Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM -

Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden

Heft 7

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Zitiervorschlag:
REGKLAM-KONSORTIUM (Hrsg.) (2013): Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden. Grundlagen, Ziele und Maßnahmen. REGKLAM-Publikationsreihe, Heft 7. Rhombos-Verlag, Berlin. ISBN: 978-3-944101-17-0.

Impressum

REGKLAM-Publikationsreihe
Erarbeitet im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundvorhabens REGKLAM -
Entwicklung und Erprobung eines integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden (Juli 2008 – Dezember 2013).

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert REGKLAM im Rahmen seines Forschungsprogramms „KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten" (www.klimzug.de).

Förderkennzeichen: FKZ 01LR0802
Internet: www.regklam.de

Herausgeber:
Konsortium des Verbundvorhabens REGKLAM (REGKLAM-Konsortium)

Redaktionsschluss:
September 2013

Titelbild:
Foto: Petra Knothe

Verlag:
RHOMBOS-VERLAG
Kurfürstenstraße 17
D-10785 Berlin
Internet: www.rhombos.de

Druck und Bindung:
dbusiness.de GmbH, Berlin

Printed in Germany

© 2013 RHOMBOS-Verlag, Berlin
Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.
Kein Teil dieses Werkes darf außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verarbeitet werden.

ISBN: 978-3-944101-17-0

Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM - Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden

Heft 7

Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden

Grundlagen, Ziele und Maßnahmen

REGKLAM-Konsortium (Hrsg.)

Das Klimaanpassungsprogramm ist das Ergebnis der intensiven Zusammenarbeit zahlreicher Akteure im Rahmen des Verbundvorhabens REGKLAM in der Modellregion Dresden. Insbesondere waren beteiligt:

- Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR) (Koordination)
- TU Dresden (TUD): Institut für Baukonstruktion; Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre (Betriebliche Umweltökonomie); Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodenschutz; Lehrstuhl für Forstbotanik; Lehrstuhl für Hydrologie; Lehrstuhl für Meteorologie; Lehrstuhl für Raumentwicklung; Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft; Lehrstuhl für Standortlehre und Pflanzenernährung; Lehrstuhl für Wasserversorgung
- TU Bergakademie Freiberg (TU BAF): Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum mit den Arbeitsgruppen Lehrstuhl für Geochemie und Geoökologie, Lehrstuhl für Hydro- und Umweltgeologie und Lehrstuhl für gas- und wärmetechnische Anlagen
- Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e. V.(TROPOS)
- Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V. (DGFZ)
- Landeshauptstadt Dresden (LH Dresden)
- Stadtentwässerung Dresden GmbH (SEDD)
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
- Sächsisches Staatsministerium des Innern (SMI)
- Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge (RPV OE/OE)
- Industrie- und Handelskammer Dresden (IHK Dresden)

September 2013

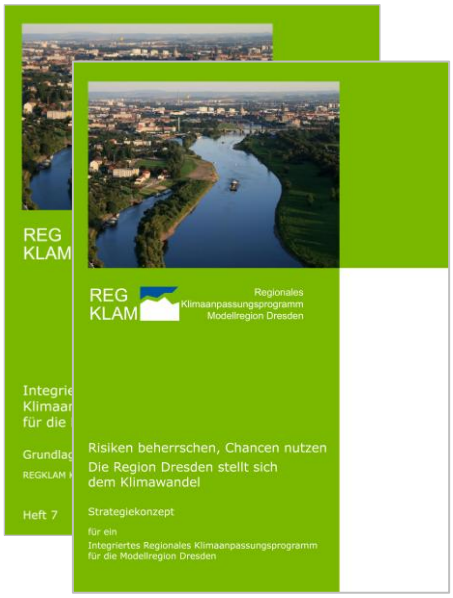
Ergebnisse des Verbundvorhabens REGKLAM

Klimaanpassungsprogramm

Das Integrierte Regionale Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden ist ein zentrales Ergebnis des Netzwerksvorhabens REGKLAM.

Das Programm beschreibt die wichtigsten klimatischen und gesellschaftlichen Grundlagen, formuliert programmatische Ziele und beschreibt mehr als 160 Maßnahmen für die sektorübergreifende Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Region Dresden. Ausgewählte Handlungsoptionen sind in Maßnahmenblättern vertiefend behandelt.

