

Expertise Nr. 2: Analyse von Daten und Standards für die regionalplanerische Klimaanpassung

BBSR-Forschungsvorhaben

Modellvorhaben der Raumordnung (MORO):

Regionen aktiv im Klimawandel unterstützen – Transfer KlimaMORO

Aktenzeichen: 10.05.06-14.13

Auftragnehmer:



Raum & Energie, Institut für Planung, Kommunikation und Prozessmanagement GmbH

Katrin Fahrenkrug M.A., Dipl.-Geogr. Lutke Blecken
Hafenstraße 39, 22880 Wedel
Tel: 04103 – 16041 | Fax: 04103 – 2981
Mail: institut@raum-energie.de
www.raum-energie.de

in Zusammenarbeit mit der



HafenCity Universität
Hamburg

HafenCity Universität Hamburg, Fachgebiet Stadtplanung und Regionalentwicklung

Prof. Dr.-Ing. Jörg Knieling M.A., Dr.-Ing. Thomas Zimmermann
Überseeallee 16, 20457 Hamburg
Tel: 040 - 42827 4525 | Fax: 040 – 42827 4516
Mail: thomas.zimmermann@hcu-hamburg.de
www.hcu-hamburg.de/research/arbeitsgebiete/joerg-knieling/joerg-knieling

Wedel/Hamburg, 08.11.2016

Inhalt

1	Vorbemerkung	1
2	Regionale Klimafolgenbewertung	2
2.1	Südwestthüringen	2
2.1.1	Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten	2
2.1.2	Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen.....	3
2.1.3	Regionale Wasserknappheit.....	4
2.1.4	Veränderungen im Tourismusverhalten.....	5
2.2	Leipzig-West Sachsen	6
2.2.1	Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten	7
2.2.2	Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen.....	7
2.2.3	Regionale Wasserknappheit.....	9
2.2.4	Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen	10
2.3	Vergleichende Gegenüberstellung der Klimafolgenbewertungen für die Regionen Südwestthüringen und Leipzig-West Sachsen.....	11
3	Datengrundlagen für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten in den MKRO- Handlungsfeldern in kürzlich erarbeiteten Regionalplänen/sectoralen Fachplanungen	14
3.1	Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen	14
3.2	Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten	15
3.3	Regionale Wasserknappheit.....	18
3.4	Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen	19
3.5	Schutz und Aufforstung von Wäldern	20
3.6	Multifunktionale Raumordnungsgebiete	21
4	Informationsangebote von Bund und Ländern	23
4.1	Klimadaten auf der Ebene des Bundes	23
4.2	Klimadaten der Länder.....	24
5	Fazit.....	27
6	Quellenverzeichnis.....	30

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1:	Vulnerabilität gegenüber Hitzefolgen in der Stadtregion Leipzig.....	6
--------------	--	---

Tabellen

Tabelle 1:	Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten	3
Tabelle 2:	Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen.....	4
Tabelle 3:	Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Regionale Wasserknappheit ...	4
Tabelle 4:	Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Veränderungen im Tourismusverhalten.....	5
Tabelle 5:	Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten	7
Tabelle 6:	Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen.....	8
Tabelle 7:	Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Regionale Wasserknappheit	9
Tabelle 8:	Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen.....	10
Tabelle 9:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Freihaltung von Frei- und Kaltluftschneisen	14
Tabelle 10:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – klimatische Komfortinseln	15
Tabelle 11:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Sicherung Retentionsraum und Wasserrückhalt	16
Tabelle 12:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Risikovorsorge im Hochwasserfall	17
Tabelle 13:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Grundwasserschutz.....	19
Tabelle 14:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Biotopverbund	20
Tabelle 15:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Waldschutz und -mehrung.....	21
Tabelle 16:	Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Multifunktionale Grünzüge	22
Tabelle 17:	Vom Bund zur Verfügung gestellte Klimadaten	24
Tabelle 18:	Auswahl von den Ländern zur Verfügung gestellten Klimadaten.....	25

Abkürzungsverzeichnis

BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
FFH	Flora-Fauna-Habitat
GEP	Gebietsentwicklungsplan
HQ*	Hochwasserereignis
IMPAKT	Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LEP	Landesentwicklungsplan
LfUG bzw. LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
MORO	Modellvorhaben der Raumordnung
NN	Normalnull
SPA	Special Protection Area
TLUG	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TMFUN	Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz

1 Vorbemerkung

Für einen vorsorgenden Umgang mit den Folgen des Klimawandels misst die Bundesregierung (2008: 29) der Raum-, Regional- und Bauleitplanung eine wichtige Bedeutung bei. Sogenannte Anpassungsstrategien und -maßnahmen sind vielfach in einen überörtlichen, häufig regionalen Rahmen einzubinden. Sie sollten daher auf einer überörtlichen Handlungsebene entwickelt, formuliert und umgesetzt werden (RITTER 2007; FROMMER 2009; MEYER/OVERBECK 2009). Für diese Aufgabe ist die Regionalplanung prädestiniert. Der formelle Regionalplan gilt als das Hauptinstrument der regionalen Raumordnung (SCHMITZ 2005: 970). Zur Erprobung regionalplanerischer Handlungsmöglichkeiten erarbeiteten im KlimaMORO (Modellvorhaben der Raumordnung) Regionen in den vergangenen acht Jahren Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Inzwischen liegen erste Regionalplanentwürfe vor, welche die Ergebnisse des KlimaMORO – insbesondere die systematische Analyse der Betroffenheit von den Folgen des Klimawandels – berücksichtigen.

Als eine Herausforderung für regionalplanerische Festlegungen zur Klimaanpassung wird häufig die Ungewissheit über zukünftige klimatische Bedingungen benannt (BMVBS/BBSR 2013: 31). Dem kann entgegengehalten werden, dass der Umgang mit unsicheren zukünftigen Rahmenbedingungen ein grundlegender Bestandteil von Planung ist (CHRISTENSEN 1985, GUNDER/HILLIER 2009: 185). Dies gilt dementsprechend auch für die Regionalplanung. In ihrem historisch bedingten Kernaufgabenfeld – der Steuerung der Siedlungsentwicklung – ist sie von Beginn an mit Unsicherheiten über zukünftige Flächenbedarfe verschiedener Nutzungen konfrontiert, die aus einer nicht Vorhersehbarkeit zukünftiger sozioökonomischer Entwicklungen resultieren. Im Hinblick auf den Umgang mit den Folgen des Klimawandels kommt das KlimaMORO zu dem Ergebnis, dass abwägungsfest ausgewiesene Raumordnungsgebiete in den Handlungsfeldern der Klimaanpassung auf Modellierungen und Projektionen beruhen können. Daraus resultiert, dass im Erstellungsprozess des Regionalplans bereits vorhandenes Wissen genutzt und in die Abwägung einzubringen ist. Transparent darzulegen sind dabei die verwendeten Methoden und die genutzten Standards (BMVBS 2014: 79 f.). Die Generierung einer belastbaren Wissensbasis nennt das Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenanpassung (BMVBS/BBSR 2013: 34) dementsprechend als Erste mehrerer Strategien zum Umgang mit den Unsicherheiten über zukünftige klimatische Veränderungen.

Die vorliegende Expertise verfolgt daher das Ziel, Kriterien und Standards von Datengrundlagen zu bestimmen, an denen sich die Planungspraxis orientieren kann, um in Regionalplänen Raumordnungsgebiete in den Handlungsfeldern der Klimaanpassung festzulegen. Dabei werden drei Ansätze verfolgt: Erstens werden das Vorgehen und verwendete Datenquellen regionaler Klimafolgenbewertungen beschrieben. Zweitens wird auf Datengrundlagen und Kriterien, auf die bei der Abgrenzung von Raumordnungsgebieten in Regionalplänen zurückgegriffen wird, eingegangen. Drittens wurden Datengrundlagen zur Klimaanpassung, die von Seiten des Bundes und der Länder bereitgestellt werden, dahingehend bewertet, inwieweit sie für die Festlegung von Raumordnungsgebieten nutzbar sind. Gegliedert ist die Darstellung der drei Themen nach den Handlungsfeldern der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels (MKRO 2013). Das Fazit skizziert Kriterien und Datenstandards, auf denen die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten zur Klimaanpassung beruhen kann.

2 Regionale Klimafolgenbewertung

Regionale Klimafolgenbewertungen bilden eine Möglichkeit, räumlich differenzierte Daten zu generieren, um Raumordnungsgebiete abzugrenzen. Das folgende Kapitel analysiert daher die Untersuchung für das Energie- und Klimakonzept der Region Südwestthüringen sowie die Vulnerabilitätsanalyse der Planungsregion Leipzig-West Sachsen. Neben den Kriterien für die Abgrenzung betroffener Bereiche geht das Kapitel auf die betrachteten Fragestellungen, die verwendeten Datengrundlagen und die erzielten räumlich differenzierten Aussagen ein. Begrifflich wird zwischen Indikatoren, Kriterien und Variablen unterschieden. Als Indikatoren werden die übergeordneten untersuchten Betroffenheiten bzw. Vulnerabilitäten bezeichnet. Kriterien und Variablen dienen dazu, den Indikator zu operationalisieren. Ein Kriterium ist ein definierter Schwellenwert, der eine klar definierte Bewertung ermöglicht. Variablen sind offener und beschreiben Datengrundlagen für einen bestimmten Sachverhalt.

2.1 Südwestthüringen

Für das regionale Energie- und Klimakonzept der Region Südwestthüringen wurde die Betroffenheit und zum Teil auch die Vulnerabilität durch die Folgen des Klimawandels untersucht. Dabei wurden u. a. die Themen Gesundheit, Landwirtschaft, Naturschutz, Verkehrswesen und Energiewirtschaft betrachtet. Die Untersuchung deckt damit die folgenden MKRO-Handlungsfelder ab:

- Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten
- Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen
- Regionale Wasserknappheit
- Veränderung im Tourismusverhalten

Die konzeptionelle Grundlage der Untersuchung bildet das Vulnerabilitätskonzept des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Die Untersuchung verschneidet dementsprechend ein Klimasignal (Exposition) für einen Referenzzeitraum mit einem Indikator, der die Empfindlichkeit gegenüber den klimatischen Änderungen operationalisiert (Sensitivität). Aus der Schnittmenge ergibt sich die Betroffenheit des Raums gegenüber den Folgen des Klimawandels. Waren geeignete Daten verfügbar, wurde die Betroffenheit mit der Anpassungskapazität verschnitten, um die Vulnerabilität zu bestimmen. Der Maßstab der erzielten Aussagen variiert je nach Detaillierungsgrad der verwendeten Daten. Häufig wurden die kartografisch dargestellten Ergebnisse für Raumeinheiten aggregiert.

2.1.1 Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten

Um die Betroffenheit in den Handlungsfeldern des vorbeugenden Hochwasserschutzes in Flussgebieten zu analysieren, wurde zum einen die Gefährdung von Siedlungsflächen durch Wassererosion auf Ackerflächen und zum anderen die Betroffenheit aktueller Bebauung durch Überschwemmungen untersucht. Der Indikator für die Gefährdung von Siedlungsflächen durch Wassererosion grenzt die gefährdeten Abflussbahnen in der Nähe der Siedlungsbereiche, die mit einer hohen Anzahl von Tagen mit Starkniederschlagsereignissen verschnitten sind, flächenscharf ab. Das erste Kriterium bilden Ackerflächen mit einer mittleren Anzahl an konvektiven Starkniederschlagsereignissen, d. h. mehr als 20 mm/h Momentanintensität, im Zeitraum April bis September zwischen 2004 und 2010. Als Kriterium für die Sensitivität dienen die Lage der Ackerflächen in einem Umkreis von 500 m um Ortslagen und die mittlere Gefährdungskategorie erosiver Abflussbahnen entsprechend der Wassererosionsdaten der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) zur Wassererosion.

Der zweite Indikator identifiziert Flächen, die ein Ausfall von Schutzeinrichtungen bei Hochwasserereignissen betrifft. Als Kriterium fungierte die Betroffenheit von Flächen durch ein HQ200. In einem weiteren Schritt wurden die betroffenen Flächen nach den bestehenden Nutzungen, d. h. Wohnen, Gewerbe, Industrie sowie Land- und Forstwirtschaft differenziert. Der Indikator wird auf Gemeindeebene aggregiert dargestellt und differenziert nach der Größe der Flächen für die unterschiedlichen Nutzungsarten.

Tabelle 1: Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten

Indikator	Betroffenheit von Siedlungsflächen durch erosive Sturzfluten auf Ackerflächen	Betroffenheit durch Hochwasser
Exposition	<p>Mittlere Anzahl konvektiver Starkniederschläge mit mehr als 20mm/h Momentanintensität für den Zeitraum April bis September</p> <p><i>Datengrundlage:</i> Thüringer Klimaagentur: Konvektives Unwetterpotential http://www.thueringen.de/th8/klimaagentur/data/unwetterpotential/index.html</p>	
Sensitivität	<p>Flächengröße und mittlere Gefährdungsklasse von erosiven Abflussbahnen auf Ackerland innerhalb eines 500m-Bereiches um die Ortslagen</p> <p><i>Datengrundlage:</i> Daten der TLUG im Bereich Wassererosion</p>	<p>Flächen in den Überschwemmungsflächen des HQ200, die durch Wohnbau und gemischte Nutzung, für Industrie und Gewerbe, für Landwirtschafts- und Forstwirtschaftsflächen genutzt werden</p> <p><i>Datengrundlage:</i> Risikokarten für HQ200 sowie Gefahrenkarten der TLUG</p>
Darstellung	<p>Flächenscharfe Darstellung wassererosionsgefährdeter Ackerflächen im Umkreis von 500 m um Ortslagen</p>	<p>Absolute Größe der Flächen mit den bestehenden Nutzungen in den festgelegten Überschwemmungsgebieten aggregiert auf Gemeindeebene</p>

2.1.2 Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen

Als Indikatoren für Handlungserfordernisse zum Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen dienen sowohl die Betroffenheit durch Gebäudeaufheizung als auch die Hitzebelastung in Siedlungsbereichen. Als Variablen für die Gebäudeaufheizung dienen die mittlere Anzahl heißer Tage im kurzfristigen Zeitraum des A1B-Szenarios und die gesamte Wohnfläche der Gemeinde. Die beiden Variablen werden nicht miteinander verschnitten, so dass die Karte sowohl die Wohnflächengröße als auch die Anzahl der heißen Tage in einem 1 km Raster darstellt.

