. nach folgendem Vorgehen: Beschreibung des Bezugsgebietes – Auswahl der Gefahr und Beschreibung des Szenarios – Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit – Bestimmung des Schadensausmaßes – Ermittlung und Visualisierung des Risikos)

4.10.6. Maßnahmen zur Anpassung

	Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Berücksichtigung von Klimaanpassung in laufenden Planungsprozessen der Wirtschaft	Anlagensicherheit	Anpassung der Alarm- und Gefahrenabwehrpläne in Bezug auf Extremwetterereignisse bei Industrieanlagen (Störfallverordnung), sowie bei Energieversorgungs- und Bergbauanlagen Altbergbauliche Anlagen: Maßnahmen zur Beseitigung von Gefahren aus Altbergbauobjekten und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Wasserlösestellen	Ständig, fortlaufend
	Risikomanagement	Maßnahmen zur Reduktion der Verletzlichkeit gegenüber dem Klimawandel sowie Maßnahmen zur Steigerung der Anpassungskapazität	Ständig, fortlaufend

Unterstützt werden können obige Prozesse durch Informationsbereitstellung und Sensibilisierung durch die öffentliche Hand, Kammern und Verbände. Des Weiteren haben öffentliche Gebietskörperschaften eine erhöhte Verantwortung zur Anpassungen der Infrastruktur an Extremwetterereignisse. Mit Bezug auf den Altbergbau/Schutz kommunaler Infrastruktur werden vorzunehmende Anpassungsmaßnahmen über eine entsprechende Richtlinie des Landes gesteuert.

4.11. Tourismus

4.11.1. Anpassungsziel

Im Hinblick auf den Klimawandel sind auch touristische Themen und Schwerpunkte des Landes Sachsen-Anhalt zu überprüfen.

Ziel ist auch die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit des touristischen Angebotes.

4.11.2. Handlungsfelder

Als Handlungsfelder für eine Überprüfung der Klimatauglichkeit des Angebots wurden identifiziert:

- die Landestourismuskonzeption
- das touristische Angebot Tourismus im Harz (vor allem das Winterangebot)
- das wassertouristische Angebot in Sachsen-Anhalt.

4.11.3. Handlungsoptionen

Die Landestourismuskonzeption wird im Rahmen der Fortschreibung des Masterplan Tourismus mit einem mittelfristigen Zeithorizont bis 2020 überarbeitet. Im Rahmen der Begutachtung werden dabei auch Fragen zur Belastbarkeit der touristischen Themen und Schwerpunkte des Landes im Hinblick auf die Herausforderungen des Klimawandels analysiert.

Für den Tourismus im Harz sollten in den nächsten Jahren vermehrt ganzjahrestaugliche touristische Angebote (thematisch und infrastrukturell) in der Reiseregion geschaffen werden. Im Rahmen des Masterplans Harz 2015 wurde dieser Aspekt bereits herausgearbeitet, um die Abhängigkeit des Harzes von der Saisonalität zu mindern und um den Gästen im Winter auch alternative Angebote zu bieten, wenn die Schneemengen für ein Wintersportangebot nicht ausreichen.

Zu dieser Problematik ist der Harzer Tourismusverband, partiell mit Unterstützung der Länder auch bereits aktiv. Mit dem Angebotsprofil Harzer Kulturwinter oder auch durch den Ausbau von Indoorangeboten für Schlechtwetterphasen (Beispiel Bodetaltherme und Bauspielhaus Thale) wurden schon Angebote entwickelt, mit denen auf schneearme Winter reagiert werden kann.

Auch bei der Gestaltung der Infrastruktur in Schierke wird durch die Breite der Themen „Erholen, Wandern und Wintersport“ eine Veränderung in den klimatischen Bedingungen berücksichtigt.

Zwischen der Nationalparkverwaltung und dem Harzer Tourismusverband gibt es vor dem Hintergrund möglicher klimatisch bedingter Einschränkungen im Gästezutritt zum Nationalpark eine enge Zusammenarbeit.

Im Hinblick auf den Wassertourismus in Sachsen-Anhalt wurde das touristische Angebot an den Flüssen auch zur Hochwasserthematik untersucht.

4.11.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Im Rahmen des Masterplan Tourismus wird die Analyse von Querschnittsthemen (Demografie, Klimawandel) als Teil des Gutachtens vorangetrieben. Neben der tourismusfachlichen

Überprüfung der touristischen Schwerpunkte in Sachsen-Anhalt im Hinblick auf trendmäßige Veränderungen im Kundenverhalten und der Einschätzung der konkurrierenden Anbieter, werden im neuen Masterplan explizit die touristischen Schwerpunkte im Hinblick auf deren Belastbarkeit vor den Veränderungen des demografischen Wandels und des Klimawandels überprüft. Darauf aufbauend sollen Handlungsempfehlungen für das Land und die touristischen Akteure und ggf. zu einzelnen wichtigen Themen auch Masterprojekte zur Profilierung von touristischen Schwerpunkten erarbeitet und mit den touristischen Akteuren diskutiert werden.

Zum Thema Wassertourismus wurde ein Gutachten zur touristischen Infrastruktur an den Flüssen und zur Hochwasservorsorge erstellt. Das Gutachten liegt vor und wurde mit dem Verein Blaues Band und den beteiligten Kommunen ausgewertet. Die Thematik Hochwasservorsorge wurde auf einer Konferenz des MLV im Rahmen des Projektes LABEL im August 2011 in Magdeburg vorgestellt. Weitere Untersuchungen sind derzeit nicht vorgesehen.

4.11.5. Maßnahmen zur Anpassung

Vorgesehene/ bereits laufende Anpassungsmaßnahmen sind:

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Masterplan Tourismus 2020	Fortschreibung des Masterplan Tourismus mit einem mittelfristigen Zeithorizont bis 2020	Beginn: Juni 2012; Ende: Ende 2013
Tourismus Harz	<ul style="list-style-type: none"> - Berücksichtigung des Klimawandels in touristischen Leitbildern und bei der Produktentwicklung im Sommer- und Wintertourismus. Das Land kann die Anpassungsmaßnahmen durch geeignete Kommunikationsmaßnahmen unterstützen. - Analyse der Konflikte, die sich aus möglichen sektoralen Anpassungsstrategien ergeben. 	Lfd.
Tourismus Harz	Das Land unterstützt den Harzer Tourismusverband im Rahmen der Projektförderung bei der Neugestaltung der Dachmarke Harz und bei der Themen- und Produktentwicklung. Die Maßnahmen sind auf eine Verbreiterung der Themen, auf die Gewinnung neuer Zielgruppen und auf die Saisonverlängerung ausgerichtet. Hierbei spielt auch die Schaffung von Alternativen zum Wintersport/-urlaub eine Rolle. Auch die verstärkte Aktivität des Landes im Geschäftsfeld Aktiv- und Naturtourismus (Naturfreude - Durchatmen in Sachsen-Anhalt) mit dem Schwerpunkt Wandern im Harz stärkt den klimafreundlichen Tourismus. Die Projekte münden regelmäßig in Presse- und Marketingmaßnahmen.	Lfd.
Tourismus Harz	Es existieren bereits beispielhafte Geschäftsmodelle/ Tourismuskonzepte, die repliziert werden könnten, z.B. im Rahmen von Klimakompensation (Naturressorts, klimaneutrale Hotels); Klimaschutz ist hier auch eine Adaption an den Klimawandel (Emissionen einsparen, Umweltverträglichkeit). Das Land kann hier die Kommunikation zwischen den Akteuren begleiten und ggf. auf Fördermöglichkeiten hinweisen.	Lfd.

4.12. Energiewirtschaft

4.12.1. Anpassungsziel

Auf lange Sicht ist auch die Energieversorgung in Deutschland verwundbar und mit Störungen betrieblicher Abläufe durch zunehmende Extremwetterereignisse wie Hitze, Übersäunungen, Überflutungen, Sturm und Hagel konfrontiert. Ziel ist es hier, durch notwendige Anpassungen im strukturellen Umbau über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg die Energieversorgung klimasicher und resilienter zu gestalten.

4.12.2. Handlungsfelder

Die Energiewirtschaft in Deutschland befindet sich im Umbruch; die europäische und deutsche Energie- und Klimapolitik gestaltet einen Umbau der Energieversorgung hin zu einem sicheren, bezahlbaren und ökologisch nachhaltigen System, das maßgeblich von erneuerbaren Energien und Klimaschutzzielen bestimmt wird. Dabei spielt auch die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels eine Rolle und äußert sich auf vielfältige Art und Weise:

Zu den Herausforderungen des Klimawandels für die Energieversorger konventioneller Kraftwerke zählen zunehmende Hitzewellen mit längeren Trockenperioden, insbesondere für thermische Kraftwerke, die sowohl zu Effizienzverlusten durch hohe Außentemperaturen führen als auch eine potenzielle Kühlwasserknappheit verursachen können. Durch die Verknappung des Kühlwasserangebots auf Grund der sinkenden Niederschläge im Sommer werden Kraftwerke ihre Leistung drosseln müssen, wenn zum Abtransport der Abwärme nicht ausreichend Wasser in den Flüssen zur Verfügung steht. Hier muss nach alternativen Kühlmöglichkeiten gesucht werden. Auch die Erwärmung der Flüsse ist in diesem Zusammenhang potenziell ein Problem.

Neben den potenziellen Gefahren der Auswirkungen des Klimawandels im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Wasser ist z.B. die Gewinnung von Bioenergie direkt von dem Klimawandel betroffen. Extremwetterereignisse wirken sich auf nachwachsende Rohstoffe aus, die wiederum direkten Einfluss auf die Verfügbarkeit von Bioenergie nehmen.

Auch können durch extremwetterbedingte Überspannung (Unwetter/ Blitzeinschlag) an Steuerungseinheiten Schäden an Gebäuden und Anlagen entstehen.

Des Weiteren ist zu erwarten, dass der Heizenergiebedarf in Deutschland zurückgehen und der Kühlenergiebedarf zunehmen wird.

Gleichzeitig kann es zu einer zusätzlichen Belastung der Stromnetze durch den fortschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien und in diesem Zusammenhang zu einer Gefährdung der Versorgungssicherheit kommen.

Anpassungsbedarf besteht hier in der klima- und umweltfreundlichen Bereitstellung von Energien aus einer im Rahmen der Energiewende veränderten Energieerzeugung. Für die Energiewirtschaft insgesamt bedeutet dies notwendige Anpassungen im strukturellen Umbau über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg mit dem Ziel, die Energieversorgung klimasicher und resilienter zu gestalten.

Ziel:

Klimasichere und resilientere Gestaltung der Energieversorgung im Rahmen der Energiewende mit dem Ziel eines sicheren, bezahlbaren und ökologisch nachhaltigen Systems

4.12.3. Handlungsoptionen

Um auf die Auswirkungen von Extremwetter im Zusammenhang mit dem Klimawandel vorbereitet zu sein, müssen Energieversorgungsunternehmen sich mit ihrer Vulnerabilität gegenüber Extremwetterereignissen auseinandersetzen und entsprechende Vorkehrungen treffen.

Gesamtenergiewirtschaftlich betrachtet besteht Anpassungspotenzial in der umwelt- und klimafreundlichen Bereitstellung von Heiz- und Kühlenergie mit Hilfe alternativer Technologien. Die erneuerbare-Energien-Branche gehört vor diesem Hintergrund bereits zu den Gewinnern der Energiewende.

Für die Bioenergie gilt es, die Rohstoffbasis nachhaltig zu gestalten.

Für Politik und Verwaltung spielt die Mitwirkung bei Gesetzgebungsverfahren auf Bundesebene im Sinne des Landesenergiekonzeptes eine große Rolle. Dazu gehören die Mitwirkung in der Gestaltung und Umsetzung des von der Bundesregierung im Rahmen der Energiewende beschlossenen Gesetzespaketes, und hier insbesondere auch die Mitwirkung in entsprechenden Arbeitskreisen, wie z.B. in der Normenbildung zur Netzsicherheit bei veränderten Belastungen der Freileitungen, angepassten Errichtungsbedingungen, sowie veränderten Armaturennormen.

4.12.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Vulnerabilitäts-/ Risikoanalysen (Energieversorger, Verwaltung)
- Politik/ Verwaltung: Fortlaufendes Monitoring & Anpassung der Normen/ des Rechtsrahmens

4.12.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

- Risikoanalysen
- Normen in der Netzsicherheit

4.12.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen	Untersuchung der extremwetterbedingten Vulnerabilitäten und Umsetzung von Vorkehrungsmaßnahmen	fortlaufend
Energieagentur	Im Rahmen der Energieagentur der Landesregierung Sachsen-Anhalt werden, neben dem Hauptschwerpunkt Koordinierung der Energieberatung bzw. deren Bündelung in einem Netzwerk die Themen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel bearbeitet	seit 2013
Mitwirkung bei Gesetzgebungsverfahren auf Bundesebene im Sinne des Landesenergiekonzeptes	Mitwirkung in Gesetzgebungsverfahren sowie in Arbeitskreisen des Bundes, wie z.B. in der Normenbildung zur Netzsicherheit bei veränderten Belastungen der Freileitungen, angepassten Errichtungsbedingungen, sowie veränderten Armaturennormen	fortlaufend

Energiekonzept 2030 der Landesregierung von Sachsen-Anhalt	Fortschreibung des weiterhin gültigen Landesenergiekonzeptes von 2007 mit Ergänzung und Aktualisierung der Bereiche, in denen wesentliche Änderungen erfolgten	2013
Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen an Unternehmen zur Förderung von Maßnahmen des Klimaschutzes und der erneuerbaren Energien	Ziel ist die Förderung von Maßnahmen des Klimaschutzes, der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien zur Schonung der natürlichen Ressourcen und der Emissionsminderung von Klimaschadgasen	Ab 2012

4.13. Landes- und Regionalplanung

4.13.1. Anpassungsziel

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.

Eine vorausschauende Bewältigung des Klimawandels erfordert daher Anpassungsstrategien aller Fachplanungen. Diese beinhalten eine konsequente planerische Unterstützung durch eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung, die weitere Förderung der Gewinnung regenerativer Energien, angepasste Freiraumnutzungskonzepte sowie die Sicherung eines übergreifenden Freiraumschutzes. Hierzu wurden im Landesentwicklungsplan 2010²⁵ Grundsätze und Ziele der Raumordnung zur Anpassung an den Klimawandel festgelegt. Neben einem gesonderten Kapitel „Klimaschutz, Klimawandel“ durchziehen Festlegungen zum Klimawandel alle Fachkapitel des Plans. Die Verordnung über den Landesentwicklungsplan 2010 ist seit 12. März 2011 in Kraft.

4.13.2. Handlungsfelder

Die Regionalplanung 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 im Hinblick auf wirksame Vermeidungs- und Minderungsstrategien.

Durch die Regionalplanung sind die Festlegungen aus dem Landesentwicklungsplan zu übernehmen und zu konkretisieren. Dabei ist zu prüfen, ob Ergänzungen zum Klimawandel auf regionaler Sicht erforderlich sind. Die Regionalplanung hat im Rahmen ihrer Koordinierungsaufgabe regionale Energiekonzepte zu erarbeiten, um den Anteil der erneuerbaren Energien in ihrer Region zu erhöhen. Hierbei ist auch die bestehende Last- und Infrastruktur zu beachten. Zu den zu beteiligenden regionalen Akteuren gehören ebenfalls die regionalen Energieversorgungsunternehmen.