Das kurzgefasste Strategiekonzept gibt einen Überblick über die wichtigen Themen der Klimaanpassung in der Region.



www.regklam.de/Klimaanpassungs-programm/

Projektinformationen

Alle Ergebnisse des REGKLAM-Vorhabens sind anschaulich auf der Projekt-Homepage aufbereitet:

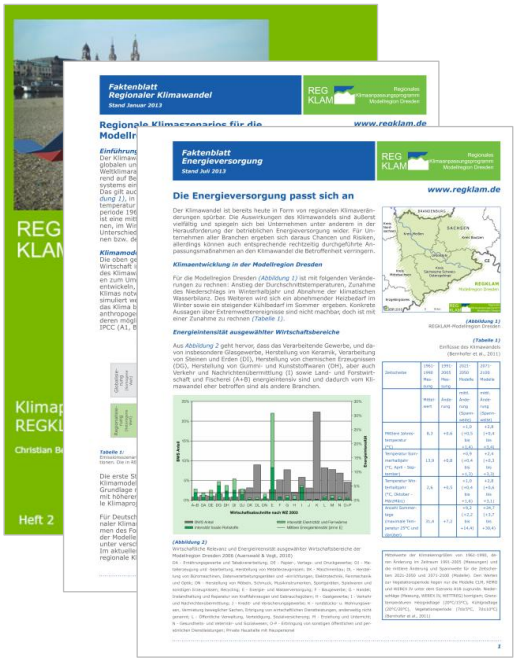
- Ergebnisse aus den Teilprojekten
- Informationen über das Projekt und seine Partner
- Das REGKLAM-Diskussions-Forum

www.regklam.de

Projektergebnisse

Einzelne Ergebnisse des REGKLAM-Vorhabens liegen in verschiedenen Formaten vor:

- Hefte der REGKLAM-Publikationsreihe
- Faktenblätter zum regionalen Klimawandel und Anpassungsmaßnahmen
- Forschungsberichte (REGKLAM-Produkte)
- Weitere Publikationen



www.regklam.de/publikationen/

REGKLAM - Publikationsreihe

In dieser Reihe liegen folgende Bände vor (Stand September 2013):

Heft 1 Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden

BERNHOFER, C.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH, A. (Hrsg.) (2009): Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden. REGKLAM Publikationsreihe, Heft 1. Rhombos-Verlag, Berlin. 128 Seiten, ISBN: 978-3-941216-22-8.

Heft 2 Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden

BERNHOFER, C.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH, A. (Hrsg.) (2011): Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden. REGKLAM Publikationsreihe, Heft 2. Rhombos-Verlag, Berlin. 120 Seiten, ISBN: 978-3-941216-71-6.

Heft 3 Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels

WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (Hrsg.) (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. REGKLAM Publikationsreihe, Heft 3. Rhombos-Verlag, Berlin. 154 Seiten, ISBN: 978-3-941216-96-9.

Heft 4 Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel

WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; NAUMANN, T. (Hrsg.) (2013): Gebeäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. REGKLAM Publikationsreihe, Heft 4. Rhombos-Verlag, Berlin. 158 Seiten, ISBN: 978-3-944101-04-0.

Heft 5 Regionaler Wasserhaushalt im Wandel

HÄNSEL, S.; ULLRICH, K.; SOMMER, T.; BENNING, R.; PRANGE, N.; MATSCHULLAT, J. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Regionaler Wasserhaushalt im Wandel. Klimawirkungen und Anpassungsoptionen in der Modellregion Dresden. REGKLAM Publikationsreihe, Heft 5. Rhombos-Verlag, Berlin. ISBN: 978-3-944101-14-9.

Heft 6 Grundlagen für eine klimawandelangepasste Stadt- und Freiraumplanung

WENDE, W.; RÖßLER, S.; KRÜGER, T. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung, REGKLAM Publikationsreihe, Heft 6. Rhombos-Verlag, Berlin. ISBN: 978-3-944101-15-6.

Heft 7 Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden Grundlagen, Ziele und Maßnahmen

REGKLAM-KONSORTIUM (Hrsg.) (2013): Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden. Grundlagen, Ziele und Maßnahmen. REGKLAM Publikationsreihe, Heft 7. Rhombos-Verlag, Berlin. ISBN: 978-3-944101-17-0.

Vorbemerkungen

Die Erarbeitung des „Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms (IRKAP)" für die Modellregion Dresden ist eines der Hauptziele des BMBF-Verbundvorhabens REGKLAM (www.regklam.de). Mit dem vorliegenden Dokument liegt die Endfassung des IRKAP vor.