Auch der zweite Indikator Hitzebelastung in Siedlungsbereichen greift auf die Variable Mittlere jährliche Anzahl heißer Tage zurück. Die Daten zur Hitzebelastung werden mit zwei unterschiedlichen Sensitivitätsvariablen verschnitten, erstens der Anzahl der Personen über 64 Jahre und unter 6 Jahre in einer Gemeinde entsprechend der Thüringer Bevölkerungsvorausberechnung sowie zweitens dem Wärmeinselindex. Letzterer verknüpft Daten zum Versiegelungsgrad der Gemeindefläche mit der Fragmentierung der Ortskerne. Während die Exposition in einem 1 km-Raster dargestellt ist, liegen die Informationen für die Sensitivität aggregiert auf Gemeindeebene vor.

Tabelle 2: Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen

Indikator	Gebäudeaufheizung	Hitzebelastung in Siedlungsbereichen
Exposition	Mittlere jährliche Anzahl heißer Tage <i>Datengrundlage:</i> kurzfristiges Szenario (2010-2040) Entwicklung Temperaturen im Integrierten Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT) (Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (TMFUN))	Mittlere jährliche Anzahl heißer Tage <i>Datengrundlage:</i> kurzfristiges Szenario (2010-2040) Entwicklung Temperaturen im IMPAKT (TMFUN)
Sensitivität	Fläche mit Nutzungsart Wohnen in den Gemeinden <i>Datengrundlage:</i> Siedlungsflächen in den Gemeinden	Anzahl der Personen nach Altersgruppe mit besonderer Gewichtung der über 64-jährigen und unter 6-jährigen <i>Datengrundlage:</i> Thüringer Landesamt für Statistik: Bevölkerungsvorausberechnung Wärmeinselindex (gebildet aus Grad und Fläche der Versiegelung sowie Fragmentierungsgrad der Ortskerne) <i>Datengrundlage:</i> nicht angegeben
Darstellung	Betroffenheit der Gemeinde durch Aufheizung der Wohngebäude geteilt nach 1 km Raster der Exposition und aggregierter Sensitivität auf Gebietskörperschaftsebene	Betroffenheit durch Hitzebelastung im kurzfristigen Szenario (2011-2040) mit 1 km Raster der Exposition und mit den Sensitivitäten aggregiert auf Ebene der Gebietskörperschaften

2.1.3 Regionale Wasserknappheit

Im Handlungsfeld Regionale Wasserknappheit werden die beiden Indikatoren Wasserknappheit auf Ackerflächen und Gefahr von Niedrigwasser in Gewässern zur Darstellung der Vulnerabilität verwendet.

Um Ackerflächen mit Defiziten in der Wasserversorgung zu identifizieren, wurde auf die Expositionsvariable klimatische Wasserbilanz im hydrologischen Sommerhalbjahr, deren Werte einer Veröffentlichung der TLUG entnommen wurden. Die Expositinsvariable wurde mit Parametern des Wasserhaushalts wie kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser und nutzbare Feldkapazität verschnitten.

Der Indikator stellt lagescharf dar, welche Ackerflächen vom sommerlichen Trockenstress betroffen sind.

Tabelle 3: Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Regionale Wasserknappheit

Indikator	Wasserversorgung auf Ackerflächen	Niedrigwassersensitive Bereiche
Exposition	Klimatische Wasserbilanz im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) <i>Datengrundlage:</i> TLUG: Thüringer Klimabereiche und Vulnerabilität	
Sensitivität	Parameter des Bodenwasserhaushalts (nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum, kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser) <i>Datengrundlage:</i> nicht angegeben	Je länger Fließgewässer, je größer die Fläche der Stehgewässer, je größer die Fläche der niedrigwassersensiblen Offenland- und Waldbiotope und je höher die Anzahl der natürlichen Badegewässer, je höher die installierte Leistung der Wasserkraftanlagen desto größer ist die Sensitivität in der Gemeinde <i>Datengrundlage:</i> nicht angegeben
Darstellung	Summe aus pflanzenverfügbarem Wasser und Wasserbilanz im Sommerhalbjahr projiziert auf die lagegenauen Ackerflächen	Zeigt auf Gemeindeebene welche Kommunen mit Niedrigwasser in Zukunft am meisten betroffen sein werden

Neben den Ackerflächen werden die Gewässer von regionaler Wasserknappheit beeinflusst. Der Indikator Gefahr von Niedrigwasser beruht ausschließlich auf Sensitivitätsdaten. Entscheidende Einflüsse auf die Sensitivität sind Flächengröße der Gewässer in einer Gemeinde, die Größe der Fläche niedrigwassersensibler Offenland- und Waldbiotope sowie die installierte Leistung der Wasserkraftanlagen. Ein klar definierter Schwellenwert für die Sensitivität, ab welcher Flächengröße Gebietskörperschaften sensitiv sind, wurde für diesen Indikator nicht bestimmt.

2.1.4 Veränderungen im Tourismusverhalten

Zur Betroffenheit des Tourismus werden differenziert nach Winter- und Ganzjahrestourismus Aussagen getroffen. Der Indikator Betroffenheit des Wintertourismus setzt sich aus den Variablen zukünftige mittlere jährliche Schneemenge, zu der das IMPAKT Aussagen trifft, und der Anzahl der Beschäftigten im Gastgewerbe in Gemeinden mit einer Höhenlage von über 500 m NN im Februar 2013 zusammen, die der Statistik der Bundesagentur für Arbeit entnommen sind.

Die Variablen für die Betroffenheit des Ganzjahrestourismus bilden die mittlere Anzahl an Tagen mit Touristenklima, d. h. einer Spanne der Tagesmaximaltemperatur von 15 bis 30 °C und die Anzahl der Beschäftigten im Gastgewerbe im Juli 2013.

Tabelle 4: Betroffenheitsanalyse Südwestthüringen – Veränderungen im Tourismusverhalten

Indikator	Beeinträchtigung Wintertourismus	Beeinträchtigung Ganzjahrestourismus
Exposition	Mittlere jährliche Schneemenge <i>Datengrundlage:</i> Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz: IMPAKT	Mittlere Anzahl an Tagen mit Touristenklima (Tagesmaximaltemperaturen von 15-30 °C, sowie unter 0,5 mm Niederschlag am Tag) <i>Datengrundlage:</i> nicht angegeben
Sensitivität	Anzahl der Beschäftigten im Gastgewerbe (Hotels, Pensionen, Gastronomie, Kur- und Wellnessbereich im Februar 2013) für Gemeinden ab mittlerer Höhe von 500m über NN <i>Datengrundlage:</i> (soweit für die einzelnen Gemeinden vorhanden) Statistik der Bundesagentur für Arbeit	Anzahl der Beschäftigten im Gastgewerbe (Hotels, Pensionen, Gastronomie, Kur- und Wellnessbereich im Juli 2013) <i>Datengrundlage:</i> (soweit für die einzelnen Gemeinden vorhanden) Statistik der Bundesagentur für Arbeit
Darstellung	Betroffenheit der Gemeinden (über 500m NN) durch Rückgang der Schneemenge(1km Raster) im Tourismusbereich in Bezug auf Arbeitsplatzverluste aggregiert auf Gemeindeebene	Betroffenheit des Tourismussektors der Gemeinden durch die Erhöhung der Temperaturen (Exposition (1km Raster) und Sensitivität aggregiert auf Ebene der Gebietskörperschaften)

2.1.5 Zusammenfassung

Die Betroffenheitsanalyse für die Region Südwestthüringen greift mit dem A1B-Szenario allein auf eine mögliche Ausprägung des Klimawandels zurück. Es basiert auf einer Entscheidung im Zuge der Erstellung der landesweiten Analyse IMPAKT. In diesem wurde das Szenario A1B gewählt, weil es sich nach Aussagen der Verfasser „als diejenige Zukunftsperspektive herauskristallisiert [hat], die in der Klimafolgenanpassungsforschung und -praxis für am wahrscheinlichsten gehalten wird“ (TMLFUN 2013). Für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten in den Handlungsfeldern der Klimaanpassung sind die generierten Daten kaum nutzbar, weil sie oft aggregiert dargestellt sind, so dass sich betroffene Flächen nur für einzelne Indikatoren insbesondere im Handlungsfeld Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten identifizieren lassen. Die Auflösung der Ergebnisse differiert dementsprechend auch aufgrund der Datengrundlagen, die insbesondere im Bereich der Sozioökonomie nur aggregiert auf Gemeindeebene vorliegen. Für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten benötigte flächenscharfe

Abgrenzungen bieten allein die Indikatoren Wasserversorgung auf Ackerflächen und Betroffenheit von Siedlungsflächen durch erosive Sturzfluten auf Ackerflächen. Nützlich für die regionale Analyse ist das IMPAKT, die Kartierung des Konvektiven Unwetterpotentials für Thüringen und die Analyse der TLUG „Thüringer Klimabereiche und Vulnerabilität“.

Weitere verwendete Datengrundlagen sind:

BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (Hrsg.)(2013): Daten zur prognostizierten Veränderung von Landnutzungen in der Bundesrepublik Deutschland. Berlin.

REGIONALES KLIMAINFORMATIONSSYSTEM FÜR SACHSEN, SACHSEN-ANHALT UND THÜRINGEN (2014): Regionalisierte Mess- und Modelldaten. Online verfügbar: <http://rekis.org> (letzter Zugriff 10.05.2016).

THÜRINGER LANDESAMT FÜR STATISTIK (Hrsg.)(2014): Daten zur aktuellen Demographie, Bevölkerungsentwicklung. Weimar.

2.2 Leipzig-West Sachsen

Die Vulnerabilitätsanalyse der Planungsregion Leipzig-West Sachsen orientiert sich ebenso am Konzept des IPCC und stellt die Vulnerabilität der Region gegenüber den Folgen des Klimawandels in folgenden Handlungsfeldern der MKRO dar:

- Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten
- Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen
- Regionale Wasserknappheit
- Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen

Die Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen greift für die Untersuchung eines Indikators, z. B der Betroffenheit gegenüber Hitzefolgen, auf Variablen für die Exposition und die Sensitivität zurück und verschneidet die Daten miteinander. Im Anschluss wurde versucht, die Anpassungskapazität mit einzubeziehen. Vielfach konnte sie im Vulnerabilitätsindikator nicht berücksichtigt werden, da keine geeigneten Daten zur Verfügung standen. Die Sensitivität unterscheidet zwischen naturräumlicher und bei manchen Indikatoren demographischer oder nutzungsbedingter Sensitivität. Einzelne Variablen bzw. Kriterien für Exposition und Sensitivität wurden in zwei bis drei Betroffenheitsstufen eingeteilt. Diese wurden anschließend in Matrizen bzw. Tabellen verschnitten, um die unterschiedlichen Ausprägungen von Exposition und Sensitivität für den Indikator zu kombinieren. Das Ergebnis in Form des Vulnerabilitätsindikators wird in einer Karte dargestellt und zeigt z. T. kleinmaßstäbliche Räume, die besonders vulnerabel gegenüber den Folgen des Klimawandels sind (siehe Abb. 1). Der Detaillierungsgrad der Angaben zur Betroffenheit beruht auf der Auflösung der verfügbaren Daten.

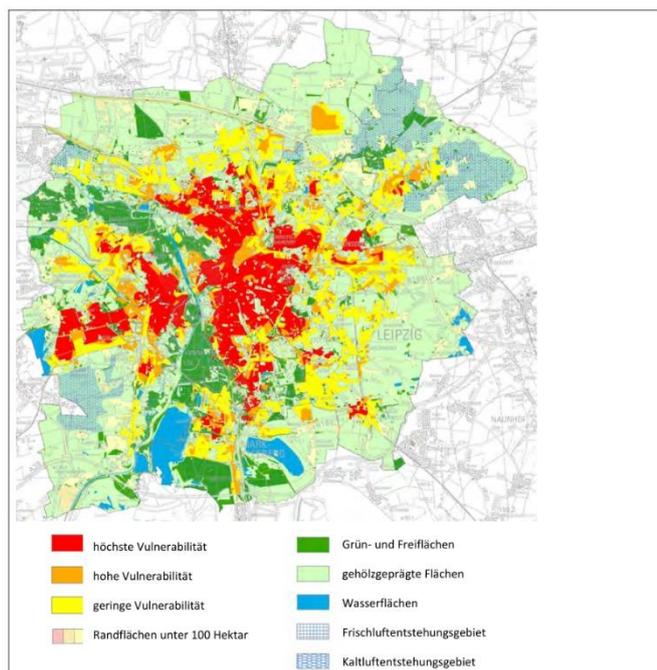


Abbildung 1: Vulnerabilität gegenüber Hitzefolgen in der Stadtregion Leipzig (REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN 2011: 56)

2.2.1 Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten

Im Handlungsfeld Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten wurden die Indikatoren Betroffenheit gegenüber Starkregen und Hochwasser bestimmt. Die Betroffenheit gegenüber Starkregen bilden folgende Variablen ab:

- die Variablen Erhöhung der Starkregenereignisse aus der Analyse „Sachsen im Klimawandel“ (Exposition),
- das Retentionsvermögen des Bodens (Bodenart, Relief und Grundwasserflurabstand) durch die Bodenkarte 1:50.000
- und der Bericht „Klimawandel und Landwirtschaft“ des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (naturräumliche Sensitivität)

Hinzu kommen die nutzungsbedingte Sensitivität, die Landnutzungen, die Bodenbedeckung mit Vegetation und der Versiegelungsgrad, die aus Luftbildern und Biotop- bzw. Nutzungskartierungen abgeleitet wurden. Die Anpassungskapazität operationalisiert das Potential zur Verminderung des Schadenspotentials durch erosionsmindernde Anbauarten und Landnutzungen. Der Indikator Betroffenheit gegenüber Starkregen stellt dementsprechend das natürliche und humanbeeinflusste Retentionsvermögen in Kombination mit der zukünftigen Belastung durch Starkregen dar.