Zur langfristigen Sicherung der Daseinsvorsorge werden im Landesentwicklungsplan die Zentralen Orte der obersten Stufen festgelegt. Die Festlegung der Zentralen Orte der Grundversorgung obliegt der Regionalplanung. Die Festlegung von Zentralen Orten dient der Konzentration von Versorgungseinrichtungen, der Verkehrsverminderung und verhindert die weitere Zersiedlung der Landschaft. Sie dient dabei nicht nur der Herstellung gleichwertiger Lebensbedingungen in allen Landesteilen im Sinne einer sozial gerechten Entwicklung im Land Sachsen-Anhalt, sondern ist auch ökonomisch und ökologisch sinnvoll:

- ökonomisch sinnvoll, weil sie eine wirtschaftliche Nutzung der Infrastruktur gewährleistet;
- ökologisch sinnvoll, weil sie dazu beiträgt, Ressourcen zu sparen und die Umwelt zu schonen.

²⁵ <http://www.landesrecht.sachsen-anhalt.de/jportal/?quelle=jlink&query=LEP+ST+Eingangsformel&psml=bssahprod.psml&max=true>

4.13.3. 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.

4.13.4. 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.

4.13.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Das Monitoring von Auswirkungen der Raumordnungspläne auf die Umwelt wird in den zu erstellenden Strategischen Umweltprüfungen (SUP) festgelegt und erfolgt in der Zuständigkeit des jeweiligen Planungsträgers, insbesondere der Regionalen Planungsgemeinschaften bei den Regionalen Entwicklungsplänen.

4.13.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
Festlegung von Zielen der Raumordnung zur Konzentration auf Zentrale Orte.	Z 24 Die Entwicklung u. die Sicherung von Zentralen Orten im Land Sachsen-Anhalt dienen der Gewährleistung der öffentlichen Daseinsvorsorge. Sie sind als Mittelpunkte des gesellschaftlichen Lebens im Sinne einer nachhaltigen Raumentwicklung zu stärken. Z 25 Die Zentralen Orte sind so zu entwickeln, dass sie ihre überörtlichen Versorgungsaufgaben für ihren Verflechtungsbereich erfül-	2011/ langfristig

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
	<p>len können. Zentrale Einrichtungen der Versorgungsinfrastruktur sind entsprechend der jeweiligen zentralörtlichen Funktionen zu sichern.</p> <p>Z 26 In den übrigen Orten ist die städtebauliche Entwicklung auf die Eigenentwicklung auszurichten. Dabei sind die Versorgungseinrichtungen dieser Orte unter Beachtung der Bevölkerungsentwicklung und ihrer Lage im Raum den örtlichen Bedürfnisse anzupassen.</p> <p>G 14 Die Erreichbarkeit der Zentralen Orte für die Bevölkerung ihrer jeweiligen Verflechtungsbereiche ist von besonderer Bedeutung. Darüber hinaus ist anzustreben, dass die Zentralen Orte untereinander, mit den Verdichtungsräumen und den überregionalen Verkehrswegen gut verbunden sind.</p> <p>Z 27 Durch die Festlegung von Zentralen Orten ist zu gewährleisten, dass in allen Teilen des Landes ein räumlich ausgeglichenes und gestuftes Netz an Ober-, Mittel- und Grundzentren entsteht bzw. erhalten bleibt, welches durch leistungsfähige Verkehrs- und Kommunikationsstrukturen mit- und untereinander verflochten ist. Dieses raumstrukturelle Netz soll der Bevölkerung, der Wirtschaft und den öffentlichen und privaten Trägern der Daseinsvorsorge verlässliche Rahmenbedingungen für ihre Standort- und Investitionsentscheidungen bieten</p>	
Festlegung von Grundsätzen der Raumordnung zum Klimawandel im Landesentwicklungsplan 2010	<p>G 99 Durch die Konzentration von Versorgungseinrichtungen auf die Zentralen Orte soll einer Zersiedlung der Landschaft entgegengewirkt und Verkehr vermieden werden.</p> <p>G 100 Auf eine energiesparende, integrierte Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung ist hinzuwirken.</p> <p>G 101 Für die Gewinnung regenerativer Energien sollen Flächen gesichert und freigehalten werden. Ziel ist es dabei, den Außenbereich in seiner Funktion vor allem für die Landwirtschaft, zum Schutz der Tier- und Pflanzenwelt und die Erholung zu erhalten und das Landschaftsbild zu schonen.</p> <p>G 102 Zum Schutz vor zunehmenden Hochwasserrisiken sind neben technischen Hochwasserschutzmaßnahmen auch Maßnahmen zur Hochwasservorsorge, wie z.B. die Freihaltung gefährdeter Bereiche von Neubebauung und Maßnahmen zur Stärkung des natürlichen Hochwasserrückhaltes in der Fläche erforderlich.</p> <p>Eine vorausschauende Bewältigung des Klimawandels erfordert Anpassungsstrategien aller Fachplanungen. Diese beinhalten eine konsequente planerische Unterstützung einer integrierten Siedlungs- und Verkehrsentwicklung, die weitere Förderung der Gewinnung regenerativer Energien, angepasste Freiraumnutzungskonzepte sowie die Sicherung eines übergreifenden Freiraumschutzes.</p>	2011/ langfristig

4.14. Bauwesen, Gebäudetechnik

4.14.1. Anpassungsziel

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.

4.14.2. Handlungsfelder

Anpassung von

- Bauleitplanung / Stadtumbau
- Bauwerken/Gebäudetechnik
- Gesetzen/Vorlagen

4.14.3. 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.

Es 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

Bei Wohngebäuden ist durch Extremwetterlagen mit einer erhöhten Materialbeanspruchung zu rechnen. Neben besonderen Gebäudeisolierungen (Dämmungen) sind insbesondere die Dächer sicherer gegen häufigere starke Stürme, Hagelschlag und starke Temperaturschwankungen zu schützen.

Für 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 zu schenken.

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.

4.14.4. 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 einbeziehen

4.14.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

4.14.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
Gebäudetechnik Festlegung der Bauvorschriften, der Technischen Baubestimmungen und Produktnormen	Anpassung an den jeweiligen technischen Stand unter Berücksichtigung des Klimawandels	2006/ jährlich
Städtebau Stadtumbau	Klimagerechter Umbau von Siedlungen im Rahmen eines Projektes der internationalen Bauausstellung (IBA – Projekt) Urbane Kerne – landschaftliche Zonen, Stadt Dessau – Roßlau. Die Stadt gestaltet eine mit Grünzonen durchzogene Innenbebauung. Entsprechend des Überbestandes an Wohnungen wegen der rückläufigen Bevölkerung und vieler Industriebrachen im Innenbereich wird Baubestand gezielt rückgebaut und durch Grün- und Erholungszonen ersetzt. Aufwertung und Neugestaltung des Stadtparks. Sanierung und anschließende Nutzung des „Alten Theaters“ und des ehemaligen AOK-Gebäudes. Verknüpfung von Bauhaus, Fachhochschule und Umweltbundesamt einschließlich der Aufwertung deren Umfeldes und weiterer städtebaulicher Maßnahmen. Durch Abriss von Wohnungen und Gebäuden auf Industriebrachen konnten die Voraussetzungen für einen ersten Grünzug vom Bahnhof bis in die Südstadt geschaffen werden. Stadtumbau ist langfristig angelegt.	2003/ 20 bis 30 Jahre

4.15. Verkehr

4.15.1. Anpassungsziel

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.

4.15.2. Handlungsfelder

- Mobilität
- Binnenschifffahrt
- Verkehrsmanagement

4.15.3. 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 derzeit keine genaueren und belastbaren Angaben über die zukünftige meteorologische und hydrologische Situation auf regionaler Basis ermitteln. Insbesondere können z. B. keine Aussagen über die Auswirkungen auf die Binnenschifffahrt getroffen werden. Für das Flusseinzugsgebiet der Wasserstraße Elbe liegen noch keine Angaben über die zukünftige meteorologische und hydrologische Situation vor.

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat hierzu das Forschungsprojekt KLIWAS (Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt) initiiert.

Für das Forschungsprogramm KLIWAS hat das BMVBS seine Ressortforschungseinrichtungen, den Deutschen Wetterdienst (DWD), die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) zu einem Verbund zusammengeschlossen. Durch die Beteiligung dieser Fachbehörden deckt das Forschungsprogramm ein breites Fachspektrum ab. Es reicht von der Meteorologie, Ozeanographie und Hydrologie über Hydrographie, Hydraulik, Morphologie und Gewässergüte bis hin zu Ökologie und Wasserbau auf See, an den Küsten und im Binnenbereich. Die Ressortforschungs-Behörden sind in der Wissenschaft national und international

vernetzt und haben jahrzehntelange Erfahrung auf ihrem jeweiligen Fachgebiet. Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) ist einbezogen. Das Zusammenführen der Ergebnisse verschiedener Fachrichtungen soll belastbare Aussagen zu den Auswirkungen des Klimawandels ermöglichen.

Am 18./19. März 2009 veranstaltete das BMVBS in Bonn eine erste Statuskonferenz zum KLIWAS-Forschungsprogramm. Neue Ergebnisse zu den Flüssen Rhein, Elbe, Donau und für die Küstengewässer wurden auf einer zweiten Statuskonferenz am 25. und 26. Oktober 2011 in Berlin im BMVBS vorgestellt. Die präsentierten Forschungsergebnisse zeigen, dass die Veränderungen der Wasserstände der großen Flüsse in den nächsten Jahrzehnten noch moderat sein werden. Jedoch werden möglicherweise weitgehende Anpassungen erforderlich.

Gegenwärtig gibt es noch keine Belege 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 wieder herzustellen.

Verkehrsmanagement

Die Verkehrssituation verändert sich bei Extremereignissen kurzfristig und erfordert eine schnelle und effektive Lenkung der Verkehrsströme einschließlich der entsprechenden Information der Verkehrsteilnehmer mit Echtzeit-Verkehrsinformationen und -Verkehrsmeldungen. Ziel des Landes ist es daher, ein intermodales landesweites Verkehrsmanagement dezentral aufzubauen und zentrale Dienstleistungen allen am Verkehrsmanagement beteiligten Institutionen durch die Gewährleistung von Kompatibilität und Systemoffenheit zur Verfügung zu stellen.

Wichtigste planerische Grundlage des Landes dafür ist der künftige **IVS - Rahmenplan Sachsen-Anhalt**²⁶ (Rahmenplan zur Einführung und Nutzung Intelligenter Verkehrssysteme - IVS - im Straßenverkehr und öffentlichen Personennahverkehr - ÖPNV - in Sachsen-Anhalt).

Als wichtigste technologische Grundlage für ein intermodales landesweites Verkehrsmanagement sollen eine **flächendeckende intermodale Verkehrslage, ein Qualitätsmanagement und ein intermodales Mobilitätsportal im Verkehr** insbesondere zur Erhöhung der Durchlassfähigkeit der einzelnen Verkehrsnetze sowie mit Blick auf Aspekte des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel umgesetzt werden. Dazu werden - aufbauend auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts MOSAIQUE - im Projekt Intermodale Verkehrslage Mitteldeutschland Möglichkeiten entwickelt, Umweltdaten direkt und administrativ in das Verkehrsreaktionssystem einzuspeisen.

4.15.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Verkehrsmanagement

²⁶ <http://www.ifak.eu/index.php?id=776&L=0&0=>

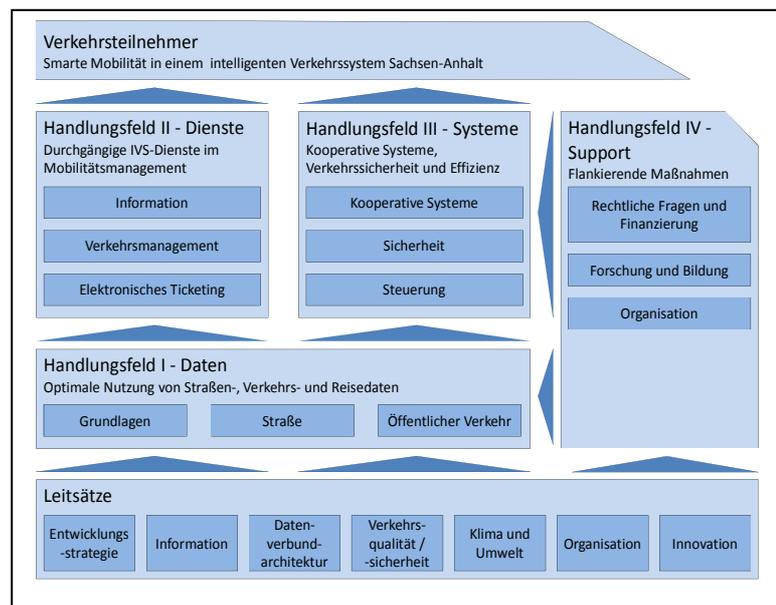
Mit der Erstellung des **IVS-Rahmenplans Sachsen-Anhalt** wird eine zentrale Zielstellung der verkehrspolitischen Entwicklungsstrategie der Landesinitiative Angewandte Verkehrsforschung / Galileo-Transport Sachsen-Anhalt aufgegriffen. Danach sollen Forschung, Innovation und der Einsatz von Intelligenten Verkehrssystemen (IVS) eine zentrale Rolle spielen, wenn es darum geht, die bestehende Verkehrsinfrastruktur wirksamer zu nutzen, den Verkehr effizienter - auch energieeffizienter - sicherer und umweltverträglicher zu gestalten und damit eine nachhaltige Mobilität für Menschen und Wirtschaft zu sichern.

Als strategisches Dokument im Bereich der Forschung, Innovation und Einsatz von IVS / moderner Verkehrstechnologien soll der IVS-Rahmenplan zum einen die koordinierte Einführung und Nutzung von IVS im Straßenverkehr und ÖPNV des Landes sichern und europäische Vorschriften, wie u. a. den IVS-Aktionsplan und die IVS-Richtlinie 2010/40/EU landesweit umsetzen. Zum anderen soll die ressort- und aufgaben-übergreifende IVS-Landesstrategie Herausforderungen aufgreifen, denen sich die Verkehrspolitik bei der Verkehrssicherheit und Gewährleistung einer nachhaltigen Mobilität sowie mehr denn je bei der Energieeffizienz bzw. beim Klima- und Umweltschutz und damit nicht zuletzt bei der Anpassung an den Klimawandel, der Risikoprävention und des Risikomanagements künftig stellen muss. Diese IVS-Landesstrategie wird über ein intermodales Leitbild maßnahmenbezogen umgesetzt und schafft damit die Voraussetzungen für den Aufbau und die Organisation eines landesweiten, intermodalen Verkehrsmanagements.

Zur Umsetzung dieses intelligenten Verkehrsmanagements ist zu prüfen, ob ein IVS-Förderprogramm mit Mitteln der europäischen Strukturfondsperiode (EFRE) 2014/2020 aufgesetzt werden kann, das unter anderem der Anpassung an den Klimawandel dient.

Das betrifft im Besonderen die Maßnahmen im Handlungsfeld II – Durchgängige IVS-Dienste im Mobilitätsmanagement sowie im Handlungsfeld III – Kooperative Systeme, Verkehrssicherheit und Effizienz. (s. *nebenstehende Abb.- Handlungsgrundsätze und Handlungsfelder für die Entwicklung von IVS in Sachsen-Anhalt*, Quelle: Entwurf IVS-Rahmenplan Sachsen-Anhalt).