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Modellregion Dresden ist eine langfristige Herausforderung für alle Institutionen und Akteure in Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung und Zivilgesellschaft. Diese Herausforderung sollte frühzeitig erkannt und angenommen werden, wenn die Modellregion Dresden die damit verbundenen Chancen nutzen und Risiken auf ein tolerierbares Niveau reduzieren möchte.

Von zentraler Bedeutung für die frühzeitige Klimaanpassung in der Modellregion Dresden ist die differenzierte Analyse des Klimawandels und seiner Folgen unter Berücksichtigung demographischer, ökonomischer, ökologischer und raumstruktureller Rahmenbedingungen. Auf der Grundlage eines Leitbilds zur Klimaanpassung in der Modellregion Dresden und von Handlungsprinzipien gilt es, konkrete Ziele und Maßnahmenvorschläge in den relevanten Handlungsfeldern zu formulieren und umzusetzen. Klimaanpassung ist ein dynamischer Prozess, der kontinuierliche Lernfortschritte und Weiterentwicklungen der Wissensbasis von Entscheidungen und Handlungen erfordert.

Vor diesem Hintergrund ist das IRKAP in drei Teile untergliedert:

Teil I analysiert den Klimawandel in der Modellregion Dresden differenziert für ausgewählte Klimakenngrößen. Dabei werden Unsicherheiten des Klimawandels deutlich. Es zeigt sich, dass insbesondere temperaturbezogene Klimakenngrößen belastbare Aussagen ermöglichen (z. B. Zunahme von Sommertagen, heißen Tagen, Tropennächten, Kühlgradtagen). Teil I enthält darüber hinaus Aussagen zur Luftqualität, Demographie und Wirtschaft und zum Raumnutzungswandel in der Modellregion Dresden sowie zu Ansätzen für ein übergeordnetes Leitbild und Handlungsprinzipien der Klimavorsorge.

Teil II formuliert den Handlungsbedarf in fünf strategischen Themenbereichen der Klimaanpassung in der Modellregion Dresden:

- Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude,
- Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft,
- Land- und Forstwirtschaft,
- gewerbliche Wirtschaft,
- Naturschutz.

Mit diesen fünf Themenbereichen können zentrale Handlungsfelder zur Klimaanpassung in der Modellregion Dresden angesprochen werden. REGKLAM setzt damit bewusst Schwerpunkte. Zukünftig wird es darum gehen, Synergien und Konflikte mit weiteren Handlungsfeldern verstärkt in die Betrachtung einzubeziehen (z. B. Verkehrsentwicklung, Schutz der menschlichen Gesundheit).

In jedem Bereich wird zunächst auf themenspezifische Herausforderungen der Klimaanpassung sowie auf ein themenspezifisches Leitbild und Handlungschwerpunkte für eine grundlegende Orientierung eingegangen. Es folgen konkrete Aussagen zu Zielen und Maßnahmen.

Teil III geht anhand von sog. „Maßnahmenblättern" jeweils vertiefend auf eine einzelne Maßnahme ein und benennt, wo möglich, bereits umgesetzte oder in Umsetzung befindliche Beispiele. Maßnahmenblätter sollen anschlussfähig an vorhandene Institutionen, organisatorische Strukturen und Akteure sein. Allerdings enthält Teil III nicht zu jeder Maßnahme ein Maßnahmenblatt. Ihre Formulierung erfolgte auf der Grundlage der spezifischen wissenschaftlichen Ergebnisse von REGKLAM oder durch die besonders intensive Kooperation von Wissenschaft und Praxis zur Erstellung eines Maßnahmenblattes. Insofern verdeutlicht Teil III auch die durch die REGKLAM-Partner gesetzten inhaltlichen Prioritäten zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Modellregion Dresden.

An der Erarbeitung des Klimaanpassungsprogramms haben alle Partner des REGKLAM-Konsortiums mitgewirkt. Darüber hinaus haben sich zahlreiche weitere Akteure aus Wirtschaft, öffentlicher Verwaltung und Zivilgesellschaft intensiv in den Diskurs eingebracht und wichtige Aspekte zum Gesamtergebnis beigetragen. Allen Mitwirkenden sei hiermit herzlich für ihre Beiträge gedankt.