Tabelle 5: Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten

Indikator	Betroffenheit gegenüber Starkregen	Betroffenheit gegenüber Hochwasser
Exposition	<p><i>Erhöhung der Tage mit Starkregenereignissen</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> KÜCHLER, W. (2005): Klimawandel in Sachsen. Sachstand und Ausblick 2005. SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2008): Sachsen im Klimawandel – Eine Analyse.</p>	<p><i>Aktuelle Überschwemmungsgebiete (HQ100 und HQextrem und Auen (Einteilung in 3 Stufen der Exposition nach Überschwemmungstiefe und Abflussgeschwindigkeit))</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> Gefahrenhinweiskarte Sachsen 2005</p>
Sensitivität	<p>Naturräumlich: <i>Retentionsvermögen des Bodens (Bodenart, Relief, Grundwasserflurabstand)</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> Bodenkarte (M 1:50.000) ->Porengröße, Bodentiefe-> Feldkapazität, Hangneigungsmodell, LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2009): Klimawandel und Landwirtschaft, Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.</p> <p>Nutzungsbedingt: <i>Landnutzungen bzw. Bodenbedeckung mit Vegetation (Wald, Acker, Grünland) Versiegelungsgrad (Einteilung nach der Nutzung)</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> Biototyp- und Landnutzungskartierungen, Luftbilder</p>	<p>Sozioökonomisch: <i>Infrastruktur mit regionaler und überregionaler Bedeutung (Wohn- und Mischbauflächen, Wassergewinnungs- und -betriebsanlagen mit einer Versorgungsleistung über 2.000 Einwohner, Bereiche der Wasserversorgung (Brunnen in der Trinkwasserschutzzone I), Regional bedeutsame Straßen-, Bahn- und Hochspannungstrassen, Gewerbegebiete (ab 3 ha Größe))</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfUG)(2005): Gefahrenhinweiskarte 2005, Biotop- und Landnutzungskartierung Sachsen 2005</p>
Anpassungskapazität	<p><i>Potential der Verminderung des Schadpotentials durch erosionsmindernde Anbauarten bzw. angepasste Landnutzung</i></p>	
Darstellung	<p><i>Kleinteilige Verräumlichung der Berechnung des natürlichen und nutzungsbedingten Retentionsvermögens.</i></p>	<p><i>Sensitive Nutzungen im Bereich des HQ100 mit einer Überschwemmungshöhe von 2 m (sehr hohe Vulnerabilität) oder im Bereich eines HQ extrem oder HQ200 (hohe Vulnerabilität)</i></p>

Für die Betroffenheit gegenüber Hochwasser wurde als Exposition die Fläche der Überschwemmungsgebiete (HQ100 und HQextrem) differenziert nach Überschwemmungstiefe mit dem Schwellenwert 2 m und der Abflussgeschwindigkeit herangezogen. Die Sensitivität wurde durch die Analyse der Lage von Infrastrukturen mit regionaler und überregionaler Bedeutung

bestimmt. Aus der Verschneidung der Daten ergibt sich der Indikator, der in mehreren Karten die Infrastrukturen darstellt, die mehr als 2 m tief bei einem HQ100- bzw. HQextrem-Ereignis überschwemmt werden.

2.2.2 Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen

Für den Indikator Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen wurde bei der Exposition auf die Variable Erhöhung der Anzahl der Hitzetage zurückgegriffen. Sie wurde dem Bericht „Klimawandel in Sachsen-Anhalt“ des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung entnommen. Die Sensitivität beruht auf zwei Variablen: Zum einen die naturräumliche Sensitivität, die auf Reliefdaten zu Niederungsbereichen im Landschaftsrahmenplan der Region beruht, und zum anderen die nutzungsbedingte Sensitivität. Die Variable für den zweiten Indikator bildet der Versiegelungsgrad, welcher der sächsischen Biotop- und Landnutzungskartierung entnommen wurde. Die Anpassungskapazität wurde operationalisiert, indem auf Frisch- und Kaltluftschneisen bzw. Wasser- und Gehölzflächen ab einer Größe von 3 ha zurückgegriffen wurde. Als Datengrundlage dienten die Biotop- und Landnutzungskartierung Sachsens sowie ein Fachbeitrag zum Landschaftsrahmenplan der Region. Die Karte stellt somit die Betroffenheit der gesamten Planungsregion gegenüber Hitzebelastungen dar.

Ein Ergebnis der Analyse bildet die besonders starke Betroffenheit der Stadtregion Leipzig. Aus diesem Grund erfolgte für den Teilraum eine detailliertere Untersuchung. Als Sensitivitätskriterium wurde dazu auf Viertel in der Stadt mit einem hohen Anteil an hitzesensitiver Bevölkerung (jünger als 5 Jahre bzw. älter als 65 Jahre) zurückgegriffen, welche die Regionalisierte Bevölkerungsprognose für Städte und Gemeinden des Freistaates Sachsen von 2008 räumlich abbildet. Ein weiteres Sensitivitätskriterium bilden Infrastrukturen, die von hitzesensitiven Bevölkerungsgruppen genutzt werden, d. h. Krankenhäuser, Seniorenresidenzen und Kindergärten.

Tabelle 6: Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen

Indikator	Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen
Exposition	<p><i>Erhöhung der Anzahl der Hitzetage</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> <i>Schätzungen basierend auf: POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG (2009): Klimawandel in Sachsen-Anhalt</i></p>
Sensitivität	<p>Naturräumlich: <i>Anhand des Reliefs (Niederungsbereiche, wenig durchlüftete Bereiche)</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> <i>Landschaftsrahmenplan Region Westsachsen 2007 (für Ermittlung Niederungsbereiche)</i></p>
	<p>Nutzungsbedingt: <i>Anhand der Landnutzung (Versiegelungsgrad)</i></p> <p><u>Datengrundlage:</u> <i>Biotop- und Landnutzungskartierung (für Versiegelungsgrad)</i></p>
	<p><i>Genauere Untersuchung des Raumes Leipzig:</i></p> <p>Demographische Sensitivität: <i>Ermittlung sensibler Bevölkerungsschichten (< 6 Jahre und >65 Jahre) (auf Stadtteilebene) und Einrichtungen (Kindergärten, Seniorenresidenzen...) und kranke Menschen (Integration über Dichte an Einrichtungen (z. B. Krankenhäuser, Reha-Kliniken...))</i></p> <p><i>-> Verschneidung der Dichte sensibler Einrichtungen mit der Sensibilität aufgrund der vorhandenen Altersstruktur (= demographische Sensitivität)</i></p>
	<p><u>Datengrundlage:</u> <i>Regionalisierte Bevölkerungsprognose der Städte und Gemeinden (nach Landkreisen) des Freistaates Sachsen für 2008</i></p>

Indikator	Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen
Anpassungskapazität	<p>Kalt- und Frischluftschneisen und Kalt- und Frischluftbahnen</p> <p>Wasser- und Gehölzflächen ab 3 ha als „Oasen“ mit einem Wirkungsradius von 100 m</p> <p><u>Datengrundlage:</u> Fachbeitrag zum Landschaftsrahmenplan der Region Westsachsen 2007, Biotop- und Landnutzungskartierung Sachsen 2005</p>
Darstellung	<p>Gesamte Planungsregion:</p> <p>Stark versiegelte Flächen hohe Vulnerabilität Verschneidung mit Anzahl der Hitzetage</p> <p>Teilraum Leipzig: Verschneidung demographischer, naturräumlicher und nutzungsbedingter Sensitivität mit Verräumlichung von Frei- und Frischluftentstehungsgebieten bzw. den „Oasen“</p>

2.2.3 Regionale Wasserknappheit

Zur Identifikation der Betroffenheit durch Regionale Wasserknappheit wurde auf eine Expositionsvariable und unterschiedliche Sensitivitätsvariablen zurückgegriffen. Die Expositionsvariable bildet die Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in den Prognosezeiträumen 2041-2050 bzw. 2090-2100. Entsprechende Daten enthält das Klimamodell für Sachsen (WEREX IV). Die erste naturräumliche Sensitivitätsvariable sind die Fließgewässer nach ihrem Abfluss sowie ihren Boden- bzw. Standgewässereigenschaften. Als Datengrundlage diente der Niederschlags-Abfluss-Unterschieds-Atlas für den Regierungsbezirk Leipzig. Eine zweite naturräumliche Sensitivitätsvariable stellt die Standgewässer mit einer geringen Tiefe dar, die der Biotop- und Landnutzungskartierung Sachsen entnommen wurden. Als Variable für die nutzungsbedingte Sensitivität wurden Nutzungen bestimmt und lokalisiert, die einen hohen Wasserge- und -verbrauch haben (z. B. Wasserabsenkungen zur Rohstoffgewinnung, besonderer landwirtschaftlicher Anbau bzw. Trink- und Brauchwasserentnahmen). Der Indikator Betroffenheit durch Regionale Wasserknappheit stellt damit Fließ- und Standgewässer dar, die von Niedrigwasser bzw. Austrocknen gefährdet sind.

Tabelle 7: Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Regionale Wasserknappheit

Indikator	Vulnerabilität gegenüber Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots
Exposition	<p>Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in den Prognosezeiträumen 2041-2050 und 2090-2100</p> <p><u>Datengrundlage:</u> WEREX IV (Abschätzung Veränderung Temperaturen und Niederschläge für Sachsen) in der Rasterdaten-klimadatenbank</p>
Sensitivität	<p>Naturräumlich: Fließgewässer: Fließgewässerabfluss, Böden- und Standgewässereigenschaften -> Errechnung mittleres Niedrigwasser (je mehr heute schon betroffen, desto stärker auch in Zukunft)</p> <p><u>Datengrundlage:</u> Niederschlags-Abfluss-Unterschieds-Atlas für Regierungsbezirk Leipzig</p> <p>Standgewässer: Standgewässer mit geringer Tiefe (temporäre und dauerhafte Kleingewässer, Tümpel, Teiche, Altwasser, Moor- und Torfstichgewässer, Rest- und Abbaugewässer) Berücksichtigung der Lage in einem FFH-oder Naturschutzgebiet</p> <p><u>Datengrundlage:</u> Biotop- und Landnutzungskartierung Sachsen</p> <p>Nutzungsbedingt: Entnahme von Trink- und Brauchwasser, Grundwasserabsenkungen zur Rohstoffgewinnung, erhöhte Verzehrerung durch Landwirtschaft (z.B. Winterraps, Sommergerste oder Energiemais)</p> <p><u>Datengrundlage:</u> Agrarstrukturerhebungen von 2003 und 2007</p>

Indikator	Vulnerabilität gegenüber Verringerung des sommerlichen Wasserdargebots
Darstellung	<p><i>Fließgewässer:</i> Verschneidung der bereits besonders niedrigen mittleren Niedrigwasser und der kumulierenden Wirkungen von Nutzungen mit starkem Wasserverbrauch -> Betrachtung der Fließgewässer in der gesamten Planungsregion</p> <p><i>Standgewässer:</i> Verschneidung der bereits geringen Gewässertiefen mit den Nutzungen mit starkem Wasserverbrauch -> Vulnerabilität von Flächen mit vielen kleinen Standgewässern und einzelnen sensitiven Standgewässern</p>

2.2.4 Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen

Um die Betroffenheit durch die Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen aufzuzeigen, wurden folgende Variablen herangezogen. Als Datengrundlage für die Exposition dient die Analyse der zunehmenden negativen Wasserbilanz bzw. der Phasen der Trockenheit aus dem WEREX IV Klimamodell für den Freistaat Sachsen. Variablen zur Bestimmung der naturräumlichen Sensitivität sind die grundwasserabhängigen Biotoptypen und Arten bzw. feuchteabhängige und kühlstenotherme¹ Arten in FFH-Gebieten. Als Datengrundlage dienen ein Fachbeitrag für den Landschaftsrahmenplan 2007 sowie die Biotopkartierung Sachsen. Die Anpassungskapazität wurde durch die Variable „Potential, den Grundwasserspiegel nicht weiter durch den Abbau von Rohstoffen zu senken“ beschrieben. Dafür wurden Nutzungen mit besonders hohem Wasserverbrauch bzw. -gebrauch wie Grundwasserabsenkungstrichter im Braunkohleabbau identifiziert. Der Indikator Betroffenheit durch die Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen stellt Flächen mit einer hohen Dichte an vulnerablen Biotopen in Verbindung mit lokalisierten Nutzungen, die einen starken Wasserverbrauch bzw. -gebrauch aufweisen.

Tabelle 8: Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen – Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen

Indikator	Vulnerabilität grundwasserabhängiger und kühlstenothermer Arten und Lebensräume
Exposition	<p>Zunehmende negativen Wasserbilanz bzw. Phasen der Trockenheit</p> <p><i>Datengrundlage:</i> WEREX IV (Abschätzung Veränderung Temperaturen und Niederschläge für Sachsen) in der Rasterdaten-klimadatenbank</p>
Sensitivität	<p><i>Naturräumlich:</i> Sensitivitäten grundwasserabhängiger Biotoptypen und Arten und dem Auftreten feuchteabhängiger und kühlstenothermer Arten in FFH-Gebieten (z. B. Quellen, Moore, Feuchtwiesen...), Auswahl der sensitiven Arten anhand gebietsspezifischer Erhaltungsziele der FFH-Gebiete Westsachsens</p> <p><i>Datengrundlage:</i> Fachbeitrag Landschaftsrahmenplan 2007 und Biotopkartierung Sachsen, selektive Biotopkartierung Sachsen 2006</p>
Anpassungs-kapazität	Einfluss von Rohstoffabbau auf das Absenken des Grundwasserspiegels
Darstellung	Flächen mit besonders hoher Dichte an hoch- bzw. mittel- oder gering-vulnerablen Biotopen mit Lokalisierung von Nutzungen mit starkem Wasserverbrauch bzw. -gebrauch

2.2.5 Zusammenfassung

Die Vulnerabilitätsanalyse Leipzig-Westsachsen basiert bei den Daten zur zukünftigen Entwicklung des regionalen Klimas auf den Projektionen von WEREX IV, das im Zuge eines statistischen Regionalisierungsverfahrens entstanden ist und zur Erzeugung von regionalen Klimaprojektionen verwendet wird. Dabei können unterschiedliche Klimaszenarien ausgewählt

¹ Arten, die an kühle bzw. gemäßigte Temperaturbereiche gebunden sind

werden. Für die grundlegenden klimatischen Kennziffern (Temperatur, Niederschlag) wurden die Szenarien A2, B1, A1B verwendet. Mit dem Rückgriff auf drei unterschiedliche Szenarien wird die Unsicherheit hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Klimas berücksichtigt. Allerdings lässt sich der Dokumentation der Vulnerabilitätsanalyse nicht entnehmen, welche Klimaszenarien für die einzelnen Analysen verwendet wurden, was einen Mangel im Hinblick auf die Transparenz bildet.

Die entwickelten Indikatoren für die regionale Betroffenheit sind vielfach für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten nutzbar. Damit können vulnerable bzw. stark vom Klimawandel betroffene Flächen im Regionalplan als Raumordnungsgebiete dargestellt werden. Dies gilt v. a. für die Vulnerabilität gegenüber Starkregen und Hitzebelastung. Für letztere liegen umfangreiche Analysen v. a. für den Stadtraum Leipzig vor. Räumlich detailliert wurde ebenfalls die Vulnerabilität gegenüber Hochwasser analysiert.