So werden innerhalb des komplexen „Verkehrsmanagement“ (Handlungsfeld II) Verkehrs- und Baulastträger durch Informationsaustausch und abgestimmte gemeinsame Steuerungsstrategien organisatorisch vernetzt. Damit wird es möglich, negative Auswirkungen von Staus, Behinderungen und Unfällen deutlich zu reduzieren und Reisezeiten zu optimieren. Parameter wie Energieverbrauch, Immissionen von Kohlendioxid, Lärm und Schadstoffen werden verstärkt Berücksichtigung finden. Die aktive Ausrichtung an baulastträgerübergreifender Kooperation soll zusätzliche Möglichkeiten zur Beteiligung an nationalen und europäischen IVS-Projekten zur Gestaltung insbesondere überregionaler Verkehre eröffnen.



Die Umsetzung Kooperativer Systeme (Handlungsfeld III) zielt auf ein dynamisches Verkehrsmanagement zur Reduzierung von Unfallzahlen, zum Schutz der schwächeren Verkehrsteilnehmer und zur Einhaltung von künftig weiter verschärften europäischen Immissionsgrenzwerten für Stickoxide, Feinstaub und Lärm. Insbesondere in Bereichen wie Kreuzungen, Einmündungen und auf potenziell gefährlichen Strecken sollen neben der Gefah-

renabwehr Maßnahmen zur Optimierung des Verkehrsflusses eingesetzt werden. Darüber hinaus soll die Verknüpfung von Individual- und Öffentlichen Personennahverkehr verbessert und die situationsabhängige Priorisierung von Fahrzeugen des öffentlichen Personennahverkehrs durch dynamische Steuerung von Lichtsignalanlagen erzielt werden. Als Einzelmaßnahme sei hierbei das „Umweltorientierte Mobilitäts- und Verkehrsmanagement“ genannt, mit der ein wesentlicher Beitrag zur Lärminderung und Luftreinhaltung vor allem in Kommunen geleistet werden soll. Hierfür wird die bestehende Verkehrstechnikinfrastruktur in Sachsen-Anhalt ebenso genutzt wie aktuelle Verkehrslage- und Umweltinformationen (Verkehrslage Mitteldeutschland, LÜSA). Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung sind die Ausarbeitung und Abstimmung geeigneter Steuerungsstrategien für den ÖPNV und motorisierten Individualverkehr (MIV).

Zur **Verbesserung des Verkehrsmanagements und Schaffung eines intermodalen Mobilitätsportals** ist im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes „MOSAIQUE“ im Bereich des Verkehrsmanagements ein Beitrag zur Lösung der steigenden Verkehrsprobleme in der Region Mitteldeutschland, speziell im Raum Halle/Leipzig, geleistet worden. Eine erste landesweite Umsetzung der MOSAIQUE-Ergebnisse wurde im Rahmen des Projektes „Verkehrslage Mitteldeutschland“ umgesetzt, die weiter ausgebaut werden soll. Damit werden Voraussetzungen für eine neue Qualitätsstufe in der Organisation des Verkehrs auf Basis einer flächendeckenden und permanenten Erfassung der Verkehrsqualität im Netz der Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen sowie innerhalb der Großstädte Sachsen-Anhalts geschaffen. Diese Verkehrslageerfassung ist auch die Grundlage für den Aufbau des intermodalen Mobilitätsportals Sachsen-Anhalt, das Menschen und Unternehmen über Internet und mobile Anwendungen intermodale Reise-Informationen, Echtzeit-Verkehrsinformationen und -Verkehrsmeldungen sowie weitere relevante Dienste unter besonderer Berücksichtigung der Elektromobilität künftig anbieten wird. Ziel des Projektes ist es zum einen, im gesamten Streckennetz des Landes die Verkehrssicherheit zu erhöhen und die Informiertheit der Verkehrsteilnehmer zu verbessern. Zum anderen soll der Verkehrsfluss so optimiert werden, dass die Anzahl der Staus und die Emissionen reduziert sowie die Reisezeiten verbessert werden. Mit dem System sollen darüber hinaus Verfahren zur Berechnung der verkehrsbezogenen Emissionen und zur Infrastrukturplanung aufgesetzt werden können.

Im Rahmen der Aufgabe „Ausbau des Systems energieunabhängiger bzw. verbrauchsarmer Mobilitätsangebote fördert MLV über das EFRE-Programm „Radverkehrssystem“ sowie mit Fördermitteln des Programms nach § 3 Abs.1 EntflechtG Neu-, Aus- und Umbau sowie Grundsanierung von Radverkehrsanlagen einschließlich Ingenieurbauwerken. Förderungen sind möglich für Straßen, begleitende Radwege an verkehrswichtigen Straßen in kommunaler Baulast sowie für separate Radwege, die ganz oder teilweise Funktionen förderfähiger Straßen übernehmen.

Durch Förderung der Entwicklung der Schienen- und Wasserstraßeninfrastruktur (u.a. Bestrebungen der Verbesserung der Schiffbarkeit der Saale und Entwicklung trimodaler Häfen) wird konsequent eine Verlagerung auf Schiene und Wasserstraße verfolgt.

4.15.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Noch nicht ermittelt.

4.15.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Verkehrsmanagement	<p>IVS-Rahmenplan Sachsen-Anhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Als Fachplan der Landesverkehrsentwicklung soll darüber die koordinierte Einführung und Nutzung von intelligenten Verkehrssystemen (IVS) im Straßenverkehr und ÖPNV des Landes gesichert und der technologische und organisatorische Rahmen für ein landesweites, intermodales Verkehrs- und Mobilitätsmanagement im Land geschaffen werden. • IVS-Maßnahmen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel sowie der Risikoprävention und des Risikomanagements sind insbesondere im Handlungsfeld II – Durchgängige IVS-Dienste im Mobilitätsmanagement sowie im Handlungsfeld III – Kooperative Systeme, Verkehrssicherheit und Effizienz (z.B. „Umweltorientiertes Mobilitäts- und Verkehrsmanagement“) des IVS-Rahmenplans adressiert. • Umsetzung von Maßnahmen Verbesserung des Verkehrsmanagements und Schaffung eines intermodalen Mobilitätsportals über das Projekt „Verkehrslage Mitteldeutschland – Teil Sachsen-Anhalt“ 	Beginn mit Kabinettsbeschluss vom 15. März 2011 (Zeitraum 2012 bis 2020)
	Ausbau des Systems energieunabhängiger bzw. verbrauchsarmer Mobilitätsangebote	
	Entwicklung von Verlagerungspotentialen für den Gütertransport auf andere Verkehrswege	

4.16. Bevölkerungsschutz

(Katastrophenschutz und Ernährungsvorsorge)

4.16.1. Anpassungsziel

Katastrophenschutz setzt vorrangig bei der Bewältigung eingetretener Schadensereignisse an. Er ist jedoch darüber hinaus auch am Prinzip der Vorsorge orientiert, um Schadensereignisse und Katastrophen gar nicht erst entstehen zu lassen.

Bereits heute ist der Katastrophenschutz grundsätzlich auf die Bewältigung von Extremereignissen und Großschadenslagen eingestellt. Wenn zukünftig häufigere und heftigere wetter- und klimainduzierte Katastrophenfälle eintreten, wie Stürme und Hochwasser, die Menschenleben bedrohen und hohe Schadenssummen verursachen, könnten neue Herausforderungen für den staatlich verantworteten Katastrophenschutz einschließlich der Ernährungsnotfallvorsorge entstehen, die seine materiellen Ressourcen, das Krisen- und Notfallmanagement sowie die Planung des operativen Einsatzes betreffen.

Maßnahmen zur Sicherung einer ausreichenden Versorgung mit Erzeugnissen der Land und Ernährungswirtschaft für den Fall einer Versorgungskrise, die durch Natur- bzw. Umweltkatastrophen oder wirtschaftspolitische Störungen verursacht wurde, werden über das **Ernährungsvorsorgegesetz** geregelt.

Danach kann der Staat unter bestimmten Voraussetzungen über Rechtsverordnungen Vorschriften über den Anbau von Nutzpflanzen und die Haltung von Tieren, die Be- und Verarbeitung sowie die Verlagerung und den Absatz von Erzeugnissen erlassen. Das heißt, es kann abweichend von den derzeitigen Marktgegebenheiten auf allen Marktstufen, von der landwirtschaftlichen Erzeugung bis zum Absatz der Lebensmittel an den Verbraucher, eingegriffen werden. Die Durchführung solcher Maßnahmen unterliegt allerdings erheblichen Anwendungsvorbehalten und ist auf das unerlässliche Maß zu beschränken.

Die Herausforderungen des Klimawandels wirken sich generell auch auf den Selbstschutz und die Selbsthilfemaßnahmen von Bürgerinnen und Bürgern aus. Diese müssen (wieder) in die Lage versetzt werden, sich über einen angemessenen Zeitraum selbst schützen und selbst helfen zu können.

4.16.2. Handlungsfelder

Einer besonderen Gefährdung unterliegen Kritische Infrastrukturen (KRITIS) wie

- Energie- und Wasserversorgung (insbesondere Trinkwasser),
- Transport und Verkehr,
- Telekommunikations- und Informationstechnik,
- Gesundheitswesen,
- technische Versorgungssysteme,

die die Funktion „gesellschaftlicher Lebensadern“ haben. Die besondere Verletzlichkeit kritischer Infrastrukturen ergibt sich durch deren gegenseitige Abhängigkeiten. Ausfälle der Stromversorgung oder der Informationstechnik haben zahlreiche Folgeeffekte und ziehen Störungen und Ausfälle in allen anderen KRITIS-Sektoren nach sich. Ihr Schutz stellt somit eine besondere Herausforderung dar. Dabei ist ein Abgleich und das Zusammenwirken der betroffenen Ressorts erforderlich.

4.16.3. Handlungsoptionen

Zahlreiche Naturkatastrophen der vergangenen Jahre haben gezeigt, wo Defizite im Katastrophenschutz liegen. Informations- und Meldewege, Kommunikation und Koordination der zuständigen Katastrophenschutzbehörden, Kommunikation zwischen den verschiedenen Einsatzkräften, zeitnahe, eindeutige und effektive Warnung der Bevölkerung, Notfall- und Evakuierungspläne für Krankenhäuser und Heime sind einige Bereiche, bei denen in der Vergangenheit immer wieder Mängel auftraten. Es sind entsprechende Handlungsanweisungen zu erarbeiten. Im Rahmen von Frühwarnungen ist insbesondere Aufklärung zu leisten.

4.16.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Mögliche Untersuchungspunkte sind:

- vorstellbare klimabedingte Ereignisszenarien (Eintrittshäufigkeit, Schadenspotenziale, Intensität)
- Abgleich mit Vorhalt von Ressourcen (Kräfte und Mittel)
- Anpassung Einsatztaktik und -technik
- Schnittmengen mit Thematik Kritische Infrastrukturen
- Selbstschutzfähigkeit der Bevölkerung

Sachsen-Anhalt beteiligt sich mit der Region Stendal am Projekt KIBEX „Kritische Infrastrukturen bei Extremereignissen“ der Universität der Vereinten Nationen. Das Projekt erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Katastrophenschutz und dem Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK). Es hat das Ziel, auf mögliche Probleme bei Infrastrukturen wie Autobahnen, Bahngleisen, Gewässern, Kommunikation, Elektrizität und anderen vorbereitet zu sein und, soweit erforderlich, bereits jetzt entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

4.16.5. (Mögliche) Indikatoren/ Monitoringsysteme

Noch nicht ermittelt.

4.16.6. Maßnahmen zur Anpassung

Die denkbaren Einsatzoptionen (Einsatztaktik) und besonders die entsprechende Beschaffung adäquater technischer Ausstattung (Einsatztechnik) müssen unter dem Aspekt der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels mittel- und langfristig weiterentwickelt werden. Aus heutiger Sicht erscheint es eher unwahrscheinlich, dass mittelfristig durch die Folgen des Klimawandels grundsätzlich neue Einsatzszenarien hinzukommen. Längerfristig sind allerdings qualitative und quantitative Änderungen von Szenarien vorstellbar, die unmittelbaren Einfluss in den Bereichen Einsatztaktik und Einsatztechnik mit sich bringen.

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/ Zeitraum
Vorbereitung und Planung von Abwehrmaßnahmen Katastrophenabwehr	Fortschreibung der Gefährdungsanalyse Katastrophenschutz Ausstattung, Aus- und Fortbildung im Katastrophenschutz Stärkung der Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung	laufend

4.17. Bildung

Das Wissen über die möglichen Folgen des Klimawandels und über klimafreundliche Verhaltensweisen ist noch nicht ausreichend, um Menschen zur Veränderung ihrer Lebensstile zu motivieren. Deshalb müssen Kindertageseinrichtungen sowie die Schule zu Orten werden, an denen die ökologischen und ökonomischen Folgen des Klimawandels angemessen spielerisch vermittelt bzw. diskutiert werden und Kindergartenkinder und Schülerinnen/Schüler frühzeitig zu einem verantwortungsvollen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen ange-regt werden.

Eine freiwillige Veränderung des eigenen Lebensstils setzt zunächst neben eigener Betroffenheit und damit Handlungsmöglichkeit die Bewusstwerdung voraus. Dies erfolgt über spielerische bzw. schulische umfassende Wissensvermittlung und -vertiefung, durch Veränderung sozialer Verhaltensweisen und Gewohnheiten. Themen wie Zusammenhänge zwischen Klima, Ökosystem und Gesellschaft sowie die Entwicklung der Fähigkeit zur Hinterfragung des eigenen Lebensstils müssen fächerübergreifende Zielstellungen des Unterrichts sein.

Neben der schulischen Vermittlung von Erfahrungen bzw. Fachwissen sind Schülerinnen und Schüler anzuhalten, durch eigenes produktives Gestalten, projektorientiertes Lernen, gemeinsames Diskutieren, selbstständiges Recherchieren und Präsentieren, eine Haltung zu entwickeln, die sie über den schulischen Rahmen hinaus in den persönlichen Lebensalltag übertragen.

Darüber hinaus sind die Schülerinnen und Schüler über entsprechende Selbsthilfe- und Selbstschutzmöglichkeiten zu informieren und für Anpassungsfragen zu sensibilisieren.

Auch außerhalb der Schule muss das Wissen über den Klimawandel und die notwendigen Anpassungen vermittelt werden.

Umwelt-/ und BNE-Bildungsprojekte können nach der „Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Projekten zur Umweltbildung in Sachsen-Anhalt in der geltenden Fassung finanziell unterstützt werden²⁷.

4.17.1. Anpassungsziel

- Sensibilisierung der Kinder und Jugendlichen für die Folgen des Klimawandels.
- Entwicklung von Kompetenzen zur Erfassung Klima relevanter Prozesse und Erkennen notwendiger Handlungsstrategien

4.17.2. Handlungsfelder

- Umsetzung des Erziehungs- und Bildungsauftrags nach dem Schulgesetz LSA
- Schulprogrammarbeit und curriculare Einbindung mit fächerübergreifenden Ansätzen
- Kooperation mit außerschulischen Partnern
- Lehrkräftefortbildungen

²⁷ RdErl. des MLU vom 27.02.2002, MBL. LSA S. 358

4.17.3. Handlungsoptionen

Schulischer Bereich

Der Mensch beeinflusst das Klima mit weitreichenden Folgen für das Leben auf der Erde, und der nachweislich stattfindende Klimawandel ist nicht durch isolierte Maßnahmen zu stoppen. Daraus leitet sich für den Bereich Bildung die Aufgabe ab, Kindern und Jugendlichen ihre eigene Verantwortung bewusst zu machen und ein nachhaltiges Umdenken in nahezu allen Lebensbereichen vorzunehmen. Dazu ist eine anschauliche und themen- bzw. fächerverbindende Vermittlung von Bildungsinhalten erforderlich wie:

- Klimawandel - Status Quo, Ursachen, Energiegeschichte früher und heute, Folgen; regionale und globale Unterschiede; Anpassungsstrategien und Unterschiede
- Klimafreundliches Alltagsverhalten (Einkaufen, Mobilität, Ressourcenschutz)
- Klimaschonende Energieerzeugung und -effizienz (erneuerbare Energien und Zukunftstechnologien)
- Klimafreundliches Bauen und Sanieren
- Klima- und Lebensqualität durch Natur in Stadt und Umland (städtisches Grün, Hausbegrünung)
- Landwirtschaft (nachhaltige Landbewirtschaftung und Tierhaltung, ökologische Kreisläufe)
- Schülerfirmen

Außerschulischer Bereich

a) Staatliche Einrichtungen

Standorte der überbetrieblichen Ausbildung, wie z. B. der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) bieten für Schüler, Auszubildende und Beschäftigte der Landwirtschaft Projekte und Lehrgänge/Kurse zum Thema Klimawandel und zur Anpassung an dessen Folgen an.