INHALTSÜBERSICHT

I Die Region Dresden im Wandel 3

1 Charakterisierung der Modellregion Dresden 3

2 Klima und Luftqualität 4

3 Gesellschaft und Wirtschaft 12

4 Risiken und Chancen des zukünftigen Wandels 17

5 Leitbild und Handlungsprinzipien für die Klimaanpassung 22

TEIL II Ziele und Maßnahmen für die Anpassung an den Klimawandel 25

1 Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude 35

2 Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft 53

3 Land- und Forstwirtschaft 73

4 Gewerbliche Wirtschaft 107

5 Naturschutz 117

III Maßnahmenblätter 131

ANLAGEN 315

Glossar 317

Ausgewählte Literatur 319

Rechtsquellen 324

REGKLAM-Produkte 325

Ausgewählte Abkürzungen 329

TEIL I

DIE REGION DRESDEN IM WANDEL

INHALTSVERZEICHNIS

1 Charakterisierung der Modellregion Dresden 3

2 Klima und Luftqualität 4

Beobachteter und zukünftiger Klimawandel 5

Beobachteter Klimawandel 5

Zukünftiger Klimawandel 8

Extreme 10

Aktuelle Luftqualität und mögliche zukünftige Veränderungen 10

3 Gesellschaft und Wirtschaft 12

Zukünftige Bevölkerungsentwicklung (Demographischer Wandel) 12

Zukünftige ökonomische Entwicklung 13

Zukünftige Siedlungsflächenentwicklung (Raumnutzungswandel) 14

4 Risiken und Chancen des zukünftigen Wandels 17

Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude 17

Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft 18

Land- und Forstwirtschaft 19

Gewerbliche Wirtschaft 20

Naturschutz 20

5 Leitbild und Handlungsprinzipien für die Klimaanpassung 22

Leitbild 22

Handlungsprinzipien der Klimavorsorge 23

I DIE REGION DRESDEN IM WANDEL

1 Charakterisierung der Modellregion Dresden

Das Gebiet in und um die sächsische Landeshauptstadt Dresden bildet die Modellregion für das Projekt REGKLAM. Hier fand ein Großteil der Untersuchungen und Messungen des Projektes statt, hier besteht der regionale Bezug zu den Erkenntnissen dieses Programmes und hier sind auch die meisten Akteure angesiedelt, die am Projekt mitgearbeitet haben.

Die Modellregion Dresden des Verbundvorhabens REGKLAM umfasst das Stadtgebiet der Landeshauptstadt Dresden, die umliegenden Landkreise Meißen und Sächsische Schweiz/Osterzgebirge sowie angrenzende Teile der Landkreise Bautzen und Mittelsachsen einschließlich der Stadt Freiberg (→ Abbildung I-1.1).

Abbildung I-1.1: Überblick über die Modellregion Dresden des Verbundvorhabens REGKLAM (mit Kreisgrenzen)

Das Gebiet repräsentiert Mittelgebirgsregionen bis ca. 900 m Höhe über NN (Osterzgebirge), Hügelland und auch das sächsische Tiefland im Elbtal bis ca. 100 m über NN. Der Wechsel von einerseits maritimen westeuropäischen und andererseits kontinentalen osteuropäischen Luftmassen

beeinflusst das regionale Klima. Die Region bildet einen der wichtigsten Wirtschaftsstandorte in den neuen Bundesländern. Im Großraum Dresden konzentrieren sich vorwiegend Unternehmen aus den Bereichen Mikroelektronik, Elektrotechnik und Maschinenbau sowie aus dem Ernährungsgewerbe. Die Wirtschaftsstruktur ist hauptsächlich von klein- und mittelständischen Unternehmen geprägt. Mehrere Universitäten mit überwiegend technischer Ausrichtung und die Ansiedlung zahlreicher außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sichern die Ausbildung qualifizierter Fachkräfte. Ungefähr 1,23 Mio. Menschen leben in der Modellregion.

Landwirtschaftlich ist besonders die Elbtalregion durch ihre geschützte Lage begünstigt, sogar Weinbau ist hier möglich. Die höheren Lagen des Erzgebirges werden von Wäldern dominiert. Waldgebiete, Kulturlandschaft und viele Schutzgebiete (z. B. im Elbsandsteingebirge) bilden eine breite landschaftliche Vielfalt, die neben der Kulturstadt Dresden als touristischer Anziehungspunkt wirkt.