Andere Indikatoren sind hingegen schwer für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten nutzbar. Dies betrifft die Indikatoren Vulnerabilität gegenüber grundwasserabhängigen bzw. kühlstenothermen Arten und Lebensräumen sowie die Untersuchung nach Standgewässern, die stark von einem geringeren Wasserdargebot betroffen sind. Für die Betrachtung und Darstellung im regionalen Maßstab wurden Dichteanalysen herangezogen, um räumliche Konzentrationen zu veranschaulichen. Lagekonkret liegen Daten zur Sensitivität vor.

Weitere verwendete Datengrundlagen:

LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE (2009): Klimawandel und Landwirtschaft, Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.

2.3 Vergleichende Gegenüberstellung der Klimafolgenbewertungen für die Regionen Südwestthüringen und Leipzig-West Sachsen

Die entscheidende Rahmenbedingung für die Erstellung der beiden regionalen Klimawandelfolgenbewertungen bilden Fördermittel übergeordneter administrativer Ebenen. Der Regionale Planungsverband Leipzig-West Sachsen erstellte die regionale Vulnerabilitätsanalyse innerhalb des KlimaMORO-Projektes. Damit war der Bezug zu späteren regionalplanerischen Festlegungen von Anfang an stärker als in der Analyse für Südwestthüringen, welche die fachliche Grundlage für ein Energie- und Klimakonzept bildet und damit stärker auf Themen der Regionalentwicklung abzielt. Dementsprechend fokussiert die Analyse darauf, Teilräume mit ähnlichen Herausforderungen durch den Klimawandel zu clustern, um eine Entscheidungsgrundlage für die Verteilung von Fördermitteln zu schaffen. Fachliche Vorarbeiten für eine spätere Abgrenzung von Raumordnungsgebieten im Regionalplan treten damit in den Hintergrund. Somit wurden durch die Vulnerabilitätsanalyse West Sachsen größtenteils lagegenau Flächen abgegrenzt, während die Betroffenheit in Südwestthüringen zumeist aggregiert auf Ebene von Gebietskörperschaften dargestellt wurde. Dennoch bestehen in der Region Südwestthüringen Überlegungen, auf der Grundlage des Indikators Betroffenheit von Siedlungsflächen durch erosive Sturzfluten auf Ackerflächen Festlegungen zur Klimaanpassung im Regionalplan zu treffen.

Die verschiedenen Untersuchungsanlässe beeinflussen auch den Umfang bzw. die Spezifikation der Untersuchungen. Eine Vielzahl von Indikatoren beschreibt die Betroffenheit Südwestthüringens durch die Folgen des Klimawandels. Aufgrund der großen Anzahl der Indikatoren und der Tatsache, dass diese nur einen Teil der gesamten Untersuchung ausmachen, konnten die einzelnen Indikatoren weniger detailliert betrachtet werden, als dies in der Vulnerabilitätsanalyse West Sachsen der Fall ist. Diese greift auf deutlich weniger Indikatoren zurück, um die Vulnerabilität abzubilden. Somit wurden die einzelnen Indikatoren genauer untersucht und konnten so z. T. lagegenau abgebildet werden.

Beide Untersuchungen orientieren sich konzeptionell am Vulnerabilitäts-Ansatz des IPCC. Damit verschneiden sie Variablen für Klimasignal (Exposition) mit Variablen für die Empfindlichkeit von Teilsystemen der Region (Sensitivität). Den dritten Bereich der Analysen bildet mit der Möglichkeit der Region, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen, die Anpassungskapazität. Letztere ist aufgrund von Defiziten in der Operationalisierung und insbesondere aufgrund des Fehlens geeigneter Datengrundlagen schwer in entsprechende Verfahren integrierbar. Die Vulnerabilitätsanalyse für die Region Leipzig-West-sachsen berücksichtigt die Anpassungskapazität in wenigen Indikatoren. Die Analyse für die Region Südwestthüringen verzichtet vollständig auf entsprechende Daten.

Die Verfügbarkeit quantifizierter Daten bildet auch für die Exposition und Sensitivität eine zentrale Herausforderung an regionale Vulnerabilitätsanalysen und nimmt damit großen Einfluss auf die Aussagekraft der einzelnen Indikatoren in beiden Analysen. Ein Vergleich der Kriterien beider Analysen verdeutlicht, dass sie ähnliche Kriterien für deckungsgleiche Indikatoren verwenden. Beide Vulnerabilitätsanalysen greifen zur Abbildung der Vulnerabilität im Handlungsfeld Schutz vor Hitze-folgen in Siedlungsbereichen auf die bestehende bzw. die prognostizierte Anzahl heißer Tage zurück. Ein Kriterium für die Bewertung der Betroffenheit definieren sie nicht. In der Folge enthält die kartografische Darstellung in dem Handlungsfeld Aussagen zur Anzahl der heißen Tage. Übereinstimmend greifen beide Analysen auf demographische Variablen zurück. Als Kriterien für die Betroffenheit der Bevölkerung dient das Alter unter 5 sowie über 64 bzw. 65 Jahren. Als dritte gemeinsame Variable nutzen beide Analysen den Versiegelungsgrad, um die Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastung zu bestimmen. Vergleichbar mit der Darstellung der Anzahl der heißen Tage wird auch hier wieder kein Bewertungskriterium bestimmt. Im Handlungsfeld Regionale Wasserknappheit wird die Wasserbilanz als Expositionsvariable verwendet. So wurde für den Indikator Vulnerabilität gegenüber Verringerungen des sommerlichen Wasserdargebots die Variable Veränderung der klimatischen Wasserbilanz in den Prognosezeiträumen 2041-2050 und 2091-2100 und für den Indikator Wasserversorgung auf Ackerflächen die Variable Klimatische Wasserbilanz im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) genutzt.

Beide Analysen greifen zur Analyse der Betroffenheit von Flächen durch Überschwemmungen auf wasserwirtschaftliche Modellierungen zurück. Beide Bundesländer verfügen über vergleichbare wissenschaftliche Untersuchungen zu den Folgen des Klimawandels, die im Zuge der Entwicklung von Landesprogrammen zur Klimaanpassung entstanden, wie die Gefahrenhinweiskarte, Sachsen im Klimawandel und die Gefahrenkarten für das IMPAKT. Im Hinblick auf die Daten zur Exposition, d. h. die Veränderung der klimatischen Signale, verfügt der Freistaat Sachsen mit WEREX über ein Tool, das dem Anwender die Erstellung regionaler Klimaprojektionen mit unterschiedlichen Szenarien ermöglicht.

Die beiden Klimafolgenbewertungen unterscheiden sich hinsichtlich des Umgangs mit den Unsicherheiten über die möglichen klimatischen Veränderungen. Hilfreich für die Analyse der Region Leipzig-West-sachsen war der Rückgriff auf das Klimamodell WEREX IV, mit dem eine Spannweite möglicher Ausprägungen der klimatischen Veränderungen berücksichtigt wurde. Für die Parameter Veränderungen der Temperatur und des Niederschlags wurde auf die drei IPCC-Szenarien A1B, A2 und B1 zurückgegriffen. Allerdings weist die Dokumentation des methodischen Vorgehens Mängel im Hinblick auf die Berücksichtigung der Spannweite der klimatischen Veränderungen auf. In der Analyse für Südwestthüringen basieren die meisten Betroffenheiten auf dem IMPAKT, welches seine Berechnungen auf lediglich das Klimaszenario A1B bezieht. Dementsprechend verdeutlicht der Vergleich der beiden regionalen Betroffenheitsbewertungen, dass eine Berücksichtigung der Spannweite der klimatischen Veränderungen möglich, jedoch besser dokumentiert werden sollte. Auch wenn ein solcher Ansatz einen höheren Aufwand erfordert, vermeidet er eine ausschließliche Ausrichtung der Analyse an ein Wunsch-szenario, bei dem die Gefahr besteht, dass dessen Eintrittswahrscheinlichkeit überschätzt wird. Bei der Integration der Ergebnisse in den Regionalplan stellt sich jedoch die Frage, ob die Ergebnisse unterschiedlicher Szenarien zu veränderten Abgrenzungen von

Raumordnungsgebieten führen. Die Teilnehmer des TransferKlimaMORO Workshops am 29./30. September verneinten dies.

Auch hinsichtlich des betrachteten Zeitraums unterscheiden sich beiden Untersuchungen. In der Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen variiert der Zeitbezug der Vulnerabilität entsprechend der verwendeten Datengrundlage. Beispielsweise wurde für die Ermittlung der Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen der Prognosezeitraum 2026-2055 verwendet, während bei der Analyse der Vulnerabilität gegenüber Starkregenereignissen der Prognosezeitraum bis ins Jahr 2050 reicht. In der Analyse der Region Südwestthüringen wird hingegen immer zwischen einem kurzfristigen (2041-2050) und einem langfristigen Szenario (2091-2100) differenziert.

Schließlich stellt sich die Frage nach den Kriterien für eine flächenscharfe Abgrenzung und damit dem lagegenauen Mehrwert für die Regionalplanung. Mängel weisen aufgrund der relativ großen Rasterzellen (z. T. 10 km) insbesondere die regionalen Klimaprojektionen auf. Allerdings kann durch die Verschneidung mit lagegenauen Sensitivitätsvariablen ein nutzbares Ergebnis erzielt werden. Solche lagegenauen Datengrundlagen sind amtlich festgesetzte HQ-Hochwasserereigniskarten, Ackerflächen (in Südwestthüringen) sowie Biotop- und Landnutzungskartierungen. Ein gutes Beispiel bildet die Bearbeitung des Indikators Vulnerabilität gegenüber Hitze in der Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen. Durch die Verschneidung der gerasterten Exposition (Anzahl der Hitzetage) mit flächenscharfen Variablen der Sensitivität (Relief, Niederungsbereiche, wenig durchlüftete Bereiche) bzw. der Landnutzung/Versiegelungsgrad können Flächen detailliert lokalisiert werden, die besonders stark durch zukünftige Hitzebelastungen betroffen sein werden. Zusätzlich wird auf das am stärksten betroffene Gebiet – das Stadtgebiet Leipzigs – ein Fokus gelegt und die Sensitivität noch einmal genauer im kleineren Maßstab betrachtet. Somit konnten nützliche und z. T. auch direkte Ableitungen für die Regionalplanung und Raumordnungsgebiete erzeugt werden.

3 Datengrundlagen für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten in den MKRO-Handlungsfeldern in kürzlich erarbeiteten Regionalplänen/sectoralen Fachplanungen

Die Grundlage der folgenden Aussagen zu den Datengrundlagen, auf denen die Abgrenzung von Raumordnungsgebiete in den Handlungsfeldern der Klimaanpassung beruht, bildet eine Analyse von vier Regionalplänen, die entweder als Entwurf vorliegen und/oder als innovativ im Umgang mit den Folgen des Klimawandels gelten. Ausgewertet wurden die Regionalpläne für den Regierungsbezirk Düsseldorf (Entwurf vom April 2014), die Planungsregion Leipzig-West-sachsen (Entwurf vom Mai 2015), die Region Stuttgart (rechtsgültige Fassung vom Juli 2009) und die Planungsregion Oberes Elbtal/Osterzgebirge (Entwurf vom Juli 2015). Zunächst wurden die Raumordnungsgebiete identifiziert, die Ziele in den MKRO-Handlungsfeldern verfolgen. In einem zweiten Schritt wurden die verwendeten Datengrundlagen verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die verwendeten Grundlagen nicht in allen Fällen im Regionalplan oder in seiner Begründung dokumentiert sind. Zudem werden die Kriterien für die Abgrenzung der Raumordnungsgebiete benannt – sofern die vorhandenen Aussagen in den Regionalplänen dies ermöglichen. In den meisten Fällen war dies nicht der Fall.

3.1 Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen

Im Handlungsfeld Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen zielt eine Gruppe monofunktionaler Raumordnungsgebiete auf die Freihaltung von Frei- bzw. Frischluftschneisen. Diese befinden sich in den Plänen der Regionen Oberes Elbtal/Osterzgebirge und Leipzig-West-sachsen sowie im Gebietsentwicklungsplan (GEP) des Regierungsbezirks Düsseldorf.

Tabelle 9: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Freihaltung von Frei- und Kaltluftschneisen

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-West-sachsen	Regional-bedeut-same Frischluftent-stehungsgebiete und -abflussbahnen & Regionalbedeut-same Kaltluftentstehungsgebiete – und abflussbahnen	<i>Sicherung siedlungsklimatischer Bereiche in ihrer Funktionsfähig-keit (Größe, Durchlässigkeit, Qualität der Vegetationsstrukturen)</i>	<i>Fachbeitrag Naturschutz und Landschaftspflege und die Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen (REGI-ONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN 2011: 43f-58)</i> <i>Kriterien:</i> <i>Gebiete hoher und sehr hoher Kaltluftproduktion und dazugehöriger Kaltluftabflussbahnen bzw. Frischluftschneisen, Frischluftentstehungsgebiete (jeweils mit Zuordnung von klimatischen Wirkungsräumen)</i>
Oberes Elb-tal/ Osterz-gebirge	Frishluftentste-hungsgebiete und -bahnen	<i>Sicherung von Flächen, die zur Versorgung der Siedlungen mit Frishluft beitragen, z. B. größere zusammenhängende Waldbestände</i>	<i>Vulnerabilitätsanalyse Sachsen</i>
	Kaltluftentstehungs-gebiete und -bahnen	<i>Sicherung von Flächen, die Kalt-luft produzieren und transportie-ren</i>	<i>Vulnerabilitätsanalyse Sachsen</i>
Düsseldorf	Klimaökologische Ausgleichsräume	<i>Freihalten von Ventilations-schneisen, Luftaustauschgebie-ten und bioklimatisch wertvollen Räumen</i>	<i>Erläuterungskarte Klima des Gebietsentwicklungs-plan 1999 des Regierungsbezirkes Düsseldorf</i> <i>Kriterien:</i> <i>linienhaften Reliefstrukturen, z.B. Siedlungs- oder Waldränder, Deiche, Tal- oder Terrassenränder, Geländeabfall des Bergischen Landes</i>

In Leipzig-West Sachsen war die Datengrundlage zum einen die Vulnerabilitätsanalyse der Planungsregion und zum anderen der Fachbeitrag Naturschutz und Landschaftspflege, den alle sächsischen Planungsverbände für ihre Region aufstellen. Die Planungsregion Oberes Elbtal/Osterrgebirge bezieht sich auch auf die Vulnerabilitätsanalyse des Freistaats Sachsen, während der GEP Düsseldorf auf die Erläuterungskarte Klima im vorangegangenen GEP99 verweist. Letztere lokalisiert Ventilationsschneisen auf der Grundlage einer Analyse des Reliefs (Deiche, Tal- oder Terrassenränder, Geländeabfall des Bergischen Landes) und der Siedlungs- und Waldränder. Diese Anforderungen für die Abgrenzung eines Raumordnungsgebietes beinhalten zum Teil keine klaren Schwellenwerte und sind im eigentlichen Sinn kein Kriterium. Dennoch werden sie im folgenden Kapitel Kriterien genannt, da sie die Entscheidungsgrundlage zur Ausweisung eines Raumordnungsgebietes bilden.