Neben den Aufgaben zum Schutz der natürlichen und kulturellen Vielfalt, für eine nachhaltige Regionalentwicklung, Forschung und Monitoring sind Öffentlichkeitsarbeit und Bildung für nachhaltige Entwicklung Hauptaufgaben der Großschutzgebiete.

Hierbei sollen zielgruppenspezifische Bildungsangebote erarbeitet werden, die vor allem

- Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels für die Bevölkerung, die Landschaft und die Nutzungsweisen
- den sparsamen Umgang mit Energie (Energieberatung)
- die Bedeutung erneuerbarer Energien
- Möglichkeiten zum Schutz vor den Folgen von Extremwetterlagen
- Hinweise zur Sanierung von Wohnungen und Gebäuden
- dem Umgang mit invasiven Arten
- das Verhalten bei extremen Bedingungen (Hitze, Kälte, Hochwasser etc.)

beinhalten.

Darüber hinaus ist der Phänologische Garten für die Bildungsarbeit zu erschließen. Anhand der phänologischen Daten lässt sich der Einfluss von Wetter und Klima verdeutlichen.

Im Ergebnis sind Schautafeln (Rollups), Themen für die JuniorRanger- Ausbildung und Angebote für Schulen und Kindergärten zu erarbeiten.

In einer gezielten Öffentlichkeitsarbeit sollen die Menschen (die Bevölkerung) auf die Folgen des Klimawandels aufmerksam gemacht werden und für Maßnahmen zur Eindämmung sensibilisiert werden.

b) Nichtstaatliche Umweltbildungseinrichtungen in freier Trägerschaft ohne und mit kommunaler Beteiligung

Die Einrichtungen nehmen Bildungsaufgaben im Interesse des Landes wahr. Im Rahmen der Möglichkeiten erfolgt hier eine finanzielle Unterstützung. Ein Einfluss auf die konkreten Bildungsangebote bzw. deren Inhalt besteht nicht. Gehen die Einrichtungen nicht auf aktuelle Themen und Bedürfnisse ein, stellen sie ihre Existenzberechtigung durch fehlende Annahme ihrer Angebote in Frage.

4.17.4. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

Schulischer Bereich

- Sichtung und Bewertung der Lehrpläne hinsichtlich der Schwerpunktsetzung im Themenfeld Klimawandel
- Fortbildungsangebote für Lehrkräfte
- Einbindung von Kooperationspartnern
- Angebot und Nutzung von ergänzenden Unterrichtsmaterialien (TV-Beiträge, Internet usw.)
- Prüfung der Möglichkeit zur Einrichtung eines GLOBE Phänologischen Gartens (Die Einrichtung eines GLOBE-Gartens im Bereich des Biosphärenreservates würde die laufenden Projekte GPM und IPG im Phänologischen Garten ergänzen.)

Außerschulischer Bereich

Kritische Prüfung und Unterstützung bei der Themenauswahl in Abstimmung mit dem und zur Ergänzung der schulischen Angebote.

4.17.5. Indikatoren/Monitoringsysteme

Der Phänologische Garten ist ein Indikatoren/Monitoringsystem

4.17.6. Maßnahmen zur Anpassung

Bezeichnung der Maßnahme	Inhalt der Maßnahme	Beginn/Zeitraum
Projektarbeit	Entwickeln von Ideen zum Thema „Klimawandel – eine Annäherung“	Schuljahr 2012/2013
Klimakonferenz	Fortbildung, Kontaktbörse und Erfahrungsaustausch für Lehrkräfte und deren Kooperationspartner	2. Hj. 2013
Lehrplanarbeit	Überprüfung der Verankerung von Inhalten zum Klimawandel	Schuljahr 2013/2014
Lehrerfortbildung	Entwickeln von Fortbildungsangeboten	Schuljahr 2013
Bildung für nachhaltige Entwicklung in den Großschutzgebieten	Umsetzung des Anpassungskonzeptes an die Folgen des Klimawandels für den Landkreis Mansfeld-Südharz und die Stadt Sangerhausen im Bereich der Bildungsarbeit	
	Erarbeitung von Schautafeln (Rollups), Themen für die JuniorRanger- Ausbildung und Angebote für Schulen und Kindergärten	
Phänologischer Garten	Erschließung für die Bildungsarbeit, da sich anhand der phänologischen Daten der Einfluss von Wetter und Klima verdeutlichen lässt.	
Kurs für Natur- und Landschaftsführer	Erarbeitung eines Angebotes zur Fortbildung ausgebildeter Natur- und Landschaftsführer	

5. Strategien der Landkreise, Städte und Gemeinden Sachsen-Anhalts

Der Klimawandel führt zu Veränderungen, die die Städte und Gemeinden vor große Herausforderungen stellen. Um diesen zu begegnen, ist es erforderlich, sektorenübergreifend kommunale Anpassungsstrategien zu erstellen, die die möglichen klimatischen Veränderungen berücksichtigen und regional angepasste Maßnahmen ableiten.

Die Hochschule Harz hat beispielhaft gemeinsam mit den Akteuren im Landkreis Mansfeld-Südharz und der Stadt Sangerhausen ein Anpassungskonzept an die Folgen des Klimawandels erarbeitet. Es dient der Sensibilisierung im Hinblick auf zu erwartende klimabedingte Änderungen, einer stärkeren Vernetzung untereinander und wird eine Grundlage zur Stärkung der Eigenverantwortung/Eigenvorsorge schaffen.

Gezeigt wird, warum es für Landkreise und Kommunen wichtig ist, das Gefährdungspotenzial für ihre Gebiete zu ermitteln und Anpassungsmaßnahmen zu erarbeiten. Zur Erreichung dieses Zieles wurden die Akteure vor Ort aktiv in die Entwicklungs- und Entscheidungsprozesse eingebunden. Dies fand Berücksichtigung bei der Ermittlung gefährdeter (vulnerabler) Bereiche auf regionaler Ebene. Das Ziel dieser Arbeit bestand nicht in der vollständigen Untersuchung dieser Bereiche, sondern vielmehr in der Analyse der Gebiete mit dem höchsten Handlungsbedarf. Dies geschah im Rahmen von Workshops und Experteninterviews sowie durch den unterstützenden Einsatz von geographischen Informationssystemen. Deren Vorteil besteht in der querschnittsorientierten Analyse und anschließenden kartographischen Visualisierung von Analyseergebnissen.

Für die Gebiete mit Handlungsbedarf sind Anpassungsmaßnahmen entwickelt worden, die einerseits bereits bestehende Handlungsmöglichkeiten aufzeigen und andererseits stark auf die Vernetzung der Akteure untereinander abzielen. Dafür steht unter anderem die Projektinternetseite zur Verfügung, die einen Wissensaustausch der Akteure untereinander ermöglicht. Darüber hinaus wurde dargelegt, dass der Einbindung der Öffentlichkeit in die Planung und für eine erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ein großer Stellenwert beizumessen ist.

Gleichzeitig wurde gezeigt, dass eine Anpassung an den zu erwartenden Klimawandel nicht allein auf behördlicher Seite erfolgen kann, sondern ein großer Teil im Eigenverantwortungs-/Eigenvorsorgebereich der Bevölkerung liegt, für den sie von behördlicher Seite Unterstützung bekommen sollten. Die Umsetzung des erarbeiteten Anpassungskonzeptes erfolgt in den Jahren 2013-2016.

Eine generelle Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Landkreise und Kommunen in Sachsen-Anhalt ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Ausgangsbedingungen nicht ohne weiteres möglich, vielmehr müssen regional angepasste Anpassungskonzepte erarbeitet und umgesetzt werden, stellenweise lassen sich jedoch gewonnene Erkenntnisse und daraus abgeleitete Empfehlungen auch auf andere Regionen Sachsen-Anhalts anwenden.

Um dies zu unterstützen wurde von der Hochschule Harz im Zusammenhang mit dem Projekt ein Leitfaden für den kommunalen Bereich erarbeitet, der das im Projekt angewandte Vorgehen beschreibt. Er ermöglicht die Ableitung von Handlungsnotwendigkeiten für andere Kommunen aus der zuvor durchgeführten Situationsanalyse.

Um die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der kommunalen Verwaltungen zu befähigen, eigene Maßnahmenkonzepte zu erarbeiten, wird in 2013 ein Konzept zur Wissensvermittlung mittels E-Learning-Anwendungen umgesetzt.

Informationen zum methodischen Vorgehen, zu den Ergebnissen der Vulnerabilitätsstudie sowie zu Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Sektoren werden auf einer Informationsplattform zusammengefasst. Durch Präsenzveranstaltungen in allen Landkreisen und kreisfreien Städten wird das neue Angebot vorgestellt.

6. 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.

Für diesen Abschnitt ist darauf hinzuweisen, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht. 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.

❖ Wasser ↔ Landwirtschaft

- Nach den vorliegenden Erkenntnissen führt der Klimawandel zu größeren Ertragschwankungen, 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 erhöhten 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 zu „Aufkonzentrationen“ von Stickstoff (Nitrat) im Sickerwasser kommen; dadurch kann örtlich das Erreichen des von der Wasserrahmenrichtlinie vorgegebenen Zielwerts von 50 mg NO₃/l gefährdet sein. Die Frachten sind jedoch vergleichsweise gering.
- 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 mit Beregnungswasser 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.

❖ Wasser ↔ Boden

- Verbesserungen bei der Vermeidung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion 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 Wasserspeicherkapazität 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 die Evapotranspiration (Verdunstung) in diesen Flächen. Die erhöhte Evapotranspiration kann eine Nutzungskonkurrenz zu anderen Wassernutzern darstellen. Bei geringer werdender Wasserverfügbarkeit kann u. U. eine hinreichende bzw. hinreichend kontinuierliche Wasserbereitstellung aus klimabedingten Gründen oder durch konkurrierende Verbraucher nicht mehr gewährleistet werden.

❖ Wasser ↔ Forstwirtschaft

- Ein Waldumbau von reinen Nadelbeständen hin zu Misch- oder Laubbeständen erhöht die Grundwasserneubildung. Dem Waldumbau können die Nutzungsbelange und Nachfrage der Holzwirtschaft nach Nadelholzsortimenten gegenüberstehen.

❖ Wasser ↔ 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.
- Der Errichtung räumlich unangepasster Hochwasserschutzbauten kann zu einer erheblichen Zerstörung wertvoller Lebensräume führen. Hier sind intelligente Lösungen und miteinander einvernehmlich abgestimmte Lösungen zu erarbeiten.
- Die Erfordernisse der Stauregulierung können mit Zielen des Naturschutzes und der Gewässerökologie kollidieren.

- Eine durch den Klimawandel bedingte reduzierte Wasserführung in den Gewässern sowie niedrigere Grundwasserstände können die Existenz von Feuchtbiotopen gefährden.

❖ Wasser ↔ Gesundheit

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

❖ Wasser ↔ 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.

❖ Wasser ↔ Energiewirtschaft/Energieerzeugung

- In den Sommermonaten können Niedrigwasserphasen (vermindertes Wasserdargebot und erhöhte Wassertemperatur) die Wassernutzung für Kühlzwecke für Kraftwerke einschränken.
- Vorhandene Standorte zur Wasserkraftnutzung sind unter Beachtung der Gewässerökologie (Durchgängigkeit, Mindestwasserführung) und Umweltverträglichkeit zu nutzen.

❖ Wasser ↔ Landes- und Regionalplanungen

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

❖ Wasser ↔ Wirtschaft/Industrie

- Extremereignisse hinsichtlich Niederschlag und Temperatur bedürfen u. U. veränderter Sicherheitsanforderungen gegen Überschwemmungsgefahren und mögliche 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.
- Insbesondere der Anbau neuer gebietsfremder oder genetisch veränderter Pflanzen kann zu Störungen im biologischen Gleichgewicht und zu einer Verschlechterung/Gefährdung der Biodiversität führen.
- Der einseitige Intensivanbau von z. B. Mais als Energieträger beeinträchtigt in erheblichem Umfang die Qualität heimischer Ökosysteme mit unvorhersehbaren Auswirkungen auf die Tierwelt.

❖ 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

- Der Landesentwicklungsplan des Landes Sachsen-Anhalt ist das übergeordnete Instrument für das Flächenmanagement im Land und damit Planungsgrundlage, um unterschiedliche Nutzungsansprüche miteinander in Einklang zu bringen und Konflikte zu minimieren. Für Anpassungsstrategien an den Klimawandel wird es für erforderlich gehalten, die fruchtbaren tiefgründigen und damit anpassungsfähigen Böden zu sichern. Dies erfolgt im LEP und den REP's durch die Festlegung von Vorranggebieten für Landwirtschaft sowie für Natur und Landschaft.
- Planungsinstrumente sind verstärkt zur Flurgestaltung zu nutzen, um die Auswirkungen der Extremereignisse zu mindern.

❖ Boden ↔ Forstwirtschaft

- 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 ↔ 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 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 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 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 zusätzlich Wasser verbraucht und die Verjüngung der Bestände erschwert.

❖ Landwirtschaft / Forstwirtschaft ↔ Naturschutz

- Waldökosysteme und Offenlandlebensräume können infolge des Klimawandels Beeinträchtigungen mit der Folge der Verschlechterung der Erhaltungszustände erfahren. Die Anpassung der 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.
- Durch den standortgerechten Anbau nichtinvasiver fremdländischer Gehölzarten können Ausfälle der heimischen Baumarten in der Sicherung der Rohholzbereitstellung aufgefangen werden. Es wird jedoch befürchtet, dass dadurch die Biozönosen erheblich gestört und erforderliche Lebensräume für einheimische Arten vernichtet werden.
- Eine Forcierung des Energieholzanbaus (Kurzumtriebsplantagen) kann neben einer Vernichtung von Offenlandlebensräumen zu einer monotonen Flächenbedeckung führen, die keinerlei Lebensraumqualitäten für einheimische Arten entwickeln kann. Andererseits könnte es bei entsprechender Planung auf landwirtschaftlichen Großschlägen zu einer Strukturierung der Landschaft, zur Anlage von bodenschonenden Dauerkulturen - ohne welchen der Status der landwirtschaftlichen Nutzfläche verloren geht-, auch zur Reduzierung von Windgeschwindigkeiten, zu Erosionsschutz, zur Schaffung von Lebens- und Deckungsräumen, von Brutplätzen und damit zu einer Aufwertung ausgearäumter Landschaften kommen.

❖ Forstwirtschaft ↔ Energie

- Um die Kohlenstoffbilanzen zu verbessern, wird es eine Tendenz zum Ersatz fossiler Brennstoffe durch nachwachsende Rohstoffe wie Holz geben. Der Menge an verfügbarem Holz sind standörtliche Grenzen durch agrarische Nutzung gesetzt, die sich auf Nachfragekonkurrenzen mit der Holzwirtschaft und damit auf den Holzmarkt und seine Preise auswirken können. Der Nutzung von Holz in der Papier- und Holzverarbeitenden Industrie ist der Vorzug vor der thermischen Verwertung zu geben. Eine Entlastung des Holzmarktes ergäbe sich aus der Forcierung der Anlage von Kurzumtriebsplantagen für die Verbrennung.

❖ Forstwirtschaft ↔ Landes- und Regionalplanung

- In dem Landesentwicklungsplan und den Regionalen Entwicklungsplänen werden für raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen Ziele festgelegt, die die verschiedenen Nutzungsinteressen berücksichtigen.

In den Regionalen Entwicklungsplänen werden Vorranggebiete für die Forstwirtschaft festgelegt und somit die Flächen gesichert. Darüber hinausgehende Festlegungen zur Vermeidung der Flächenkonkurrenz sind in den Fachplanungen zu treffen.

7. Übergreifende Aspekte

7.1. Forschung/Forschungsstrategien

Sachsen-Anhalt verfügt auf dem Gebiet der Klimaforschung sowie auf dem Gebiet der Energieforschung, die einen bedeutenden Beitrag zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel leisten kann, über eine Forschungslandschaft mit einer hohen regionalen und über-regionalen Vernetzung.

Im Bereich der Klima- und Klimafolgenforschung ist u.a. das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung mit seinen Standorten in Magdeburg, Halle und Leipzig, das in Kooperationen mit Hochschulen, europäischen und internationalen Partnern steht, ein bedeutender Akteur; im Bereich Energieforschung sind Unternehmen, Universitäten und Institute in zahlreichen Forschungsschwerpunkten aktiv.

Die Landesregierung begrüßt Forschungsinitiativen und Pilotprojekte zu Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Hierbei liegt der Fokus insbesondere dort, wo sich Projektpotenziale mit der effizienten Verwertbarkeit von Ergebnissen in der Wirtschaft decken, so dass Innovationen schnell eingeführt und gleichzeitig Arbeitsplätze erhalten bzw. geschaffen werden können.

Im Bereich der Energieforschung liegen Schwerpunkte in Speichertechnologien sowie in allen erneuerbaren Energieträgern und Energieeffizienz. Beispiele sind konzeptionelle Untersuchungen zur Energiespeicherung auf Basis neuer Speichersysteme (Hochleistungskondensatoren, Wasserstoffspeicher), elektrochemische Speicher im Bereich der Brennstoffzellen, Energiespeicherung im Rahmen der Optimierung von Verbundstoffen für Anwendungsgebiete in der Gebäude- und Energietechnik sowie Elektronik, hocheffiziente Systeme zur Wärmedämmung, die kostengünstige und grund- und spitzenlastfähige Speicherung von unzeitigem Wind- und Solarstrom, die Verringerung der Fertigungskosten und Erhöhung des Wirkungsgrades von Photovoltaikzellen, die Erhöhung der Effizienz in der Modulintegration, die Entwicklung von Brennstoffzellen-Systemen, die Biomasseforschung, die Solarthermieforschung, und die Geothermie.

Forschungszentren in den genannten Forschungsfeldern sind u.a. das Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik (CSP) und das Chemisch-Biotechnologische Prozessentwicklungszentrum (CBP).

Im Bereich Biodiversitätsforschung hat der Universitätsverbund Leipzig/Halle/Jena im April 2012 den Zuschlag der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zur Errichtung des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung erhalten. Dort werden u. a. die Auswirkungen von Klimaänderungen auf ganze Ökosysteme und insbesondere auf die Artenvielfalt in komplexen Modellen untersucht. Des Weiteren existiert z.B. mit dem Interdisziplinären Zentrum für Nutzpflanzenforschung (IZN) an der Martin-Luther-Universität ein Forschungsverbund, der sich mit der Resistenz von Nutzpflanzen gegen biotischen Stress sowie mit der Toleranz gegen abiotischen Stress beschäftigt. Ziel ist u. a. die Anpassung von Nutzpflanzenarten an Klimaänderungen durch Züchtung.

Im Geschäftsbereich des MLU wurden bereits diverse Forschungsprojekte gefördert, wie z.B.

- Vulnerabilitätsstudie 2009
- Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt (Klimastudie 2012)

- „Ökonomische Fragen der Anpassung an den Klimawandel im urbanen Bereich – Pilot-region Landkreis Mansfeld/Südharz, Stadt Sangerhausen“
- „Modellhafte Erarbeitung einer Kommunalen Anpassungsstrategie und eines Leitfadens zur Erstellung von kommunalen Klimaanpassungskonzepten in Sachsen-Anhalt
- diverse Projekte im Bereich der Forstwirtschaft zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels
- Innovative Ansätze der ökonomischen Anpassungsforschung in Bezug auf Sachsen-Anhalt“
- Individuelle Anpassung an den Klimawandel: „Status quo“
- Soziale Einflüsse zur Förderung klimaangepassten Verhaltens im Vergleich“

Weitere Informationen und die Forschungsberichte hierzu sind zu finden auf dem Klimaportal des MLU²⁸.

Mit dem interdisziplinären Verbundprojekt KULUNDA, in dem sich die Universität Halle stark engagiert und das zum Bundesforschungsprogramm ‚Nachhaltiges Landmanagement‘, ‚Wechselwirkungen zwischen Landmanagement und Klimawandel‘ gehört, existiert –mit Beteiligung Sachsen-Anhalts- ein Forschungskonsortium aus universitären und außeruniversitären Partnern sowie einem mittelständischen Agrartechnik-Unternehmen, das ökologische und ökonomische Strategien zur nachhaltigen Landnutzung in Russischen Steppen und anderen temperierten Grasländern entwickelt und somit einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel mit internationalem Bezug leistet.

Die existierende Forschungslandschaft in Sachsen-Anhalt gilt es zu stabilisieren und im Sinne der Energiewende, des Klimaschutzes und der Folgenanpassung zielgerichtet weiter zu entwickeln. Dies kann durch enge Zusammenarbeit und weitere Vernetzung zwischen der Wissenschaft und der Wirtschaft geschehen- das Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft erkennt die daraus resultierenden Entwicklungspotenziale und fördert sie auch in Zukunft.

²⁸ www.klimawandel.sachsen-anhalt.de

7.2. Förderung

Für die Realisierung von Anpassungsmaßnahmen stehen derzeit verschiedene Förderungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Über die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie²⁹ werden

- Fördermöglichkeiten der EU,
- der Bundesregierung und
- des Landes Sachsen-Anhalt

für Maßnahmen im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels ausgewiesen.

Diese reichen von der Förderung der Grundlagenforschung bis zur Förderung der Entwicklung von Anpassungskonzepten und deren Umsetzung und Kommunikation in den Gemeinden und Kommunen. Die Zielgruppen der jeweiligen Förderrichtlinie sind in diesen benannt.

Die derzeitige Förderperiode endet am 31.12.2013.

Die aktuellen Förderkonditionen und -Möglichkeiten können über den oben aufgeführten Link abgerufen werden.

Für die künftige Förderperiode von 2014 bis 2020 ist von der Europäischen Kommission im Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vorgesehen 20 % der verfügbaren Fördermittel für Maßnahmen des Klimaschutzes, zur Minderung der Folgen des Klimawandels und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels einzusetzen.

7.3 Indikatoren/ Monitoring

7.3.1. Indikatoren

Indikatoren bieten eine wirksame Möglichkeit, komplizierte Sachverhalte mit messbaren Ersatzgrößen zu beschreiben.

Ziele bei der Verwendung von Indikatoren sind:

- die landesweite Einschätzung des beobachteten und projizierten Klimawandels und dessen Auswirkungen
- die Sensibilisierung für soziale, wirtschaftliche und ökologische Risiken
- die Weiterentwicklung der Wissensgrundlage für politische Entscheidungen
- die Überwachung der Fortschritte bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen
- die Beurteilung der Wirksamkeit bei der Verringerung von Risiken bzw.
- die Beurteilung der sektoralen oder regionalen Widerstandsfähigkeit (Resilienz).

Für die europäische Ebene liegen bereits drei indikatorenbasierte Berichte zu Klimawandel und Klimafolgen vor. Der aktuelle Bericht wurde Ende 2012³⁰ veröffentlicht. Die Evaluation der zugrunde liegenden Klimaindikatoren wurde durch das Helmholtz Zentrum für Umweltforschung in Halle und Leipzig wissenschaftlich unterstützt.

Seitens der EU-Kommission sollen entsprechend der EU-Strategie³¹ zur Anpassung an den Klimawandel, Indikatoren erarbeitet werden, mit deren Hilfe die Anpassungsmaßnahmen und Vulnerabilitäten in der EU bewertet werden können.

²⁹ www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/

³⁰ <http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>

³¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:DE:PDF>

Auf Bundesebene wird zurzeit bis voraussichtlich 2014 ein Indikatorensystem zur Anpassung für die Deutsche Anpassungsstrategie entwickelt. Darauf basierend soll ein Indikatorenbericht entstehen. Auf Landesebene werden diese Indikatoren bei der nächsten Fortschreibung der Anpassungsstrategie berücksichtigt werden.

7.3.2. Monitoring

Das Monitoring dient dazu, Tendenzen der Klimaänderung zu erfassen. So kann man z.B. anhand des Blühbeginns bestimmter Pflanzenarten beobachten, ob es eine Veränderung im Beginn der Jahreszeiten gibt. Es ist auch möglich, anhand der Ausbreitung wärmeliebender Arten auf eine Erwärmung in der Region zu schließen.

Durch Zusammenführen und Auswerten der Komponenten des Monitorings kann ein komplexes Bild der bereits wirksamen Klimaänderungen entwickelt werden. Diese Komplexität erhöht die Sicherheit der Aussage und gewährleistet die „Früherkennung“ von Entwicklungen. Daraus können Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und in ihren Auswirkungen beobachtet und bewertet werden. Deshalb erwartet das Land Sachsen-Anhalt vom Deutschen Wetterdienst auf der Basis des GG (Artikel 74, Absatz 1, Nummer 21), dass auch künftig flächendeckend meteorologisches Monitoring sowohl bodengebunden wie durch Fernerkundung sichergestellt wird.

Als ein konkretes Beispiel bezüglich Monitoring wird auf die Aussagen zum Bio-Monitoring in der Anlage verwiesen.

7.3.3. Grundsätzliche Vorgehensweise

Zur Vergleichbarkeit von Indikatoren des Klimawandels ist es erforderlich, auf allen Ebenen ein widerspruchsfreies System zu entwickeln und zu verwenden, dass den Verwaltungsaufwand minimiert und Transparenz gewährleistet.

7.4. 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.

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).

8. Kommunikations- und Bildungsstrategien

Im Folgenden werden Handlungsfelder und Handlungsoptionen im Bereich Kommunikation und Bildung vorgestellt. Sie wurden im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt von der Abteilung Persönlichkeits- und Sozialpsychologie der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg in Zusammenarbeit mit der Biologiedidaktik der Universität Bayreuth erarbeitet.

Setzt man sich die Erhöhung klimaschützenden und klimaangepassten Handelns der in Sachsen-Anhalt Lebenden zum Ziel, lässt sich dies zum einen über extrinsische, zum anderen über intrinsische Motivationsstrategien erreichen. *Extrinsisch motiviertes Handeln* meint dabei Handlungen, die nicht primär dem Ziel dienen, das Klima bzw. die Umwelt zu schützen oder sich dem Klimawandel anzupassen. So können beispielsweise Anreize finanzieller oder sozialer Art (d.h. Anerkennung und Status) ebenfalls klimaschützendes oder klimaangepasstes Verhalten hervorbringen. Während das Streben nach Anerkennung dem Wunsch entspringt, dazugehören, der Mehrheit anzugehören, ist Streben nach Status mit dem Wunsch verbunden, Teil einer idealtypischen, besonders positiv herausragenden Referenzgruppe zu sein. *Intrinsisch motiviertes Handeln* bedeutet demgegenüber im vorliegenden Fall, eine Handlung mit dem Ziel auszuführen, das Klima bzw. die Umwelt zu schützen oder sich dem Klimawandel anzupassen. Während die hier erarbeitete Kommunikationsstrategie die extrinsische Förderung individuellen Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens anzielt, wird versucht, die intrinsische Klimaanpassungsmotivation mittels Bildung zu fördern.

8.1. Handlungsfelder

- Entwicklung einer Kommunikationsstrategie zur Förderung individuellen Klimaschutzes und individueller Klimaanpassung mittels extrinsischer sozialer Anreize
- Entwicklung einer Bildungsstrategie zur Förderung der intrinsischen Motivation für Klimaschutz und Klimaanpassung

8.2. Handlungsoptionen

Im ersten Teil wenden wir uns der Kommunikationsstrategie zu, im zweiten Teil der Bildungsstrategie zur Verbesserung der individuellen Motivation für Klimaschutz und Klimaanpassung.

8.2.1. Kommunikationsstrategie zur Förderung klimaschützenden und klimaangepassten Verhaltens

Die Entwicklung einer Kommunikationsstrategie zur Verbesserung klimaschützenden und klimaangepassten individuellen Verhaltens in Sachsen-Anhalt beginnt mit der Erfassung der vorhandenen intrinsischen Motivation für Klimaschutz und Klimaanpassung. Diese Information spiegelt zum einen den Status-quo dessen wider, was der Einzelne spontan zu tun bereit ist. Zum anderen repräsentiert diese Motivation die derzeit vorhandene Verhaltensnorm der Bevölkerungsmehrheit in Bezug auf klimaschützendes und klimaangepasstes Verhalten in Sachsen-Anhalt.

8.2.1.1 Intrinsische Klimaschutz- und Klimaanpassungsmotivation in Sachsen-Anhalt

Der Status quo der vorhandenen Motivation für klimaschützendes und klimaangepasstes Handeln wurde im Jahr 2010 mittels Befragung von 2.377 Bewohnerinnen und Bewohnern aus 50 Wahlbezirken vier verschiedener Kommunen (Dessau-Roßlau, Magdeburg, Teutschenthal, Wernigerode) erfasst. Dabei wurde das individuelle Verhalten in den Bereichen Klimaschutz (Mobilität, Energie, Recycling, Konsum, Ernährung, Umweltengagement) und Klimaanpassung (Vorsorgemaßnahmen bezüglich Gesundheit, Eigentum, Gemeinwohl, Freizeit) erfragt.

Der Motivationsmessung liegt die Annahme zugrunde, dass sich individuelle Unterschiede in der intrinsischen Klimaschutz- und Klimaanpassungsmotivation direkt in den Wahrscheinlichkeiten widerspiegeln, Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhalten zu zeigen. Darunter werden Aktivitäten verstanden, die auf die Reduktion von CO₂-Emissionen (z.B. Nutzung verbrauchsarmer Haushaltsgeräte, Bezug von Ökostrom) und die Minderung klimabedingter Probleme (z.B. Verwendung von Sonnenschutzcreme, Umsetzung von Impfschutzempfehlungen) abzielen. Die verschiedenen Verhaltensweisen unterscheiden sich in ihren *Schwierigkeiten*, oder anders gesagt, in ihren Verhaltenskosten. Diese Verhaltenskosten sind ihrerseits für Personen, die in Sachsen-Anhalt leben, im Großen und Ganzen vergleichbar. Die individuelle *intrinsische Motivation* für Klimaschutz und Klimaanpassung lässt sich folgerichtig aus dem Umfang der gezeigten Verhaltensweisen ablesen. Je stärker motiviert eine Person ist, desto mehr Handlungen steigenden Schwierigkeitsgrades zum Schutz des Klimas und zur Anpassung an den Klimawandel setzt sie um. Eine gering motivierte Person zeigt hingegen nur wenige, leicht umzusetzende solche Verhaltensweisen.