Der Regionalplan Leipzig-West Sachsen enthält auch Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln, die ebenso auf den Ergebnissen der regionalen Vulnerabilitätsanalyse basieren. Als Kriterium für die Abgrenzung wurde dabei auf Gebiete mit einer hohen Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen in urbanen Belastungsräumen zurückgegriffen.

Tabelle 10: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – klimatische Komfortinseln

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-West Sachsen	Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln	<i>innerhalb des Siedlungsgefüges siedlungsklimatisch relevante Strukturen und Räume mit ausgleichender Wirkung hinsichtlich sommerlicher Hitzebelastung</i>	<i>Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen (REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN 2011: 43-58)</i> <i>Kriterium: Gebiete mit einer hohen Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen in urbanen Belastungsräumen</i>

3.2 Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten

Raumordnungsgebiete zum Vorbeugenden Hochwasserschutz in Flussgebieten können in zwei unterschiedliche Kategorien gegliedert werden. Zum einen Raumordnungsgebiete, die das Ziel verfolgen, den Retentionsraum für Hochwasser zu sichern und zu vergrößern. Zum anderen Raumordnungsgebiete mit dem Ziel, das Schadenspotential im Falle des Ausfalls von Schutzeinrichtungen bei einem Hochwasserereignis zu minimieren. Die zentralen Datengrundlagen für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten bilden in beiden Kategorien wasserwirtschaftliche Daten, wie die festgesetzten Überschwemmungsgebiete aber auch die Aussagen der Hochwasserrisikomanagementpläne. Der GEP Düsseldorf greift zusätzlich auf das Hochwasserschutzkonzept des Landes Nordrhein-Westfalen zurück, der Plan für die Region Stuttgart auf eine Hochwassergefahrenkartierung und der Regionalplan Leipzig-West Sachsen auf Hochwasserschutzkonzepte und Fachbeiträge zu Naturschutz und Landschaftspflege. Als Kriterien für die Abgrenzung der Raumordnungsgebiete „Hochwasserschutz durch die Sicherung von Retentionsraum“ wurden unbesiedelte Flächen mit Lage innerhalb eines Bereiches, der von einem HQ100 betroffen ist, durch Rückbau oder Verlegung von Deichen rückgewinnbare Flächen oder Flächen für geplante Poldersysteme gewählt.

Die beiden sächsischen Regionalpläne enthalten Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts. Abgrenzungskriterien sind dabei Böden mit schlechter Wasserspeicherkapazität und bestimmter Vegetation bzw. Nutzung (v. a. Versiegelung).

Tabelle 11: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Sicherung Retentionsraum und Wasserrückhalt

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig- West- sachsen	Vorranggebiete vorbeugender Hochwasserschutz (Retentionsraum)	Freihalten von Gebieten (v. a. von Infrastrukturen und weiterer Bebauung) und Grünlandnutzung oder Aufforstung zur Verbesserung des Retentionsvermögens der hochwassergefährdeten Flächen	Festgesetzte Überschwemmungsgebiete, Hochwasserschutzkonzepte, Hochwasserrisikomanagementpläne <u>Kriterien:</u> Unbesiedelte Flächen mit Lage innerhalb HQ100, durch Rückbau oder Verlegung von Deichen gewinnbare Flächen, Flächen für geplante Poldersysteme an Elbe und Vereinigter Mulde
	Vorbehaltsgebiete für Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes	Festlegung Wasserrückhaltebecken	Machbarkeitsstudie für Hochwasserrückhaltebecken
	Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhaltes	Gebiete, in denen Maßnahmen das natürliche Retentionsvermögen nicht durch bauliche Interventionen verringern dürfen	Fachbeitrag Naturschutz und Landschaftspflege <u>Kriterien:</u> Gebiete mit sehr geringem Wasserrückhaltevermögen
Düsseldorf	Vorbehaltsgebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz	Potentielle Überflutungsgebiete und Extremhochwasserbereiche (HQ100) Rückgewinnbare Bereiche für Überschwemmungen (z. B. Rückverlegung eines Deiches)	HQ100, Hochwasserschutzkonzept NRW <u>Kriterien:</u> HQ100 und Aussagen wasserwirtschaftlicher Konzeptionen und Planungen
Stuttgart	Gebiete für den vorbeugenden Hochwasserschutz	Überflutungsgefährdete Gebiete in den Talauen außerhalb von im Zusammenhang bebauten Siedlungen, die von weiterer Bebauung freizuhalten sind	Hochwassergefahrenkartierung, Fachtechnisch abgegrenzte Überschwemmungsgebiete in der Raumnutzungskarte
Oberes Elbtal/ Osterz- gebirge	Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhaltes	Potentielle Hochwasserentstehungsgebiete aufgrund geringer Bodendecke und damit geringer Wasserspeicherkapazität	Potentielle Hochwasserentstehungsgebiete vom LfULG <u>Kriterien:</u> Böden mit schlechter Wasserspeicherkapazität, Vegetation und Nutzung auf diesen Standorten
	Vorranggebiet für Hochwasserabfluss und -rückhalt	Erhaltung und Verbesserung des natürlichen Wasserversickerungs- und Wasserrückhaltevermögens Reaktivierung von Flächen für den Hochwasserschutz.	Datengrundlage nicht angegeben
	Vorranggebiete für Wasserrückhaltebecken	Standorte für Hochwasserrückhaltebecken	Datengrundlage nicht angegeben

Raumordnungsgebiete, die in den sächsischen Regionalplänen zur Risikominderung im Hochwasserfall dienen, greifen auf vergleichbare Datengrundlagen und Kriterien zurück. Für die Vorranggebiete vorbeugender Hochwasserschutz im Regionalplan Leipzig-West-sachsen und die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete zur Anpassung an Hochwasser im Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge sind das besiedelte und unbesiedelte Flächen, die bei einem Extremhochwasser Überflutungstiefen von mehr als 2 m bzw. einen spezifischen Abfluss von mehr als 2 m²/s aufweisen. Die Raumordnungsgebiete mit einem hohen Schutzbedarf gegenüber Hochwasser und die Regionalen Schwerpunktbereiche für die Minderung bestehender Gefahrenpotentiale im Hochwasserfall des Vorentwurfs zum Regionalplan Leipzig-West-sachsen basieren auf den Daten der Gefahrenhinweiskarte Sachsen und der Vulnerabilitätsanalyse West-sachsen. Als Kriterien wurden für ihre Abgrenzung genutzt:

- ein hoher Schutzbedarf, der als „Nutzungen und Infrastrukturen von regionaler und überregionaler Bedeutung bzw. mit hoher Bedeutsamkeit für den Schutz von Leib und Leben und hoher Sensitivität gegenüber Hochwasser“ (Regionaler Planungsverband Leipzig-West-sachsen 2015: 71) definiert wird

- ein hohes Konfliktpotenzial, d. h. Nutzungen und Anlagen mit erheblichem Schadensrisiko im Hochwasserfall sowie
- die Lage in einem Gebiet mit einem potenziell hohen Hochwasserrisiko (Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen 2015: 71).

Das Kriterium für die Vorbehaltsgebiete Vorbeugender Hochwasserschutz bilden besiedelte und unbesiedelte Bereiche außerhalb der Vorranggebiete und besiedelte Flächen außerhalb regionalplanerischer Vorranggebiete (bei HQ100), die bei Extremhochwasser oder bei Versagen der Schutzeinrichtungen überschwemmt werden. Ergänzt werden die wasserwirtschaftlichen Modellierungen um Datengrundlagen zu Flächennutzungen und im Regionalplan Leipzig-West Sachsen aus der regionalen Vulnerabilitätsanalyse.

Tabelle 12: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Risikovor-sorge im Hochwasserfall

Region	Raumord-nungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-West-sachsen	Vorranggebiet vor-beugender Hoch-wasserschutz (Risi-kovorsorge)	<i>Einschränkungen von Neubau (Erhalt, Erneuerung, Anpassung und Umbau vorhandener Ort-seile) mit hochwasserangepas-ten Maßnahmen</i>	HQextrem (Hochwasserschutzkonzepte, Hochwas-serrisikomanagementpläne), Flächennutzung (Siedlungsflächen), Gefahrenhinweiskarte Sach-sen <u>Kriterien:</u> <i>besiedelte und unbesiedelte Flächen, die bei einem Extremhochwasser Überflutungstiefen von mehr als 2 m bzw. einen spezifischen Abfluss von mehr als 2 m²/s aufweisen</i>
	Gebiete mit hohem Schutzbedarf ge-genüber Hochwas-ser	<i>Gebiete, die aufgrund potenziell starker Oberflächenabflüsse eine Erhaltung und Verbesserung der Wasserrückhaltung und den Schutz der Infrastruktur erfordern.</i>	Gefahrenhinweiskarte Sachsen 2005, Vulnerabili-tätsanalyse Westsachsen 2011 (S. 72ff.) <u>Kriterien:</u> <i>Hoher Schutzbedarf, d. h. Nutzungen und Infra-strukturen von regionaler und überregionaler Bede-utung bzw. mit hoher Bedeutsamkeit für den Schutz von Leib und Leben und hoher Sensitivität gegenüber Hochwasser</i>
	Regionale Schwer-punktbereiche für die Minderung be-stehender Gefah-renpotentiale im Hochwasserfall	<i>In diesen Bereichen sollen hoch-wasserexponierte Anlagen zu-rück- oder umgebaut werden bzw. der Neubau von Anlagen hochwasserangepasst erfolgen.</i>	<i>Hohes Konfliktpotenzial, d. h. Nutzungen und Anla-gen mit erheblichem Schadensrisiko im Hochwas-serfall</i> <i>Überschwemmungstiefen bzw. spezifische Ab-flüsse im Hochwasserfall mit hohem Gefährdung-s-potenzial für Leib und Leben bzw. die Sicherheit und Funktionsfähigkeit von Nutzungen und Anlagen</i>
	Vorbehaltsgebiete vorbeugender Hoch-wasserschutz	<i>Flächen, die bei Versagen der Schutzvorrichtungen durch ein Hochwasser (HQ100 oder HQextrem) überschwemmt wer-den können</i>	HQextrem, HQ100, Flächennutzung (Siedlungsflä-chen), Gefahrenhinweiskarte Sachsen, Hochwas-serschutzkonzepte, Hochwasserrisikomanage-mentpläne <u>Kriterien:</u> <i>besiedelte und unbesiedelte Flächen außerhalb re-gionalplanerischer Vorranggebiete (bei HQextrem) und besiedelte Flächen (bei HQ100), die bei Extremhochwasser oder Versagen von Schutzein-richtungen überschwemmt werden können</i>
Oberes Elb-tal/ Osterz-gebirge	Vorrang- und Vorbe-haltsgebiete zur An-passung an Hoch-wasser	<i>Rückgewinnung von Über-schwemmungsbereichen</i>	Extremhochwassertiefe, Fließgeschwindigkeiten, Gefahrenhinweiskarte des Freistaates Sachsen <u>Kriterien:</u> <i>Mögliche Wassertiefen von über 2 m bzw. ein spe-zifischer Abfluss von mehr als 2 m²/s bei Extrem-hochwasser</i>

3.3 Regionale Wasserknappheit

Im Handlungsfeld Regionale Wasserknappheit enthält der Entwurf des Regionalplans Leipzig-West-sachsen Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wasserversorgung. Als Grundlagen für die Abgrenzung dienen folgende Datenquellen:

- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Grundsatzkonzeption 2020 für die öffentliche Wasser-versorgung im Freistaat Sachsen
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG): Wasser-schutzgebiete
- Landratsamt Landkreis Leipzig, Landratsamt Nordsachsen (UWB): Angaben zu mittlere-n genehmigten Entnahmemengen von Wassergewinnungsanlagen
- Regierungspräsidium Leipzig: Trinkwasservorbehaltsgebiete im Regierungsbezirk Leipzig
- Fachplanerische Untersuchungen zu Wassereinzugsgebieten

Als Kriterien für die Abgrenzung der Vorranggebiete dienen:

- regional und überregional bedeutsame Wassereinzugsgebiete auf der Grundlage der Schutzzonenkarte für die TWSZ I, II und III bzw. III A mit einer mittleren genehmigten Entnahmemenge $>300 \text{ m}^3/\text{d}$ und einem gesicherten Bedarf bis 2020
- Teile von Wasserkörpern, aus denen Trinkwasser gewonnen wird und die als Trink-wasserschutzgebiet nicht fach-gesetzlich geschützt sind
- geeignete, regional bedeutsame Grundwasservorkommen einschließlich des Uferfilit-rats von Fließgewässern, unabhängig von einer gegenwärtigen Inanspruchnahme, als langfristige Daseinsvorsorge

Die Abgrenzung der Vorbehaltsgebiete Wasserversorgung beruht auf den regional und über-regional bedeutsamen Wassereinzugsgebieten auf der Grundlage der Schutzzonenkarte für die TWSZ III B (Regionaler Planungsverband Leipzig-West-sachsen 2015: 91). Die Vulnerabi-litätsanalyse und Diskussionen mit den maßgeblichen Wasserversorgungsunternehmer der Region kamen zu dem Ergebnis, dass selbst bei einer Verringerung des Wasserdargebots infolge des Klimawandels keine Engpässe zu erwarten sind (Regionaler Planungsverband Leipzig-West-sachsen 2011: 95ff.).

Der Gebietsentwicklungsplan für den Regierungsbezirk Düsseldorf enthält ein Raumord-nungsgebiet für den Grundwasser- und Gewässerschutz. Aussagen über die Datengrundla-gen und Abgrenzungskriterien enthält das Dokument nicht.