Wie ist es nun aber um die Klimaschutz- und Klimaanpassungsmotivation in Sachsen-Anhalt bestellt?

Tabelle 1 beinhaltet Beispiele der 60 erfragten Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltensweisen. Aus Tabelle 1 lässt sich ablesen, welche Handlungen mit welchen Wahrscheinlichkeiten (p_{alle}) in Sachsen-Anhalt ausgeführt werden. Sie bilden die Prävalenzraten unterschiedlicher Verhaltensweisen in der Bevölkerung ab und spiegeln damit wider, wie weit die durchschnittliche individuelle intrinsische Klimamotivation in Sachsen-Anhalt reicht. Da diese Verhaltenswahrscheinlichkeiten gleichzeitig auch abhängig von den jeweiligen Verhaltenskosten sind, geben die Prävalenzraten auch Auskunft über die unterschiedlichen Verhaltenskosten. Verhaltensweisen, die nur von wenigen Personen ausgeführt werden, ziehen hohe Kosten nach sich; sie werden unter den gegebenen Umständen nur von wenigen und zwar hoch motivierten Personen umgesetzt. Ein Beispiel dafür ist vegetarische Ernährung, die nur von geschätzten 3% der Sachsen-Anhalter gezeigt wird. Demgegenüber sind Verhaltensweisen, die von jedermann gezeigt werden, mit relativ wenigen Kosten verbunden. In Sachsen-Anhalt bringen entsprechend 93% Altglas zum Sammelcontainer; ein Verhalten, das offensichtlich relativ einfach umzusetzen ist und keine besonders ausgeprägte Klimamotivation voraussetzt. Die Umsetzungswahrscheinlichkeiten werden in Tabelle 1 sowohl für den typischen Sachsen-Anhalter (alle) als auch für überdurchschnittlich klimamotivierte (Spitzen) und für unterdurchschnittlich klimamotivierte Sachsen-Anhalter (Senken) angegeben. Die Spitzen- und Senken-Motivationsniveaus sind relativ zur Sachsen-Anhalt-typischen Motivation definiert, das heißt ihre Mittelwerte weichen signifikant von der Sachsen-Anhalt-typischen Motivation ab.³²

³² Statistisch wird dies über sogenannte Konfidenzintervalle (KI) ermittelt. KI bezeichnen einen Bereich um einen Schätzwert, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (meist 90% oder 95%) den wahren Wert einschließt. Als über- und unterdurchschnittliche Werte werden im vorliegenden Fall Schätzwerte von Wahlbezirken bezeichnet, deren KI sich *nicht* mit dem KI des Schätzwertes für ganz Sachsen-Anhalt überschneidet.

Tabelle 1. Ausgewählte Verhaltensbeispiele, in denen sich die Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungsmotivation zeigt

Klimaschutz- & Klimaanpassungsverhalten	δ	ρ_{alle} N=2.377	ρ_{Senke} n=120	ρ_{Spitze} n=145
1 Ich ernähre mich vegetarisch.	3.77	3%	2%	4%
2 Ich beziehe Ökostrom.	2.74	8%	6%	10%
3 Ich verzichte auf ein Auto.	1.91	16%	12%	19%
4 <i>Ich engagiere mich in einem Verband für das Gemeinwohl (z.B. freiwillige Feuerwehr).</i>	1.87	17%	13%	20%
4 Wenn ich in Urlaub fahre, schalte ich den Kühlschrank aus.	1.76	18%	14%	22%
5 Für Fahrten in die Umgebung (bis 30 km) benutze ich öffentliche Nahverkehrsmittel oder das Fahrrad.	1.10	30%	24%	35%
6 <i>Meinen Urlaub verbringe ich in der Region.</i>	0.96	33%	27%	38%
7 <i>Vor dem Baden in Gewässern informiere ich mich über die Wasserqualität.</i>	0.75	38%	31%	44%
8 Um zu lüften, lasse ich auch im Winter das Fenster längere Zeit offen. (-)	0.09	54%	47%	60%
9 Ich habe in die Wärmedämmung meiner Wohnung oder meines Wohnhauses investiert.	-0.09	61%	51%	87%
10 Ich kaufe Artikel in Nachfüllpackungen.	-0.32	65%	57%	69%
11 <i>Ich bin gegen Elementarschäden (Naturkatastrophen) versichert.</i>	-0.82	75%	69%	83%
12 Ich kaufe Nahrungsmittel (z.B. Obst und Gemüse) aus der Region.	-0.82	75%	69%	79%
13 Altglas bringe ich zum Sammelcontainer.	-2.29	93%	90%	94%
14 Ich verwende Einkaufstüten oder -taschen mehrfach.	-3.65	98%	97%	98%
15 <i>In Naturschutzgebieten halte ich mich an die Vorschriften.</i>	-3.71	98%	98%	99%

Anmerkungen. Klimaanpassungsverhaltensweisen sind kursiv geschrieben. Verhaltensweise 8 stellt eine aus Umweltsicht problematische Verhaltensweise dar und wurde so umkodiert, dass eine Zustimmung inhaltlich "Ich verzichte auf..." bedeutet. In der Spalte mit Bezeichnung δ ist ein Schätzwert für die Verhaltensschwierigkeit in der Einheit Logits aufgeführt. Je negativer ein Logit-Wert, desto leichter ein Verhalten, je positiver der Wert, desto schwieriger das Verhalten. Dies zeigt sich ebenso in den Umsetzungswahrscheinlichkeiten p .

Welche Verhaltensweisen sollten durch eine Kommunikationsstrategie angesprochen werden?

Eine Kampagne, die kostenintensive klimarelevante Verhaltensweisen anspricht, wird vergleichsweise wenige Personen erreichen, denn nur die Motivation Weniger wird stark genug sein, die hohen Verhaltenskosten in Kauf zu nehmen. Vielversprechender sind Verhaltensweisen mittlerer Schwierigkeit bzw. Kosten, also auch mittlerer Umsetzungswahrscheinlichkeit. Diese sind einerseits veränderungswürdig (weil von vielen noch nicht gezeigt), andererseits liegen sie für viele im Bereich des Möglichen (weil die durchschnittliche Motivation bei einigen doch schon ausreicht). Ein Beispiel hierfür wäre Urlaub in der Region. Dieser wird

mit geschätzten 33% bereits von vielen der Sachsen-Anhalterinnen und Sachsen-Anhalter gewählt. Das heißt, die vorhandene intrinsische Klimamotivation ist in der Lage, dieses Verhalten bei einem Drittel der Sachsen-Anhalterinnen und Sachsen-Anhalter hervorzubringen. Gleichzeitig besitzt dieses Verhalten mit 5-6% ein gewisses Veränderungspotential. So ließen sich mit einer erfolgreichen Kampagne im Idealfall entweder die Motivationssenkungen um 6% der Gesamtbevölkerung oder aber die Gesamtheit der Sachsen-Anhalterinnen und Sachsen-Anhalter um 5% den Motivationsspitzen angleichen (siehe Tabelle 1).

Gibt es Unterschiede in der Klimamotivation in Sachsen-Anhalt?

Durch Beobachtung des Verhaltens anderer erkennen wir die Verhaltensnormen unserer sozialen Umwelt. Entsprechend orientieren sich auch die meisten Personen an ihrer sozialen Umgebung, so dass sich über die Zeit hinweg Verhaltensmuster von Nachbarn angleichen. Das wiederum führt dazu, dass Verhaltensmuster innerhalb von Wahlbezirken ähnlicher werden, wohingegen Verhaltensmuster zwischen Wahlbezirken unterschiedlicher werden. Für 50 Wahlbezirke konnten dementsprechend spezifische Klimamotivationsniveaus bestimmt und als über-, unter- und durchschnittlich im landesweiten Vergleich klassifiziert werden. Dabei wurde die Motivationsstärke aller Personen in einem Wahlbezirk gemittelt und mit der mittleren Motivation in Sachsen-Anhalt verglichen. Wahlbezirke mit einer über- oder unterdurchschnittlichen Motivation weichen statistisch signifikant von der Sachsen-Anhalt-typischen Klimamotivation ab (vgl. Fußnote 2). Beispielhaft sei mit Abbildung 1 für die Stadt Magdeburg verdeutlicht, wie eine solche räumliche Verteilung aussieht. So zeichnet sich die Planetensiedlung durch eine vergleichsweise hohe Klimamotivation aus, wohingegen Neureform eine vergleichsweise geringe Klimamotivation aufweist.

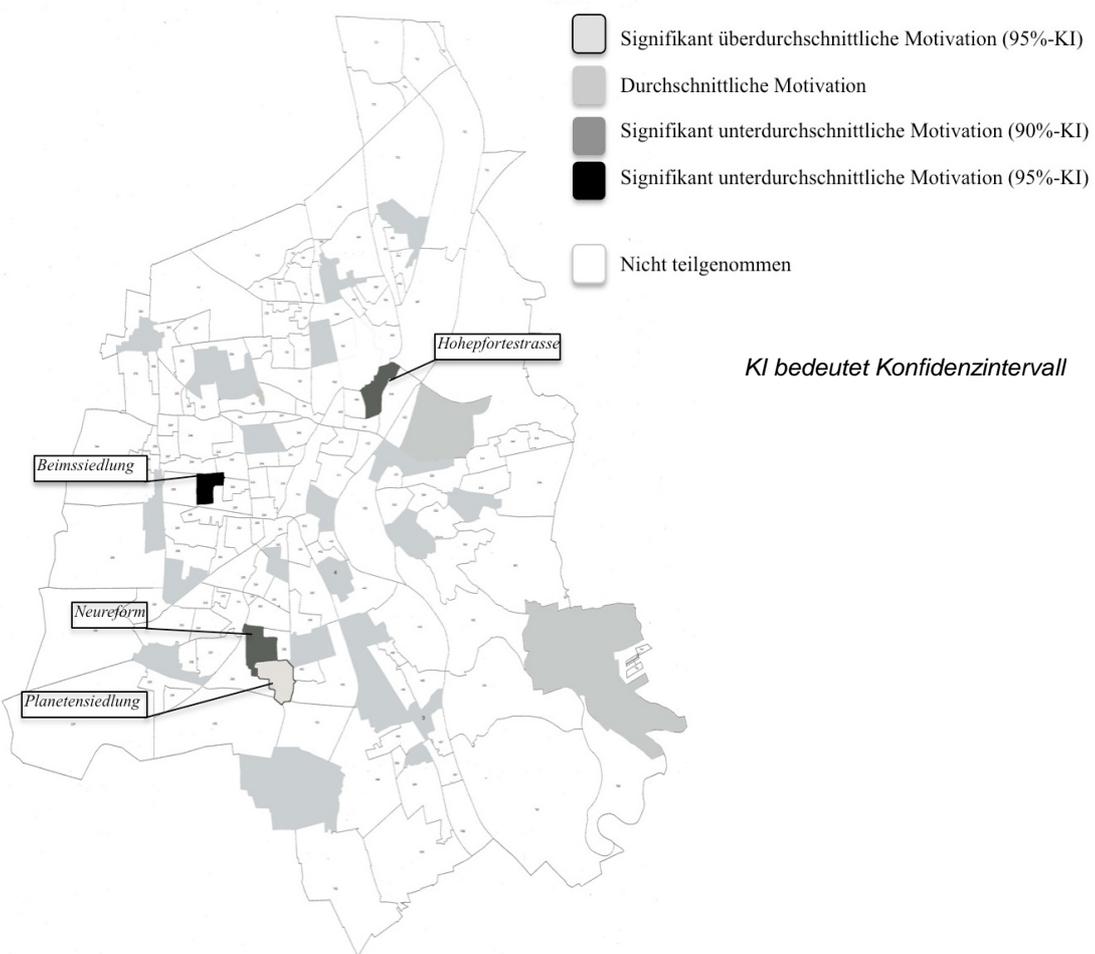


Abbildung 2: Räumliche Verteilung der Klimamotivation am Beispiel Magdeburgs.

8.2.1.2 Kommunikation extrinsischer sozialer Anreize für Klimaschutz u. -Anpassung

Auf der Grundlage dieser Information über die vorhandene intrinsische Klimamotivation – und damit über die vorhandenen Normen in Bezug auf klimaschützendes und klimaangepasstes Verhalten – in der Bevölkerung Sachsen-Anhalts sowie über die Klimamotivationsunterschiede in den Wahlbezirken entwickelten wir zwei Strategien zur Förderung individuellen Klimaschutzes und individueller Klimaanpassung mittels extrinsischer sozialer Anreize. Dazu gingen wir von folgenden Überlegungen aus. (a) Eine Steigerung des Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhaltens lässt sich dort am effizientesten erreichen, wo aktuell Verhaltensdefizite und somit Veränderungspotentiale bestehen. (b) Normativer Handlungsdruck entsteht einerseits dann, wenn eine im Hinblick auf Klimaschutz und -anpassung ungenügend handelnde Minderheit mit dem positiven Verhalten der Mehrheit konfrontiert wird. Andererseits entsteht normativer Handlungsdruck in Form sozialen Wettbewerbs über potentiellen Status- und Prestigegewinn, wenn das klimarelevante Verhalten einer idealtypischen Bezugsgruppe als erstrebenswert und lobenswert dargestellt wird. Die aus diesen Überlegungen abgeleiteten zwei Strategien wurden 2011 einem experimentellen Test unterzogen.

Welche sozialen Anreize motivieren Klimaschutz- und Klimaanpassungsverhalten?

Personen aus durchschnittlich und unterdurchschnittlich motivierten Wahlbezirken erhielten zweierlei Informationen: (a) Angaben zur relativen Klimamotivation des eigenen Wahlbezirks und (b) Angaben zu verschiedenen konkreten klimarelevanten Handlungsoptionen. Während den einen ihre Klimamotivation relativ zur Magdeburger Mehrheit dargestellt wurde, wurde den anderen ihre Klimamotivation relativ zur Planetensiedlung (einer Motivationsspitze) dargestellt. Entsprechend wurden auch die Handlungsoptionen als typisch für die Magdeburger bzw. für die Bewohner der Planetensiedlung präsentiert. Dabei stellte sich heraus, dass nicht das Mehrheitsverhalten und damit die Mehrheitsnorm Wirkung zeigte, sondern vielmehr die Vorgabe klimarelevanten Verhaltens einer idealtypischen Minderheit. Während sich also die Verhaltensnorm der Mehrheit widererwarten als nicht wirksam erwies, klimarelevantes Verhalten zu verbessern, erwies sich sozialer Wettbewerb über potentiellen Status- und Prestigegewinne als effektiv.

Können mehrere Verhaltensweisen gleichzeitig verändert werden?

Anders als in bisherigen Kampagnen zur Verhaltensänderung wurden im vorliegenden Fall gleichzeitig mehrere Verhaltensweisen parallel angesprochen und erfolgreich verändert. Verbesserte Verhaltenswahrscheinlichkeiten zeigten sich aber nicht nur in den konkret als Handlungsoptionen direkt angesprochenen, sondern auch in zahlreichen weiteren klimarelevanten Verhaltensweisen. Dies scheint dafür zu sprechen, dass durch die Vermittlung von mehreren Handlungsbeispielen eine Vorstellung davon geschaffen wird, was klimaschützendes bzw. klimaangepasstes Verhalten im Allgemeinen meint. Entsprechend scheinen die Verhaltenshinweise zu einem Übertrag (engl. spillover) auf andere nicht explizit erwähnte klimarelevante Verhaltensweisen zu führen.