Tabelle 13: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Grundwasserschutz

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-West-sachsen	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wasserversorgung	<i>Gewährleistung von dauerhafter Regenerationsfähigkeit des Wasserdargebots Vermeidung von nachhaltiger Beeinträchtigung des Naturhaus-halts</i>	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft: Grundsatzkonzeption 2020 für die öffentliche Wasser-versorgung im Freistaat Sachsen Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirt-schaft und Geologie (LfULG): Wasserschutzgebiete Landratsamt Landkreis Leipzig, Landratsamt Nord-sachsen (UWB): Angaben zu mittleren genehmig-ten Entnahmemengen von Wassergewinnungsan-lagen Regierungspräsidium Leipzig: Trinkwasservor-behaltsgebiete im Regierungsbezirk Leipzig Fachplanerische Untersuchungen zu Wasserein-zugsgebieten <u>Kriterien (Vorranggebiet):</u> regional und überregional bedeutsame Wasserein-zugsgebiete auf der Grundlage der Schutzzonen-karte für die TWSZ I, II und III bzw. III A mit einer mittleren genehmigten Entnahmemenge >300 m ³ /d und einem gesicherten Bedarf bis 2020 Teile von Wasserkörpern, aus denen Trinkwasser gewonnen wird und die als Trinkwasserschutzge-biet nicht fach-gesetzlich geschützt sind geeignete, regional bedeutsame Grundwasservor-kommen einschließlich des Uferfiltrats von Fließge-wässern, unabhängig von einer gegenwärtigen In-anspruchnahme, als langfristige Daseinsvorsorge <u>Kriterium Vorbehaltsgebiet</u> regional und überregional bedeutsamen Wasser-einzugsgebieten auf der Grundlage der Schutzzo-nenkarte für die TWSZ III B
Düsseldorf	Bereiche für den Grundwasser- und Gewässerschutz	<i>In den Bereichen für den Grund-wasser- und Gewässerschutz sind alle raumbedeutsamen Pla-nungen und Maßnahmen ausge-schlossen, die eine Nutzung der Grundwasservorkommen für die öffentliche Trinkwasserversor-gung nach Menge und Güte be-einträchtigen oder gefährden können.</i>	Datengrundlage nicht angegeben

3.4 Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen

Das Handlungsfeld Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen decken Raumordnungsgebiete wie Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Arten- und Biotopschutz, Vorranggebiete Waldmehrung, Vorranggebiete zum Schutz des vorhandenen Waldes sowie Vorranggebiete Landwirtschaft mit besonderer Artenschutzfunktion (Leipzig-West-sachsen), Vorranggebiet Arten- und Biotopschutz (Oberes Elbtal/Osterzgebirge) und Gebiete zum Schutz der Natur bzw. der Böden (Düsseldorf) ab. Diese verfolgen das Ziel, den ökologischen wertvollen Zustand zu bewahren und Verdrängungsprozesse im Zuge des Klimawandels durch einen zusammenhängenden Biotopverbund abzuschwächen. Grundlage dafür sind sämtliche Biotop-, FFH-, RAMSAR-, SPA (Special Protection Areas)- und Natura 2000-Kartierungen sowie im Regierungsbezirk Düsseldorf Karten für schützenswerte Böden. Die möglichen Kriterien für die Ausweisung eines Raumordnungsgebietes für die Stärkung oder Etablierung eines Biotopverbundes sind zahlreich. Sie beinhalten die Einordnung in bereits bestehende Schutzgebiete (SPA, FFH, Naturschutzgebiet, Natura2000 usw.). In der Region Leipzig-West-sachsen beruht insbesondere die Abgrenzung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Arten und Biotopschutz auf den Ergebnissen des KlimaMORO.

Tabelle 14: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Biotopverbund

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-West-sachsen	Vorrang- und Vorbe-haltsgebiete Arten und Biotopschutz	<i>Zusammenhängendes ökologisch bedeutsamer Freiräume</i>	<p>z. B. LfULG: <i>Selektive Biotopkartierung (Stand 2006)</i>; STAATSBETRIEB SACHSENFORST: <i>Waldbiotopkartierung</i>; LfULG: <i>Standarddatenbögen Sächsischer Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete)</i>; <i>Festgesetzte Überschwemmungsgebiete, Auenlehmverbreitung, Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen, LEP: Unzerschnittene verkehrsarme Räume...</i></p> <p><u>Kriterien:</u> <i>Naturnahe Moore und Feuchtgebiete Grundwasserabhängige Biotope und Artvorkommen sowie Böden mit hohem Gefährdungspotenzial gegenüber Grundwasserabsenkung Böden besonderer Funktionalität: Böden mit besonderer Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte, Böden mit hoher Klimaschutzfunktion, Böden mit besonderer Biotopentwicklungsfunktion kühle Rückzugsräume für vulnerable kaltstenotherme (Kühle liebende) und steno-hygrophile (Feuchte liebende) Arten gemeinschaftlicher Bedeutung in Gebieten mit projizierten höheren Durchschnittstemperaturen (Dahlener Heide)</i></p>
Oberes Elbtal/ Osterzgebirge	Vorranggebiete Arten- und Biotopschutz	<i>Sicherung großräumig übergreifender Biotopverbund und Arten- und Biotopschutz</i>	<p><u>Datengrundlage/ Kriterien:</u> <i>SPA-Gebiete, Natura 2000, Biotopkartierung, LEP (festgelegter Biotopverbund, großflächige naturnahe Waldkomplexe, Lebensräume für großräumig lebende Wildtiere mit natürlichem Wanderungsverhalten, unzerschnittene verkehrsarme Räume, naturnahe und renaturierte Moorkomplexe)...</i></p>
Düsseldorf	Bereiche für den Schutz der Natur (Vorbehaltsgebiet)	<i>Naturschutzgebiete, die den Kern- und die Verbindungsflächen des landesweiten und regionalen Biotopverbundes ausmachen</i>	<p><i>Biotopkartierung</i></p> <p><u>Kriterien:</u> <i>Naturnahe oder durch extensive Nutzung entstandene Lebensräume mit ihren charakteristischen Biotoptypen besonders wertvolle Lebensräume mit ihren Lebensgemeinschaften wild lebender Tiere und Pflanzen, Biotopen und Lebensstätten, die räumlichen Voraussetzungen für den Austausch zwischen den Populationen wild lebender Tier- und Pflanzenarten sowie für Wanderungen zwischen Lebensräumen und deren Wiederbesiedlung, Flächen deren natürliche Gegebenheiten (u.a. Boden, Wasser, Klima) als wertgebende Raumstrukturen und Funktionen für die Entwicklung des regionalen Biotopverbundes von Bedeutung sind</i></p>

3.5 Schutz und Aufforstung von Wäldern

In Verbindung mit dem Biotopverbund gehen auch vom Schutz und der Aufforstung der Wälder positive Effekte für die Klimaanpassung aus. Die nachfolgenden Raumordnungsgebiete sind monofunktional auf diese beiden Ziele ausgerichtet. Sie wirken positiv auf unterschiedliche Handlungsfelder und können aus dem Grund nicht eindeutig einem Handlungsfeld zugewiesen werden. Die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Waldschutz beruhen auf Waldfunktionskartierungen. Für die Abgrenzung der Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Waldmehrung greifen die sächsischen Regionalpläne auf die Waldmehrungsplanung des Staatsbetriebs Sachsenforst zurück. Darüber hinaus fließen in die Gebietskategorie auch Gebiete aus dem Fachbeitrag Naturschutz und Landschaftspflege sowie kommunalen Flächennutzungs- und Landschaftsplänen ein. Kriterien für die Abgrenzung der Raumordnungsgebiete sind u. a. ein sehr geringer Anteil an klimatisch wirksamen Strukturen, eine sehr hohe Erosionsdisposition (Leipzig-West-sachsen), die Funktion als Kalt- und Frischluftschneise, die Empfindlichkeit gegenüber (Schad-

)Stoffeinträgen, eine geringe lokalklimatische Entlastungswirkung, die Sicherung des Biotopverbundes über Wanderungskorridore und bestimmte Waldtypen wie Bergkiefer-Moor-Wälder (Oberes Elbtal/ Osterzgebirge). Darüber hinaus enthält der Vorentwurf des Regionalplans Leipzig-West Sachsen kartographisch abgegrenzte „Regionale Schwerpunkt des Waldumbaus“, die der Klimaanpassung von Wäldern dienen.

Tabelle 15: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Waldschutz und -mehring

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-West Sachsen	Regionale Schwerpunkte des Waldumbaus	Sicherung von Waldbeständen durch klimawandelgerechten Waldumbau	Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen (2011), Ergebnisse des KlimaMORO Leipzig-West Sachsen Phase II (2013) <u>Kriterium:</u> Zusammenhängende Waldbestände mit sehr hohem und hohem Risiko des Bestandsausfalls bzw. des Vitalitätsverlusts aufgrund hoher Vulnerabilität gegenüber Folgen des Klimawandels
Oberes Elbtal/ Osterzgebirge	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Waldmehring	Schaffung räumlicher Voraussetzungen für die Holzproduktion, für die Funktion des Waldes als natürlicher Speicher von Kohlenstoff sowie für die Funktionsfähigkeit des Bodens, des Wasserhaushaltes, der Tier- und Pflanzenwelt sowie des Klimas und der menschlichen Gesundheit	Vorranggebiete Waldmehring im Regionalplan von 2009, Waldmehringungsplanung (Staatsbetrieb Sachsenforst), Waldmehringungsflächen aus regionalem Flächenausgleichstool für die Region Oberes Elbtal/Osterzgebirge, Flächennutzungs- und Landschaftspläne <u>Kriterien:</u> Bereiche, die in der Naherholungszone von Siedlungsbereichen mit hoher Einwohnerdichte liegen und derzeit eine geringe lokalklimatische Entlastungswirkung aufweisen; Sicherung des Biotopverbundes über Wanderungskorridore; Sicherung einer nachhaltigen Landnutzung in Gebieten mit hoher Wind- und Wassererosion; Gebiete mit einer hohen Hochwasserentstehungsgefahr; landwirtschaftliche Flächen mit einem hohen Ertragsausfallrisiko; keine Inanspruchnahme von Gebieten mit hohen natürlichen Ertragsfähigkeit für die landwirtschaftliche Produktion
	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Waldschutz	Schutz besonders bedeutsamer Wälder, großflächiger Waldkomplexe (mind. 100 ha) oder Wälder	Waldfunktionenkartierung <u>Kriterien:</u> Bestimmte Waldtypen (z. B. Bergkiefer-Moor-Wälder...), mit besonderen Funktionen (z. B. Biotop- und Bodenschutzfunktion, regionale Klimaschutzfunktion, Immissionsschutzfunktion...), Wald in Landschaftsschutzgebieten und Hochwasserentstehungsgebieten, Wälder zum Wasserrückhalt

3.6 Multifunktionale Raumordnungsgebiete

Eine weitere Kategorie von Raumordnungsgebieten mit Bezug zur Klimaanpassung bilden multifunktionale Grünzüge, die verschiedenen Belangen des Freiraumschutzes dienen wie Waldschutz und -mehring, Arten- und Biotopvielfalt, Grundwasserneubildung, klimatischer Ausgleich, Bodenschutz, landschaftliche Erlebbarkeit und Schutz des Landschaftsverbundes. Damit sind sie auch für die Handlungsfelder der Klimaanpassung nutzbar. Datengrundlagen für die Abgrenzung dieser Raumordnungsgebiete sind die Fachbeiträge zur Landschaftspflege und zum Naturschutz (auch auf Landesebene). Quantifizierte Abgrenzungskriterien enthalten die ausgewerteten Dokumente nicht. Vielmehr werden sie qualitativ beschrieben als Räume mit einer hohen Arten- und Biotopvielfalt, mit einer hohen Bedeutung für die Luftgeneration

und den klimatischen Ausgleich, für die Freiraumvernetzung und die freiraumorientierte Erholung.

Tabelle 16: Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien für Raumordnungsgebiete – Multifunktionale Grünzüge

Region	Raumordnungsgebiet	Wirkung	Datengrundlage/Kriterien
Leipzig-Westsachsen	Regionale Grünzüge	<i>Siedlungsnaher zusammenhängender Bereich des Freiraums mit unterschiedlichen ökologischen Funktionen oder naturnahen Erholungsmöglichkeiten</i>	<i>Fachbeitrag Naturschutz und Landschaftspflege</i> <i>Kriterien:</i> <i>Räume mit hoher oder sehr hoher Arten- und Biotopvielfalt,</i> <i>Grundwasserneubildung,</i> <i>Bedeutung für die Luftgeneration und den klimatischen Ausgleich,</i> <i>bodenökologischer Schutzwürdigkeit,</i> <i>Landschaftliche Erlebniswirksamkeit und wichtige Bereiche für den Landschaftsverbund und die Einbindung der Bergbaufolgelandschaft</i>
Stuttgart	Regionale Grünzüge	<i>Vorranggebiet zur Sicherung der Freiraumfunktion von Boden, Wasser, Klima, Arten- und Biotopschutz, der naturbezogenen Erholung und der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung und Produktion</i>	<i>Regionalplanfortschreibung, Landschaftsrahmenplan (Grundlagenerhebungen: Boden, Wasser, Bau- und Bodendenkmäler, Arten- und Biotopschutz, Erholung sowie Siedlungsklima), aktuelle Informationen zur Wirtschaftsfunktion landwirtschaftlicher Flächen (Digitale Flurbilanz)</i>
Düsseldorf	Regionale Grünzüge	<i>Räume mit besonderen Ausgleichs- und Ergänzungsfunktionen: Biotopverbund, klimaökologische Funktionen und zur wohnungs- und siedlungsnahen Erholung</i>	<i>Biotopvernetzung; Schutz und Entwicklung ökologischer Potentiale; Erholung; klimaökologische Funktionen</i> <i>Kriterien:</i> <i>Flächen, die eine siedlungsräumliche Gliederung, die freiraumorientierte Erholung, den Biotopverbund und die Freiraumvernetzung ermöglichen</i>

4 Informationsangebote von Bund und Ländern

Ein Überblick zu regionalisierten Informationsquellen über klimatische Veränderungen und die Einschätzung ihrer Nutzbarkeit für regionalplanerische Festlegungen schließt die Expertise ab.