8.2.1.3 Empfehlungen für eine Kommunikationsstrategie

Für eine Klimakampagne kann und sollte Information über das klimaschützende und klimaangepasste Verhalten besonders vorbildlicher Personengruppen in Form konkreter normativer Verhaltensvorgaben genutzt werden, um klimarelevantes Verhalten auf breiter Ebene zu verbessern. Der räumlichen Nähe zum Rollenmodell (der vorbildlichen Personengruppe) könnte dabei besondere Bedeutung zukommen, da diese Nähe den Wettbewerbscharakter verstärken dürfte. Unklar ist derzeit noch, wie überdauernd diese Verhaltenseffekte sind. Vermutet wird, dass extrinsische Motivationsstrategien über die Zeit ihre Wirkung verlieren

und entsprechend immer wieder aufgefrischt werden müssen. Etwas, das sich, wie wir denken, durch eine verbesserte intrinsische Klimamotivation erübrigen dürfte.

8.2.2. Bildungsstrategie zur Förderung klimaschützender und klimaangepasster

Motivation

Im Rahmen von Umweltbildungsmaßnahmen zur Erhöhung der intrinsischen Motivation für Klimaschutz und Klimaanpassung hat sich die Vermittlung von Umweltwissen zusammen mit der Förderung einer positiven Natureinstellung als vielversprechend herausgestellt.

8.2.2.1 Einfluss und Förderung von Umweltwissen

Umweltwissen als intellektuelle Kompetenz scheint eine zentrale Rolle zu spielen und notwendige Vorbedingung für klimarelevantes Handeln zu sein. Wissen trägt zum Problembewusstsein und -verständnis bei und bildet die Basis einer intrinsischen Motivation, indem Sinnhaftigkeit, Grund und Ziel der umwelt- bzw. klimarelevanten Handlungen nachvollzogen werden können. Drei Arten von Wissen können unterschieden werden: *Umweltsystem-, Handlungs- und Wirksamkeitswissen*. Mit *Umweltsystemwissen* ist ein Verständnis der Zusammenhänge in Ökosystemen sowie möglicher Ursachen von Umweltproblemen und -veränderungen gemeint (z.B. Wissen über die atmosphärischen Auswirkungen der CO₂-Emission). *Handlungswissen* bezieht sich einerseits auf mögliche Handlungsoptionen, andererseits auf das konkrete Ausführen von Handlungen (z.B. Wissen über richtiges Recyclingverhalten). *Wirksamkeitswissen* schließlich entspricht der Kenntnis des Klimaschutz- bzw. Klimaanpassungspotentials verschiedener Verhaltensweisen (z.B. ihre relative CO₂-Ersparnis).

Wie hängen diese drei Wissensarten zusammen?

Umweltsystemwissen kann Personen Gründe liefern, nach Handlungswissen und Wirksamkeitswissen zu suchen. Handlungswissen bildet seinerseits die Grundlage für den Erwerb von Wirksamkeitswissen und beeinflusst gleichzeitig das tatsächliche klimarelevante Handeln, welches zusätzlich auch vom vorhandenen Wirksamkeitswissen abhängt. Um aus Klimaschutzgründen den Bus für den Weg zur Arbeit dem Auto vorzuziehen, ist es entsprechend wichtig zu wissen, dass Mobilität mit CO₂-Emissionen zusammenhängt, die wiederum den Klimawandel maßgeblich mit verursachen. Daraus kann der Wunsch entstehen, mehr über verschiedene Verkehrsmittel und ihre CO₂-Bilanz zu erfahren. Handlungswissen über konkrete Transportmöglichkeiten sowie Wirksamkeitswissen über damit verbundene CO₂-Einsparungen beeinflussen also letztlich die Entscheidung einer Person darüber, ob sie z.B. den Bus oder das Auto für den Arbeitsweg nutzt.

Wie kann Umweltwissen gefördert werden?

Die Universität Bayreuth hat verschiedene Bildungsmodule für Schülerinnen und Schüler entwickelt, die im Rahmen von außerschulisch durchgeführten Projekttagen auf die Förderung des Umweltwissens abzielen. Neben einer Erhöhung des Wissensniveaus der drei Wissensarten liegt ein besonderer Fokus auf deren Integration, da eine integrative Vermittlung den Wissensaneignungsprozess beschleunigen dürfte.³³

³³ Die Zunahme des Wissens spiegelt sich in einer signifikanten Verbesserung des mittleren Wissens wider. Die zunehmende Integration der drei Wissensarten zeigt sich in der Erhöhung des Zusammenhangs - der sogenannten Korrelation - der drei Wissensarten.

8.2.2.2 Einfluss und Förderung einer positiven Natureinstellung

Neben Wissen bedarf es jedoch auch motivierender Komponenten, um klimarelevantes Handeln zu befördern und um es sich zu Eigen zu machen. Eine positive *Natureinstellung* stellt eine solche Motivationskomponente dar, die für Bildungsmaßnahmen zugänglich scheint. Mit einer positiven Natureinstellung ist die Wertschätzung der natürlichen Umwelt sowie der eigenen Erfahrungen in und mit der Natur gemeint. Die individuelle Natureinstellung und klimarelevantes Handeln stehen ihrerseits im Zusammenhang; das heißt je positiver die Einstellung gegenüber der Natur, desto stärker ausgeprägt auch das Handeln zu ihrem Schutz.³⁴

Wie entsteht eine positive Natureinstellung?

Die Möglichkeit für Kontakt mit und Erfahrungen in der Natur scheint eine Voraussetzung für die Entwicklung einer positiven Natureinstellung zu sein. Darüber hinaus spielt es eine entscheidende Rolle, dass diese Möglichkeiten auch tatsächlich genutzt werden. Es lässt sich vermuten, dass eine positive Natureinstellung aus aktiv genutzten Erfahrungen durch die Assoziation positiver Erlebnisse mit der Natur entsteht (sogenannte Konditionierungsprozesse). Solche Erlebnisse können beispielsweise Erholung, Entspannung, Abwechslung vom Alltag, oder schlicht Genuss und Freude an der Naturerfahrung sein.

Wie wirkt nun aber eine positive Natureinstellung auf klimarelevantes Verhalten?

Eine positive Natureinstellung, so wird erwartet, führt zu einem verstärkten Bedürfnis, mehr über das System Umwelt zu erfahren. Systemwissen über die Natur und dadurch möglicherweise ausgelöste Faszination wiederum führen zu einer positiveren Natureinstellung und darüber zu einem verstärkten Wunsch diese Natur zu erhalten und die Umwelt zu schützen. Personen mit einer positiven Natureinstellung sollten deshalb verstärkt für die Aneignung von Handlungs- und Wirksamkeitswissen motiviert sein, um dementsprechendes schützendes Verhalten zeigen zu können. Erste Hinweise auf die Gültigkeit der genannten Zusammenhänge konnten in einer Studie mit Schülern bereits gefunden werden.

Wie kann die Natureinstellung gefördert werden?

Naturkontakte und aktive Erfahrungen in der Natur lassen sich auf unterschiedliche Weise in den schulischen Alltag integrieren. Dazu kann z.B. Bildung naturnah angelegt (z.B. in Nationalparks) und durch positive Naturerfahrungen in spielerischer Art ergänzt werden.

8.2.2.3 Empfehlungen für eine Bildungsstrategie

Aus unseren Forschungsergebnissen lässt sich die Empfehlung ableiten, auch in Sachsen-Anhalt Bildungsprogramme zur Förderung von Umweltwissen und positiver Natureinstellung zu entwickeln und zu implementieren. Um anhaltende Effekte zu erzielen, ist es insbesondere notwendig, die bisher primär im Rahmen außerschulischer Projektstage erprobten Ansätze in den regulären schulischen Alltag zu integrieren. Diese Strategie hat das Potential, ein größeres Verständnis und Erleben der Sinnhaftigkeit notwendiger Verhaltensveränderungen zu erreichen. Sie gibt Menschen auf kognitiver und motivationaler Ebene Gründe, Klimaschutz und Klimaanpassung als Ziel zu verfolgen und dementsprechend zu handeln.

³⁴ Das statistische Maß für Zusammenhänge ist die Korrelation r . Sie kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Zwischen individueller Natureinstellung und klimarelevantem Handeln erwies sich der Zusammenhang mehrfach als stark. Er liegt zwischen $r = .51$ und $r = .53$.

8.3. Untersuchungs- und Forschungsbedarf

- Vergleich der relativen Wirksamkeit extrinsischer und intrinsischer Motivationsstrategien über längere Zeiträume hinweg
- Weiterentwicklung und Evaluation von kombinierten Bildungsprogrammen zur parallelen Förderung von Umweltwissen und Natureinstellung
- Übertragung der Bildungsmaßnahmen von Projekttagen auf Module für den regulären schulischen Unterricht mit begleitender Evaluation

9. Ökonomische Beurteilung von Anpassungsmaßnahmen

Bei der Ermittlung der ökonomischen Kosten und Nutzen der Anpassung an den Klimawandel müssen unterschiedliche Kostenkategorien untersucht werden. insbesondere gilt dies für

- (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.

Nur unter Nutzung von Zukunftsszenarios lassen sich mögliche Kosten und Nutzen des Klimawandels und von denkbaren Anpassungsstrategien abschätzen. Die Durchführung von derartigen Analysen setzt voraus, dass auf regionaler Ebene entsprechende Informationen zu den durch geeignete Anpassungsmaßnahmen verursachte Aufwendungen sowie deren (schadensmindernder) Wirkung vorliegen. Die Bereitstellung dieser Informationen ist in zahlreichen Sektoren von der Schaffung entsprechender Infrastrukturen zur Datenerfassung abhängig.

9.1. Die Kosten und Nutzen des Klimawandels

Abschätzungen zu den Kosten von Klimafolgen auf regionaler Ebene liegen bislang nur in einem unzureichenden Maße vor und zeigen große Unsicherheiten. Dies hat das Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt geförderte und am Helmholtz Zentrum für Umweltforschung durchgeführtes Projekt³⁵ „Innovative Ansätze der ökonomischen Anpassungsforschung mit Bezug zu Sachsen-Anhalt“ (Förderkennzeichen: U05/2009) bestätigt. Eine Zusammenschau der verfügbaren Studien zu Kosten und Nutzen des Klimawandels auf regionaler Ebene hat dabei gezeigt, dass die Methoden durchgängig „top down“ sind, d.h. sie ermitteln vorrangig die vermiedenen Schäden auf regionaler Ebene aus einer globalen Perspektive durch ein sogenanntes „dynamisches Downscaling“. Daraus resultieren große Unterschiede in der ökonomischen Abschätzung regionaler Klimafolgen. 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 Euro³⁶). Andere Studien, z. B. des Max-Planck-Instituts für Meteorologie und des Umweltbundesamts kommen zu weit- aus 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

³⁵Der Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben ist verfügbar unter http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Master-Bibliothek/Landwirtschaft_und_Umwelt/K/Klimaschutz/Klimawandel/UFZ-Bericht_052011.pdf

³⁶C. Kemfert (2007): Klimawandel kostet die deutsche Volkswirtschaft Milliarden, Wochenbericht des DIW Berlin 11/2007, S. 165-169 (http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.55814.de/07-11-1.pdf)

Wirtschaftskraft größte Last des Klimawandels in Deutschland trifft damit das Land Sachsen-Anhalt. (Siehe hierzu auch Punkt 4.9. Regionale Wirtschaft)

Es hat sich gezeigt, dass zur Kostenermittlung in Sachsen-Anhalt ein „bottom up“ Ansatz in einzelnen Sektoren wie dem Wasserbereich (Gebhardt und Hansjürgens 2011) zielführend sein kann. Die Qualität der Ergebnisse ist dabei maßgeblich von der Verfügbarkeit und Zugänglichkeit regionaler Daten abhängig.

9.2. 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 und anderen Wechselwirkungen mit anderen Politikfeldern und Sektoren) schwer zu-rechenbar. Auf nationaler Ebene lassen sich Kosten und Nutzen des Klimawandels nicht exakt berechnen, da Anpassungsziele in bereits bestehende Politikfelder wie Hochwasser-management und Naturschutz integriert werden, in der Regel auf regionaler Ebene umgesetzt werden und damit verbunden Kosten und Nutzen oftmals Nebengewinn anderer Maßnahmen sind (Beck et al. 2011). Aus Mittelverfügungen für den Maßnahmenkatalog des Klimaprogramms für Bayern³⁷ (2007) 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 in dieser frühen Phase. Dieses Verhältnis wird sich im Zuge der Beschleunigung des Klimawandels deutlich zugunsten der Ausgaben für die Anpassung verändern.

9.3. Kosten zur Schadensbeseitigung bzw. -begrenzung und Kosten der verbleibenden Schäden

Vor dem Hintergrund des Ausmaßes der durch den Klimawandel potentiell zu erwartenden Kosten sowie deren ungleicher Verteilung werden die verbleibenden Schäden nach Durchführung der Anpassungsmaßnahmen 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 Klimaänderung 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.

³⁷ <http://www.bayern.de/Anlage2093555/Klimaprogramm%20Bayern%202020.pdf>

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 können neben der traditionellen Kosten-Nutzen-Analyse auch weitere Methoden wie Multikriterienverfahren und Risikoanalysen berücksichtigt werden. Dies war Gegenstand des vom Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt geförderten Projektes "Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt". 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.³⁸

Weiterer Forschungsbedarf

Zur besseren Erfassung und zur Analyse von Wechselwirkungen zwischen Ökosystemdienstleistungen ist die Entwicklung von neuen Forschungsprojekten notwendig. Diese sollten sowohl die Entwicklung von Erfassungs-, Monitoring- und Indikatorsystemen zum Inhalt haben als auch Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Ökosystemdienstleistungen unter dem Einfluss des Klimawandels analysieren und quantifizieren. Grundlage hierfür bilden die Arbeiten am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Kooperation mit dem Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv).

³⁸ Quellen:

1) Beck, S., Bovet, J., Baasch, S., Reiß, P. Görg, G. (2011): Synergien und Konflikte von Anpassungsstrategien und -maßnahmen. Förderkennzeichen (FKZ 3709 41 126). Climate Change Nr. 18/2011. UBA-FBNr: 001514. Dessau/ Berlin.
2) Gebhardt, O. und Hansjürgens, B. (2011): Kosten der Klimaanpassung im Wasserbereich. Ein Bottom-up-Ansatz am Beispiel Sachsen-Anhalts. Wasser und Abfall 13 (7-8), 14 - 18

10. 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.

11. Informationen zu Risiken, Risikogebieten und Karten

Im Internet sind u. a. entsprechende Informationen abrufbar:

- zu Wasser:

<http://www.sachsen-anhalt.de/index.php?id=47910>

<http://www.sachsen-anhalt.de/index.php?id=2032>

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LAU/Wir_ueber_uns/Publikationen/Berichte_des_LAU/Dateien/Berichte_LAU_2013_5_Band_1.pdf

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_MLU/PDF/hwrmrl_stufe1_bericht_lhw_111004_01.pdf

- zur menschlichen Gesundheit:

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LAV/Start_LAV/Publikationen/Hygiene/flyer_ambrosie.pdf

<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript235.pdf>

http://pflanzenegesundheit.jki.bund.de/dokumente/upload/171e4_2010wachter.pdf

<http://www.ambrosiainfo.de/53223897640d5c602/index.html>

http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_GF/FG_EPS/Karte%20Verbreitung%20EPS%20D%20April2013.pdf

- zum Trockenstressrisiko einzelner Baumarten:

http://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Verwaltung/Publikationen/2011/Spellmann_et_al_AFZ-2011-11_19-23.pdf

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LAU/Wir_ueber_uns/Publikationen/Berichte_des_LAU/Dateien/Berichte_LAU_2013_2.pdf

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LAU/Wir_ueber_uns/Publikationen/Berichte_des_LAU/Dateien/Berichte_LAU_2013_8.pdf

- zur Erosionsgefährdung:

http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek_Politik_und_Verwaltung/Bibliothek_LLFG/dokumente/Acker_und_Pflanzenbau/Fruchtfolge_und_Bodenkultur/Ackerbautagungen/abt07_schroedter.pdf

Auf die explizite Darstellung von Risikokarten und Risikogebieten zu vorgenannten Problemstellungen wird in der Anpassungsstrategie aus Gründen der Aktualisierung, der Bestandspflege sowie der Vermeidung von Missverständnissen verzichtet. Zum aktuellen Stand verfügbarer Dokumente sollte auf die Internetseiten der jeweiligen Einrichtungen zurückgegriffen werden.

Glossar

ADF

Acid Detergent Fiber = in sauren Detergentien unlösliche Fasern

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

EPLR

Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum

Evapotranspiration

Wasserverlust aus einem Gebiet durch Verdunstung in die Atmosphäre. Sie setzt sich zusammen aus Evaporation (Verdunstung von Boden- und freien Wasseroberflächen) und Transpiration (Wasserabgabe von Pflanzen und ggf. Tieren).

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 unbebauten 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

LEADER

Es ist die Abkürzung für „Liason Entre action de developement d l' economie rural“ und wird übersetzt mit „Verbindung zwischen Aktionen zur Entwicklung des ländlichen Raumes“. Lea-

der ist ein methodischer Ansatz der Regionalentwicklung, der es lokalen Akteuren ermöglicht, regionale Prozesse mit zu gestalten.

Lysimeter

Sind Behälter, die Bodenkörper und Bodenmonolithe enthalten. Sie dienen 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.

NDF

Neutral Detergent Fiber = in neutralen Detergentien unlösliche Fasern

NFC

verbliebene leicht lösliche Zellinhalts-Kohlenhydrate des Futtermittels werden wie bei der Weender-Analyse als Differenz berechnet und sind in diesem System als Non-Fiber Carbohydrates bezeichnet.

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 Bodenzustandserhebung Wald, Dauerversuche, Profile zur Bodenzustandserfassung.

REKLI Sachsen-Anhalt

Regionale Klimadatenbank Sachsen-Anhalt

Datenbank über meteorologische Beobachtungsdaten des Deutschen Wetterdienstes für Sachsen-Anhalt

ReKIS

Klimainformationssystem der Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen; in ReKIS werden ausgewählte Ergebnisse zu speziellen Auswertungen und Modellvergleichen für verschiedene Klimaparameter zur Verfügung gestellt

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 / WETTREG2010

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.

Anlagen

Anlage 1: ***Klima-Biomonitoring***

Nach dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand ist davon auszugehen, dass die derzeit erkennbaren Klimaänderungen weiter fortschreiten und sich noch verstärken werden. Aus diesem Grund werden gegenüber Veränderungen der klimatischen Situation empfindliche Bereiche besonders betroffen sein. Dies macht es erforderlich, geeignete Bioindikationsmethoden (Klima-Bioindikation) einzusetzen, um die Veränderungen in der belebten Umwelt zu detektieren.

Biologische Reaktionen auf den voranschreitenden Klimawandel spiegeln sich u.a. in den Eintrittsterminen jahreszeitlicher Entwicklungsstufen von Pflanzen und Tieren artspezifisch wider. In diesem Zusammenhang erlangen phänologische Beobachtungen eine zunehmende Bedeutung.

Unter Phänologie ist die Lehre von den im Jahresverlauf wiederkehrenden biologischen Phasen zu verstehen. Phänologische Beobachtungen können auf sehr anschauliche und leicht verständliche Weise aufzeigen, welche Auswirkungen Witterung und Klimaänderungen auf die Entwicklungszyklen von Pflanzen und Tieren haben. Dabei werden die Zeitpunkte von z. B. Blattentfaltung, Blühbeginn, Fruchtreife, Laubverfärbung, Blattabfall bei Pflanzen oder das Zugverhalten von Vögeln beobachtet, in Zeitreihen erfasst und ausgewertet.

Neben der Auswertung der vom Deutschen Wetterdienst (DWD) erfassten phänologischen Daten (z. B. Blüte des Schneeglöckchens; Blühbeginn von Apfel, Flieder und Holunder; Blüte der Winterlinde; Reife der Johannisbeeren; Blüte der Herbstzeitlose; Beginn des allgemeinen Laubfalls) erfolgt eine Erfassung phänologischer Parameter im Rahmen eines Monitorings mediterraner Orchideenarten in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Heimischer Orchideen (AHO) Sachsen-Anhalt. Zusätzlich werden mit der Einrichtung des Phänologischen Gartens Roßla die Beobachtungen auf ein internationales Niveau angehoben.

Anlage 2: Phänologischer Garten Roßla

Dieser neu eingerichtete Phänologische Garten in Roßla vereint die beiden unterschiedlichen internationalen Standards, den „International Phenological Gardens of Europe“ (IPG) und das „Global Phenological Monitoring“ (GPM).

Das internationale phänologische Beobachtungsprogramm (IPG) ist auf die Untersuchung möglicher Folgen klimatischer Veränderungen auf Waldökosysteme ausgerichtet. Hierfür stehen 20 Baum- und Straucharten, u. a. Kiefer, Lärche, Fichte, Rotbuche, Zitter-Pappel, Eberesche, verschiedene Weidenarten, Schwarzer Holunder und Hasel zur Verfügung. Zum europaweiten Beobachtungsnetz der Internationalen Phänologischen Gärten (IPG) Europas gehörten im Jahr 2010 89 Stationen in 18 Europäischen Staaten, welche verschiedene klimatische Regionen abdecken.

Noch stärker standardisiert ist das Global Phenological Monitoring Programm (GPM). Dieses Programm ist in ein Standard- und ein spezielles Blühphasenprogramm unterteilt, welches die Pflanzung von 16 Arten und Sorten, darunter Obstgehölze, Ziersträucher und Schneeglöckchen, vorsieht.

Die für beide Beobachtungsprogramme vorgesehenen Pflanzen werden in speziellen Muttergärten gewonnen, sind genetisch identisch und machen so die Beobachtungsergebnisse aller Phänologischen Gärten vergleichbar. Die Koordination der Phänologischen Gärten obliegt der Humboldt-Universität Berlin.

Die Betreuung und Pflege des Gartens in Roßla erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Grundstückseigentümer, der Gemeinde Südharz. Von Mitarbeitern der Verwaltung des Biosphärenreservates „Karstlandschaft Südharz“ wird seit dem Jahr 2011 die regelmäßige Erfassung und Aufarbeitung der Daten vorgenommen.

In der Nachbarschaft des Phänologischen Gartens wurde vom Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt die Klimamessstation „Goldene Aue“ am Ortsrand der Gemeinde Roßla in Betrieb genommen. Diese erfasst kontinuierlich die meteorologischen Kenngrößen und ist damit eine grundlegende Voraussetzung für die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen phänologischen Beobachtungsdaten und möglichen Klimaänderungen.

Anlage 3: Dauerbeobachtungsflächen in Populationen mediterraner Orchideenarten

Die drei im Rahmen des Monitorings bearbeiteten Orchideenarten Ohnsporn (*Aceras anthropophorum*), Bienenragwurz (*Ophrys apifera*) und Spinnenragwurz (*Ophrys sphegodes*) erreichen in Sachsen-Anhalt jeweils ihre äußerste nordöstliche Arealgrenze und zeichnen sich durch ihr sehr ähnliches atlantisch-submediterranes Verbreitungsgebiet aus.

In den zu untersuchenden Populationen werden ein bis vier Dauerbeobachtungsflächen mit einer Größe zwischen einem und mehreren Quadratmetern angelegt. Sowohl die Größe als auch die Anzahl orientiert sich an den spezifischen Verhältnissen innerhalb der Population. Es sollen repräsentative Ausschnitte abgebildet und eine statistisch auswertbare Anzahl von Individuen erfasst werden. Größere Pflanzencluster ermöglichen keine gesicherte individuelle Zuordnung und sind deshalb nach Möglichkeit nicht in die Flächenauswahl einzubeziehen.

Über einen längeren Zeitraum hinweg ergeben sich somit als Klimaindikator verwendbare auswertbare Datenreihen zur Entwicklung der Einzelindividuen sowie zur Populationsdynamik. Fixe Aufnahmetermine lassen Veränderungen im phänologischen Verhalten erkennen. Die Anlage der Monitoringflächen und die ersten Datenerfassungen erfolgten im Jahr 2008.

Das Monitoring umfasst folgende Leistungen:

- Anlage von Dauerbeobachtungsflächen für jeweils eine Population der o. g. Arten
- Aufnahme phänologischer und individueller Parameter (Blattaustrieb, Vitalität im Frühjahr, Blüte und Samenansatz) an vier definierten Terminen im Jahr
- Erstellen einer Flächencharakteristik je Population und
- Vegetationsaufnahmen nach BRAUN_BLAQUET,
- Analyse der Bestandessituation in Sachsen-Anhalt der untersuchten Arten,
- Sicherstellung eines stabilen Biotopzustandes.

Quelle:

Meysel et al. (2008): Abschlussbericht zur Anlage und Betreuung von Dauerbeobachtungsflächen mediterraner Orchideenarten; Arbeitskreis Heimische Orchideen Sachsen-Anhalt e.V. im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt

Anlage 4: Phänologische Daten im Vergleich mit Klimadaten Sachsen- Anhalts und ein möglicher Einfluss des Klimawandels auf die Pflanzenphänologie

Untersuchungen haben ergeben, dass bereits gegenwärtig eine deutliche Verschiebung ausgewählter pflanzenphänologischer Phasen für den Zeitraum 1951 - 2006 zu beobachten sind (Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 2009³⁹). Auch eine Verlängerung der phänologischen Vegetationsperiode konnte festgestellt werden. Der Nachweis des Einflusses des globalen Klimawandels darauf wurde in einer weiteren Studie erbracht (SCHEFFLER, 2010⁴⁰). In dieser wurden Daten der Klimadatenbank Sachsen-Anhalts sowie verschiedene spezifische Eigenschaften der Naturraumgruppen miteinander verglichen. Eine ausgeprägte pflanzliche Reaktion auf Veränderungen von Lufttemperaturen konnte dabei nachgewiesen werden. Aufgrund steigender Temperaturen zeigt sich in Sachsen-Anhalt schon jetzt, dass

- eine deutliche Verfrühung der phänologischen Frühlingsphase
- ein späterer Beginn der Spätherbstphase (Blattverfärbung der Stieleiche)
- eine Verlängerung sowohl der thermischen als auch der phänologischen Vegetationsperiode für verschiedene Naturraumgruppen
- ein Einfluss von Spätfrösten auf die Pflanzenphänologie eintritt.

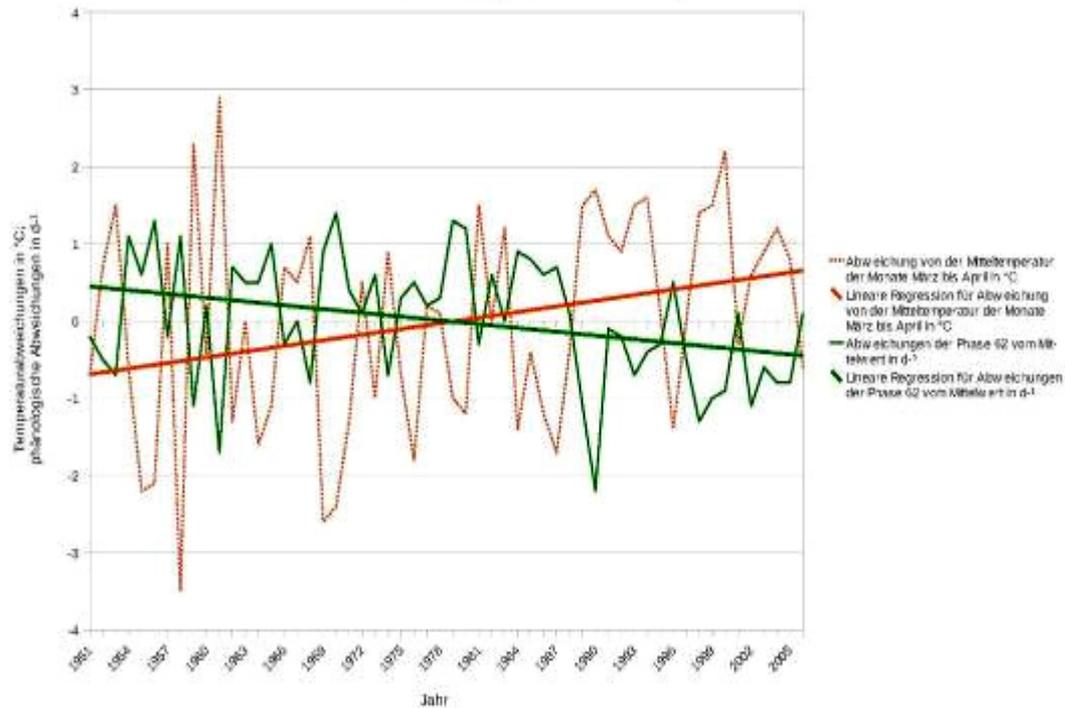
³⁹ Scheffler, Alexander (2009): „Auswertung phänologischer Daten des DWD für Sachsen-Anhalt“, Bericht zum außeruniversitären Berufspraktikum, Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

⁴⁰ Scheffler, Alexander (2010): „Phänologische Daten im Vergleich mit der Klimadatenbank Sachsen-Anhalt und möglicher Einfluss des Klimawandels auf die Pflanzenphänologie“, Diplomarbeit, Martin Luther Universität Halle-Wittenberg

Phänologie und Obstbau I: Blüte des frühreifenden Apfels

Abweichungen der Blüte des frühreifenden Apfels und der mittleren Lufttemperatur

(Naturraumgruppe 50, Zeitraum 1951-2006)



Eine Beeinflussung des Beginns der phänologischen Phasen durch das monatliche Niederschlagsangebot ist zwar vorhanden, jedoch deutlich schwächer ausgeprägt als der Einfluss der Temperatur. Mit zunehmender Anzahl von Sommertagen und heißen Tagen treten Verzögerungen im Beginn verschiedener Sommer- und Herbstphasen durch Hitzestresserscheinungen auf. Diese Trends werden sich auch in Zukunft fortsetzen und möglicherweise sogar verstärken.

Anlage 5:
Zukünftige Aufgaben für den Bereich Klima-Biomonitoring

Es gilt, die für globale Entwicklungen bereits bestehenden Erkenntnisse auf konkrete Maßnahmen der regionalen Ebene anzuwenden. Kenntnislücken können durch Biomonitoring geschlossen werden. Mit Hilfe von Bioindikatoren, die besonders empfindlich auf Veränderungen von Klimaparametern reagieren, sollten langfristig mögliche Auswirkungen des Klimawandels beobachtet werden. Zur zukünftigen Entwicklung der Verschiebung der phänologischen Phasen müssen weitere Untersuchungen erfolgen.