4.1 Klimadaten auf der Ebene des Bundes

Auf der Ebene des Bundes stellt vor allem der Deutsche Wetterdienst eine Vielzahl von Daten in unterschiedlicher Auflösung und zeitlicher Dimension zur Verfügung. Über den Deutschen Klimaatlas sind unterschiedliche Datensätze verfügbar, wie die Lufttemperatur, Eistage, Heiße Tage, Niederschlag, Waldbrandindex, Winterhärtezonen und Hitzezonen für Pflanzen und das Maximum der Oberflächentemperatur. Für den Zeitraum 1961-1990 sind diese Daten im 1 km Raster verfügbar, während die Klimaprojektionen im 25 km Raster bestellbar sind. Bei den Klimaprojektionen sind folgende vier Szenarien wählbar: A1B, RCP4.5, RCP 6, RCP8.5. Auch sind zwei unterschiedliche zukünftige Zeiträume für die Projektion, 2010-2040 und 2070-2100, verfügbar. Die Daten des Referenzzeitraumes in der Vergangenheit erscheinen für die klimatische Exposition in einer Vulnerabilitäts- bzw. Betroffenheitsanalyse verwendbar. Gleiches gilt für die Klimaprojektionsdaten allerdings mit Einschränkung aufgrund der geringen Auflösung. Für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten sind darüber hinaus Informationen zu flächenscharf abgegrenzten Sensitivitäten erforderlich. Im Hinblick auf die Festlegungen zur Verschiebung des Lebensraums für Tiere und Pflanzen und zur Entwicklung von Wäldern erscheinen Daten zur Winter- und Hitزهärtezone von Pflanzen und der Waldbrandindex nutzbar. Daneben bietet der Deutsche Wetterdienst ergänzend das sogenannte Climate Data Center an, bei dem weitere Datensätze des Klimas der letzten Jahrzehnte abgefragt werden können. Ergänzend zu den umfangreichen Daten des Deutschen Klimaatlasses können hier beispielsweise folgende Daten heruntergeladen werden: die Schneebedeckung, die Wasserbilanz, Windparameter (im 200 m Raster), Daten zur Evapotranspiration und der sogenannte Dürre-Index.

Eine weitere Institution, die vor allem hinsichtlich der Exposition Daten zur Verfügung stellt, ist das Climate Service Center, welches Klimaprojektionen auf unterschiedliche Räume projiziert. Dabei können die Daten auf NUTS-2, Landkreis oder Naturraumbene abgefragt werden. Die projizierte Veränderung wird im jeweiligen Parameter in die drei Kategorien schwache, mittlere und starke Veränderung eingeteilt. Wählbare Sensitivitätsvariablen sind zum Beispiel die Zunahme der Winterniederschläge, der Sommertemperaturen oder der Anzahl sehr warmer Tage. Für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten sind die Datensätze nicht nutzbar, ermöglichen aber eine Bewertung im deutschlandweiten Vergleich, wie stark eine Region von einem Parameter betroffen ist und wie akut der daraus resultierende Handlungsbedarf ist.

Die dritte Datenquelle zu regionalisierten Informationen zum Klimawandel bildet der Regionale Klimaatlas der Helmholtz Gemeinschaft, dessen Daten auch für unterschiedliche Regionen zur Verfügung gestellt werden. Über ihn sind beispielsweise Daten zur durchschnittlichen Temperatur (Heiße Tage, Frosttag usw.), Vegetationsperiode, Niederschlag und Schneetage, die Anzahl der Trockenperioden und die mittlere Windgeschwindigkeit verfügbar. Das Raster der Daten beträgt 25-50 km. Der Vorteil des Atlases besteht in der großen Auswahl an Klimaprojektionen und -szenarien für die Berechnung des zukünftigen Klimas. Diese Daten können ebenso wie der Deutsche Klimaatlas des Deutschen Wetterdienstes für regionale Vulnerabilitäts- oder Betroffenheitsanalysen verwendet werden, sind jedoch noch mit flächenscharf abgegrenzten Sensitivitäten zu verknüpfen, um die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten zu unterstützen.

Tabelle 17: Vom Bund zur Verfügung gestellte Klimadaten

Datensatz	Thema	Auflösung	Quelle	Bewertung	
Climate Service Center	<i>Klimasignalkarten</i>	z. B. Zunahme des Winterniederschlags, Zunahme der Sommertemperaturen, Zunahme der Anzahl sehr warmer Tage, Zunahme der Anzahl der Tage mit Starkregen	auf Landkreisebene oder NUTS2-Regionen	http://www.climate-service-center.de/projects_and_publications/maps_visualisation/csm_regional/index.php.de , zuletzt geprüft am 18.10.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Karten bieten überregionalen Vergleich mit anderen Regionen • für die Identifikation konkreter Flächen für den Regionalplan nicht hilfreich
Deutscher Wetterdienst	<i>Deutscher KlimaAtlas</i>	Lufttemperatur, Frosttage, Eistage, Sommertage, Heiße Tage, Tropennächte, Niederschlag, Vegetationsbeginn, Waldbrandindex für den Bezugszeitraum (1961-1990) mit dem Vergleich zum aktuellen Jahr sowie die Berechnung der Klimaszenarien (A1B, RCP 4.5, RCP 6, RCP 8.5)	Allgemeine Klimadaten Bezugszeitraum und heute: 1 km Auflösung regionaler Klimamodellierung: 25 km	http://www.dwd.de/DE/klima/welt/klima-atlas/node.html , zuletzt geprüft am 31.05.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Falls keine genaueren Daten vorliegen, können diese für die Bewertung des Ist-Zustands verwendet werden. • Ebenso keine konkreten Flächenableitungen möglich • Klimaprojektionen vorhanden, aber sehr großmaßstäblich (25 km!)
	<i>Climate Data Center</i>	Bezug vieler Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes: Allgemeine Klimadaten (Temperatur, Niederschlag, Forsttage...) 30-jähriges Mittel	Raster: 1 km	http://www.dwd.de/DE/klima/welt/cdc/cdc_node.html , zuletzt geprüft am 31.05.2016 Bezug: ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/gri_ds_germany/multi_annual/ , zuletzt geprüft am 31.05.2016	
Helmholtz Gemeinschaft	<i>Regionaler KlimaAtlas Deutschland</i>	Berechnung zukünftiger klimatischer Bedingungen in Deutschland in einer Vielzahl von Szenarien. Dabei werden Kennwerte der Temperatur, des Niederschlags, der Luftfeuchte, des Windes, der Bewölkung und der Vegetation herangezogen.		http://www.regionaler-klima-atlas.de/klima-atlas/2071-2100/jahr/durchschnittliche-temperatur/deutschland/mittlereanderrung.html , zuletzt geprüft am 31.05.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Grober Überblick über Region • Keine konkreten Flächenableitungen möglich

4.2 Klimadaten der Länder

Neben der Ebene des Bundes stellen auch die Länder regionale Daten zum Klima und zum Klimawandel zur Verfügung. Die Daten des bayerischen Klimaatlases liegen in einer Auflösung von 50 m vor und beschreiben retrospektiv v. a. Temperatur und Niederschlag im Zeitraum von 1971 bis 2000.

Der Freistaat Sachsen hat in Zusammenarbeit mit der TU Dresden das Projekt WEREX gestartet, das regionale Klimaprojektionen für Sachsen anbietet. Ebenso wie der bayerische KlimaAtlas bietet WEREX Daten in einer wesentlich kleineren Auflösung als die Angebote des Bundes und kann so besser für regionale Fragestellungen mit ihrer kleineren Maßstabsebene verwendet werden. Mit Hilfe der Desktop-Recherche waren die Daten nicht identifizierbar, die WEREX verfügbar macht. Das Tool diente jedoch als Datengrundlage für die Vulnerabilitätsanalyse Westsachsens.

Ein weiteres länderspezifisches Datenangebot bildet die Bestimmung des konvektiven Unwetterpotentials über Thüringen, welches vom Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz und der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie entwickelt wurde. In einem 1 km Raster sind damit Daten zur Anzahl der Starkregenereignisse, der Intensität der

Blitzschläge und zu Sturzfluten in den vergangenen 10 Jahren in Thüringen verfügbar. Die Daten scheinen damit als Grundlage für regionalplanerische Festlegungen im Handlungsfeld Vorbeugender Hochwasserschutz in Flussgebieten nutzbar zu sein. Mit den Starkregeneignissen ist damit ein Parameter der zukünftigen Klimaentwicklung detaillierter und genauer untersuchbar. Die Verwendbarkeit der Daten bestätigt ihre Nutzung für die Betroffenheitsanalyse der Planungsregion Südwestthüringen.

Neben diesen Klimaatlanten besteht je nach Bundesland eine Vielzahl weiterer Untersuchungen, die einzelne Thematiken detailliert analysieren und die klimatischen Veränderungen bewerten. Auf diese greifen die beiden untersuchten Vulnerabilitätsanalysen zurück. Eine kleine Übersicht enthält die Internetseite der Climate & Environment Consulting GmbH Potsdam. Des Weiteren bietet das Portal REKIS der Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen eine Plattform, über die regionale Klimadaten verfügbar sind. Mit der durchgeführten Recherche war aufgrund des beschränkten Zugangs keine detaillierte Übersicht der verfügbaren Daten erstellbar.

Tabelle 18: Auswahl von den Ländern zur Verfügung gestellten Klimadaten

Bundesland	Datensatz und Auflösung	Thema	Quellen	Bewertung
Bayern	Bayerischer Klimaatlas (50m)	langjährige Monatsmittelwerte der Temperatur und der Monatssumme des Niederschlags der Klimanormalperiode 1971 bis 2000 flächendeckende Berechnung der durchschnittlichen Temperaturen und Niederschläge gegliedert nach Monaten	http://www.lfu.bayern.de/wasser/klimakarten/index.htm , zuletzt geprüft am 18.10.2016 Bezug: http://www.lfu.bayern.de/wasser/klimakarten/bestellung_kontakt/index.htm , zuletzt geprüft am 18.10.2016	<ul style="list-style-type: none"> • kleinmaßstäbliche (50 m) Datengrundlage für weitere Analysen in Bayern • Aufgrund des Rasterdatenformats keine konkreten Flächenableitungen möglich • keine Aussagen über zukünftige Entwicklung
Sachsen	WEREX V: Regionale Klimaprojektionen für Sachsen (50 bzw. 10 km)	Erzeugung regionaler Klimaprojektionen bis Ende des 21. Jahrhunderts für Sachsen	https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/25601 , zuletzt geprüft am 18.10.2016	<ul style="list-style-type: none"> • sehr kleinräumige Klimaprojektion für Sachsen • nutzbar für die Analyse zukünftiger klimatischer Entwicklungen in Sachsen • Keine konkreten Flächenableitungen möglich
Thüringen	Bestimmung des Konvektionspotentials über Thüringen (1km)	Studie über das konvektive Unwetterpotential (heute und in Zukunft) in Thüringen mit Daten über Hagel, Sturzfluten, Starkregen, Blitzschlag und Konvektion	http://www.thueringen.de/th8/klimaagen-tur/data/unwetterpotential/index.html , zuletzt geprüft am 18.10.2016	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaprojektion bezogen auf konvektives Unwetterpotential • Geeignet für detaillierte Analyse und als Grundlage für Klimafolgenbewertung nutzbar
Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen	Regionales Klimainformations-system für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen	interaktives Werkzeug zur Analyse, Bereitstellung, Dokumentation, Bewertung und Interpretation von Klimadaten	http://141.30.160.224/fdm/index.jsp?k=rekis , zuletzt geprüft am 18.10.2016	
Übersicht Material für Bundesländer	Übersicht Klimaprojektionen	Übersicht Klimaprojektionen in Deutschland gegliedert nach Bundesländern	http://www.cec-potsdam.de/klimaprojektionen.html , zuletzt geprüft am 18.10.2016	

In Deutschland besteht bereits eine ausgebaute Infrastruktur an klimatischen Daten, die als Expositionsvariablen dienen können. Für die Regionalplanung und die Ausweisung von Raumordnungsgebieten zur Anpassung an den Klimawandel fehlen allerdings Datensätze mit geringerer Auflösung als das in den bundesweiten Angeboten und v. a. Klimaprojektionen der Fall ist. Der Zugang zu diesen Daten und ihre Verfügbarkeit differiert von Bundesland zu Bundesland. Ein Vorreiter bildet der Freistaat Sachsen, der sich mit seinen Tools und Plattformen bemüht, eine umfangreiche Datengrundlage zur Verfügung zu stellen.

5 Fazit

Seit dem Ende der Nullerjahre setzt sich die Regionalplanung in Deutschland zunehmend mit den Folgen der klimatischen Veränderungen auseinander. Dies betrifft sowohl die Analyse der Betroffenheit einzelner Regionen durch die Folgen des Klimawandels als auch die zunehmende Integration entsprechender Belange in den Regionalplan. Einen entscheidenden Impulsgeber dafür bildete das KlimaMORO, in dem unter anderen erstmalig eine regionale Klimafolgenbewertung durchgeführt wurde. Die Analyse bildet ein wichtiges Werkzeug, um erstens die Betroffenheit einer Region von den Folgen des Klimawandels räumlich differenziert einzuschätzen. Zweitens kann eine regionale Klimafolgenbewertung auch Grundlagen dafür bereitstellen, um Raumordnungsgebieten abzugrenzen, die einem vorsorgenden Umgang mit den Folgen des Klimawandels dienen.

Eine vollständige Analyse der Vulnerabilität entsprechend des IPCC-Konzeptes, die neben der Exposition und der Sensitivität auch die Anpassungskapazität umfasst, erscheint dazu nicht erforderlich, weil die regionalplanerischen Festlegungen ein Bestandteil der regionalen Anpassungskapazität bilden und damit unterstellt wird, dass die Potentiale einer Region sich an den Klimawandel anzupassen, ausgeschöpft werden. Darüber hinaus sind entsprechende Daten kaum räumlich differenzierbar. Dementsprechend erscheinen Betroffenheitsanalysen, welche die Exposition in Form des Klimasignals mit der Sensitivität in Form betroffener Landnutzungen verschneiden für die Bedürfnisse der Regionalplanung ausreichend.

Die Ergebnisse der beiden untersuchten Vulnerabilitätsanalysen für die Regionen Leipzig-Westsachsen und Südwestthüringen verdeutlichen, dass es auf regionaler Ebene schwierig ist, eindeutig an Schwellenwerten orientierte betroffene Flächen abzuleiten. Ursächlich sind dafür vor allem die zu Grunde liegenden Daten. Sie stehen vielfach nicht räumlich hoch aufgelöst zur Verfügung. Dies gilt insbesondere für sozio-ökonomische Daten, die als Variablen für die Bestimmung der Sensitivität dienen.

Auf der Grundlage der Analyseergebnisse des KlimaMORO haben in den vergangenen Jahren insbesondere die sächsischen Regionen neue räumlich differenzierte Festlegungen entwickelt, die einen Beitrag zur Anpassung der Region an die Folgen des Klimawandels leisten. Die Vorentwürfe der Regionalpläne Leipzig-Westsachsen und Oberes Elbtal/Osterzgebirge, die noch kein vollständig planerisches Gesamtkonzept enthalten und dem ersten Austausch über mögliche Festlegungen dienen, dokumentieren die verwendeten Daten und Kriterien für die Abgrenzung entsprechender Raumordnungsgebiete ausführlich. Die untersuchten rechtsgültigen Regionalpläne sind an dem Punkt in ihren Aussagen weniger eindeutig. Dies verleitet zu dem Schluss, dass in der späteren planerischen Abwägung zwischen unterschiedlichen Belangen von einer solch reinen an quantitativen Daten orientierten Begrenzung der Raumordnungsgebiete abgewichen wird. Möglich ist aber auch, dass hier Schwächen im Untersuchungsdesign vorliegen, da entsprechende Informationen möglicherweise an anderer Stelle als im Regionalplan dokumentiert sind.

Differenziert nach den einzelnen MKRO-Handlungsfeldern unterscheiden sich die Verfügbarkeit von Daten und der Rückgriff auf quantifizierte Kriterien. In den Handlungsfeldern des Vorbeugenden Hochwasserschutzes sind aufgrund der Umsetzung der HWRM-RL durch die Wasserwirtschaft mittlerweile umfangreiche Datengrundlagen verfügbar, die auf Modellierungen der Wasserwirtschaft beruhen. Mit ihnen sind in den Regionalplänen – einen regionalplanerischen Willen zum vorsorgenden Umgang mit möglichen Katastrophen infolge des niemals vollständig auszuschließenden Ausfalls von Schutzeinrichtungen vorausgesetzt – Raumordnungsgebiete abgrenzbar. Auch die betrachteten Betroffenheitsanalysen greifen auf entsprechende Daten zurück. Insbesondere für den Umgang mit Schadenspotenzialen hinter Schutzeinrichtungen haben die sächsischen Regionalpläne Abgrenzungskriterien entwickelt, die unabhängig von der bestehenden Nutzung sind und die mögliche Gefährdung bei einem Extremereignis in den Vordergrund stellen. Das entsprechende Kriterium lautet Flächen, die bei einem Extremhochwasser Überflutungstiefen von mehr als 2 m bzw. einen spezifischen Abfluss

von mehr als 2 m²/s aufweisen. Entscheidend ist dabei, dass mit der Ausrichtung an einem Extremereignis, das gegenwärtig größtmögliche Katastrophenszenario zugrunde gelegt wird. Das entsprechende Kriterium erscheint zumindest für den Wasserstand bundesweit verfügbar. Expositionsdaten, die aus einzelnen Klimaparametern abgeleitet sind, scheinen für das Handlungsfeld Vorbeugender Hochwasserschutz aufgrund der komplexen Wirkungsbeziehungen in Flusseinzugsgebieten zwischen Niederschlägen und dem folgenden Flusshochwasser für die Analysen der Regionalplanung von geringerer Bedeutung zu sein. Eine Herausforderung für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten bildet der Abgleich mit den Daten der Wasserwirtschaft, weil die Fachplanung nicht in den Zeitintervallen der Aufstellung von Regionalplänen arbeitet.

Im Handlungsfeld Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen greifen die Betroffenheitsanalysen auf Expositionsdaten zu einzelnen klimatischen Parametern wie Temperaturen bzw. heiße Tage oder Sommertage zurück. Die Ergebnisse entsprechender Untersuchungen ersetzen in den sächsischen Regionalplänen auch siedlungsklimatische Modellierungen. Die bestehenden Landnutzungen sind als Informationen zur Sensitivität dabei von insgesamt größerer Bedeutung, weil sie mit den Expositionsdaten verschnitten werden. Entsprechende Datenquellen sind die Flächennutzung, räumlich differenzierte Informationen zur demographischen Situation, aus denen hitzesensible Bevölkerungsgruppen abgeleitet werden, sowie Kartierungen von Frisch- und Kaltluftentstehungsgebieten und -schneisen. Die letzte Datenquelle wird oft aus landschaftsplanerischen Fachbeiträgen übernommen. Vielfach sind aus der Dokumentation der Betroffenheitsanalysen keine quantifizierte Kriterien ableitbar, aus denen Handlungsbedarfe resultieren. Stattdessen werden die einzelnen Kategorien in den Betroffenheitsanalysen kartografisch dargestellt. Ein Beispiel für einen Schwellenwert zur Abgrenzung von Raumordnungsgebieten bildet das Raumordnungsgebiet „Gebiete mit hoher Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen in urbanen Belastungsräumen“ der Region Leipzig-West-sachsen, das direkt aus der Vulnerabilitätsanalyse übernommen wurde, in der es anhand eines klar definierten Schwellenwertes bestimmt wurde.

Das MKRO-Handlungsfeld Regionale Wasserknappheit decken die betrachteten Regionalpläne in einem geringeren Umfang ab, indem sie den Schutz des Grundwassers in den Vordergrund stellen. Im Vergleich zu den Daten zu Veränderungen klimatischer Parameter im Handlungsfeld Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen sind die Informationsgrundlagen in dem Handlungsfeld schwächer. Auch erscheinen die Wirkungszusammenhänge zwischen Niederschlägen sowie naturräumlichen Rahmenbedingungen und Landnutzungen komplex, so dass detaillierte Wasserbilanzen erforderlich sind. Dementsprechend enthalten die ausgewerteten Dokumente auch kaum quantifizierte Kriterien, die von anderen Regionen nutzbar sind. Die Regionalplanung greift in den meisten Fällen auf bestehende wasserwirtschaftliche Schutzgebiete und Konzeptionen zur Abgrenzung von Raumordnungsgebieten zurück. Im Vorentwurf des Regionalplans Leipzig-West-sachsen basiert die Abgrenzung der Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Arten- und Biotopschutz u. a. auf Daten zur Sensitivität grundwasserabhängiger Biotoptypen und zu FFH-Gebieten mit sensitiven Arten sowie zur Sensitivität von Standgewässern. Für die Trinkwasserversorgung lässt die regionale Vulnerabilitätsanalyse keine Kapazitätsengpässe erwarten.

Das Handlungsfeld Veränderung im Tourismusverhalten erscheint für die formale Regionalplanung insgesamt von geringerer Bedeutung. Die Vulnerabilitätsanalyse Südwestthüringen enthält zu dem Handlungsfeld Analysen, die auf einer Verschneidung klimatischer Parameter mit Beschäftigtenzahlen im Tourismussektor beruhen. Die Ergebnisse scheinen für das Handeln in der Regionalentwicklung relevant. Beispiele für die Nutzung der Daten als Grundlage für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten sind nicht bekannt. Auch im MKRO-Handlungsfeld Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen liegen bisher kaum detaillierte Analysen zu möglichen Wanderungskorridoren vor. Als Grundlage für die Abgrenzung von Raumordnungsgebieten dienen hier vor allem bestehende Schutzgebietskategorien des Naturschutzes und insbesondere Konzeptionen für ein Freiraumverbundsystem. Letztere sieht

die Planungspraxis als ausreichende Informationsgrundlage für Festlegungen in dem Handlungsfeld an. Dennoch stellt sich die Frage, wie mögliche zukünftige Änderungen des Klimas und daraus resultierende Folgen für die Wanderungsbewegungen von Tieren und Pflanzen stärker durch freiraumschützenden Gebietstypen in den Regionalplänen berücksichtigt werden können.

Der Überblick zu Datengrundlagen und Abgrenzungskriterien verdeutlicht, dass die Qualität der Datengrundlagen von den Aktivitäten der Fachplanung abhängt. Insbesondere im Bereich der Wasserwirtschaft liegen aufgrund der Aktivitäten zur Umsetzung der HWRM-RL in den vergangenen Jahren gut nutzbare Informationen vor. Auch im Bereich des Küstenschutzes ist dies der Fall, wobei in dem Handlungsfeld noch keine Praxisbeispiele bekannt sind, welche den Umgang mit Schadenspotenzialen aus dem Bereich des Vorbeugenden Hochwasserschutzes übertragen. Dennoch ist die Ausgangssituation hier vergleichbar. Auch bei den Bauwerken des Küstenschutzes ist ein vollständiger Schutz vor allen möglichen zukünftigen Ereignissen nicht möglich.

Eine umfangreiche Infrastruktur wurde in den vergangenen Jahren aufgebaut, um Daten zu Veränderungen der klimatischen Parameter und damit zur Exposition breit verfügbar zu machen. Dies betrifft sowohl den retrospektiven Rückblick über die Veränderungen einzelner klimatischer Parameter in der Vergangenheit als auch die unterschiedlichen Szenarien zu möglichen klimatischen Veränderungen. In ihrer Auflösung differieren die angebotenen Datensätze. Für die Regionalplanung sind diese reinen Expositionsvariablen in der Regel nicht nutzbar, um Raumordnungsgebiete auszuweisen. Hierzu bedarf es weiterer detaillierter und auf die einzelnen Regionen bezogener Analysen. Als entscheidend wird hier angesehen, dass bei ihnen die Bandbreite der möglichen klimatischen Veränderungen berücksichtigt wird, um nicht von vornherein mögliche aber unangenehme Ausprägungen der klimatischen Veränderungen auszuschließen. Dem widerspricht die Planungspraxis, die ein Vorgehen vorzieht, das eine frühzeitige und gut dokumentierte Entscheidung für ein Szenario bevorzugt, weil entsprechende Ergebnisse gegenüber der Politik besser vermittelbar sind. Aber auch hinsichtlich der Präsentation weisen die untersuchten Datensätze Defizite auf. Vielfach sind erläuternde Texte in englischer Sprache verfasst und greifen darüber hinaus auf schwer verständliche Fachtermini zurück. Aus dem Grund erscheint ein Mittler erforderlich, der die entsprechenden Daten für die Regionalplanung verständlich aufbereitet. Aus dem Grund ist eine Unterstützung der Regionalplanung mit zusätzlichen Ressourcen erforderlich.

Aufgrund der hohen Bedeutung, die Datengrundlagen für die Festlegungen wirkungsvoller regionalplanerischer Festlegungen zukommt, erscheint es sinnvoll zusätzliche Entscheidungsgrundlagen auch in Form von Betroffenheitsanalysen zu generieren. Insbesondere gilt das für MKRO-Handlungsfelder mit stärkeren Defiziten in der Wissensbasis. Daher können regionale Betroffenheitsanalysen aufgrund begrenzter Ressourcen das Handlungsfeld Vorbeugender Hochwasserschutz außen vor lassen. Bezogen auf die MKRO Handlungsfelder zur Anpassung an den Klimawandel wären dementsprechend vor allem die Auswirkungen auf das Tourismusverhalten und die Verschiebung der Lebensräume von Tieren und Pflanzen relevant. Aber auch im Handlungsfeld Regionale Wasserknappheit bestehen noch Defizite. Für Ausweisungen von Flächen des Hochwasserschutzes wären flächendeckend Daten über zukünftig erwartete Starkregenereignisse mit Einfluss mikroklimatischer Parameter sinnvoll. Lassen sich räumliche Schwerpunkte identifizieren, könnte über Raumordnungsgebiete auf einen Rückhalt von Niederschlagswasser hingewirkt werden. Keine Aussagen können zur Datenverfügbarkeit in den Handlungsfeldern Küstenschutz und Schutz der Berggebiete getroffen werden, weil die ausgewählten Planungsregionen in keinem der beiden Naturräume liegen.

6 Quellenverzeichnis

BEZIRKSREGIERUNG DÜSSELDORF (Hrsg.) (2014): Regionalplan Düsseldorf. Entwurf vom April 2014. Düsseldorf.

BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND STADTENTWICKLUNG; BBSR, BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG (HRSG.) (2013): METHODENHANDBUCH ZUR REGIONALEN KLIMAFOLGENBEWERTUNG IN DER RÄUMLICHEN PLANUNG: SYSTEMATISIERUNG DER GRUNDLAGEN REGIONALPLANNERISCHER KLIMAFOLGENBEWERTUNG. BERLIN, BONN.

BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU- UND STADTENTWICKLUNG (HRSG.) (2014): REGIONALE FRAGESTELLUNGEN – REGIONALE LÖSUNGSANSÄTZE: ERGEBNISBERICHT DER VERTIEFUNGSPHASE DES MODELLVORHABENS DER RAUMORDNUNG "RAUMENTWICKLUNGSSTRATEGIEN ZUM KLIMAWANDEL" (KLIMA MORO). BMVBS-ONLINE PUBLIKATION 01/2014.

CHRISTENSEN, K. (1985): COPING WITH UNCERTAINTY IN PLANNING. IN: JOURNAL OF THE AMERICAN PLANNING ASSOCIATION 51, 1, 63-73.

FROMMER, B. (2009): HANDLUNGS- UND STEUERUNGSFÄHIGKEIT VON STÄDTEN UND REGIONEN IM KLIMAWANDEL: DER BEITRAG STRATEGISCHER PLANUNG ZUR ERARBEITUNG UND UMSETZUNG REGIONALER ANPASSUNGSSTRATEGIEN. IN: RAUMFORSCHUNG UND RAUMORDNUNG 67, 2, S. 128-141.

GUNDER, M.; HILLIER, J. (2009): PLANNING IN TEN WORDS OR LESS: A LACANIAN ENTANGLEMENT WITH SPATIAL PLANNING. FARNHAM, BURLINGTON, VT.

MEYER, K.; OVERBECK, G. (2009): RAUMPLANNERISCHE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL IM SPIEGEL AKTUELLER PROJEKTE. IN: RAUMFORSCHUNG UND RAUMORDNUNG 67, 2, S. 182-192.

MKRO, MINISTERKONFERENZ FÜR RAUMORDNUNG (2013): RAUMORDNUNG UND KLIMAWANDEL. BERLIN.

REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT SÜDWESTTHÜRINGEN (Hrsg.) (2011): Regionales Energie- und Klimakonzept Südwestthüringen. Suhl.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen. Leipzig. Dresden.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN (Hrsg.) 2015: Regionalplan Leipzig-West Sachsen 2017: Entwurf für das Verfahren nach § 9 ROG i. V. m. § 6 Abs. 1 SächsLPIG. Leipzig.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERES ELBTAL / OSTERZGEBIRGE (Hrsg.) 2015: Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2. Gesamtfortschreibung: Entwurf für das Verfahren nach § 9 ROG i. V. m. § 6 Abs. 1 SächsLPIG. Radebeul.

RITTER, E.-H. (2007): KLIMAWANDEL - EINE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE RAUMPLANUNG. IN: RAUMFORSCHUNG UND RAUMORDNUNG 65, 6, S. 531-538.

SCHMITZ, G. (2005): REGIONALPLANUNG. IN: AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (HRSG.): HANDWÖRTERBUCH DER RAUMORDNUNG. HANNOVER, S. 963-973.

THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN, UMWELT UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2013): Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen. Erfurt.

VERBAND REGION STUTTGART (Hrsg.) (2009): Regionalplan. Rechtsgültige Fassung vom 22. Juli 2009. Stuttgart.