2 Klima und Luftqualität

Das regionale Klima beeinflusst in vielfältiger Weise den Naturhaushalt sowie Wirtschaft und Gesellschaft. So wird beispielweise das Wasserdargebot einer Region maßgeblich vom Niederschlag und der Verdunstung bestimmt. Wirtschaft und Gesellschaft hängen nicht nur von diesem Wasserdargebot und seiner Verfügbarkeit ab, sondern können unter anderem auch von anderen Klimagrößen wie der Lufttemperatur oder von Extremereignissen wie Sturm, Starkniederschlag und Hagel betroffen werden. Durch den anthropogenen Klimawandel ist von einer Änderung dieser Einflüsse auszugehen. Seine Auswirkungen sind damit potenziell vielfältig und bedürfen deshalb einer frühzeitigen Abschätzung.

Klimatische Veränderungen sind in der Modellregion Dresden bereits heute auf Grundlage der Beobachtungsdaten des Deutschen Wetterdienstes nachzuweisen. Damit liegt Sachsen im globalen Trend: Der Weltklimarat IPCC stellt in seinem 4. Sachstandsbericht fest, dass die globale Erwärmung eindeutig ist. Diese klimatischen Entwicklungen stellen Gesellschaft und Wirtschaft im Hinblick auf die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels vor neue Herausforderungen. Das Wissen über bereits eingetretene und in Zukunft mögliche Änderungen des Klimas in der Region ist eine essenzielle Grundlage für die Auseinandersetzung mit den Risiken und Chancen sowie die Entwicklung und Bewertung von Anpassungsmaßnahmen.

Während das Klima der Vergangenheit auf Grundlage von Beobachtungen charakterisiert wird, kann die zukünftige klimatische Entwicklung nur mit Hilfe von globalen und regionalen Klimamodellen beschrieben werden. Dazu müssen Annahmen über mögliche globale Entwicklungen der Gesellschaft und die damit verbundenen Emissionen von Treibhausgasen getroffen werden. Damit sind die Ergebnisse von Klimamodellen keine exakten Vorhersagen, sondern lediglich von den Annahmen abhängige Klimaprojektionen.

Diese Projektionen müssen – wie die Beobachtungen – für längere Zeiträume, üblicherweise 30 Jahre, statistisch betrachtet werden. Sie sind durch die zugrundeliegenden Annahmen, aber auch durch die Klimamodelle selbst mit verschiedenen Unsicherheiten behaftet. Aus diesem Grund basieren Aussagen zum möglichen Klima in den kommenden Jahrzehnten auf mehreren Entwicklungs- und Emissionsszenarios sowie auf verschiedenen Klimamodellen und werden in Form von Spannweiten (von–bis) angegeben. Aus methodischen Gründen werden jeweils die Änderungen einer klimatischen Größe im Vergleich zu einem Referenzzeitraum (Klimanormalperiode 1961–1990) betrachtet. Änderungen temperaturabhängiger Größen sind aufgrund ihrer geringen räumlichen und zeitlichen Variabilität als sicherer und belastbarer einzuschätzen als niederschlagsabhängige Größen.

Der beobachtete Klimawandel in der Modellregion bis 2005 wird im Heft 1 der REGKLAM-Publikationsreihe (Bernhofer et al. 2009) dargestellt und beschrieben. Auch die Beobachtungen der folgenden fünf Jahre bis 2010 bestätigten die festgestellten Trends. Heft 2 der REGKLAM-Publikationsreihe (Bernhofer et al. 2011)) widmet sich den möglichen klimatischen Entwicklungen bis zum Jahr 2100. Dort finden sich detaillierte Darstellungen zu einzelnen Klimaelementen und abgeleiteten Größen.

Beobachteter und zukünftiger Klimawandel

Beobachteter Klimawandel

In der Modellregion Dresden hat sich in den letzten 20 Jahren die mittlere Jahrestemperatur im Vergleich zur Referenzperiode 1961–1990 bereits um 0,6°C erhöht (→ Abbildung I-2.1 links, → Tabelle I-2.1). Zeitlich und räumlich differenziert wurde eine deutliche Erwärmung besonders im Frühjahr und im Sommer und speziell im Elbtal und Norden der Modellregion beobachtet, was über dem globalen Durchschnittstrend liegt. Insbesondere in den dicht bebauten Teilen der Stadt Dresden wird die Erwärmung durch den Wärmeinseleffekt weiter verstärkt.

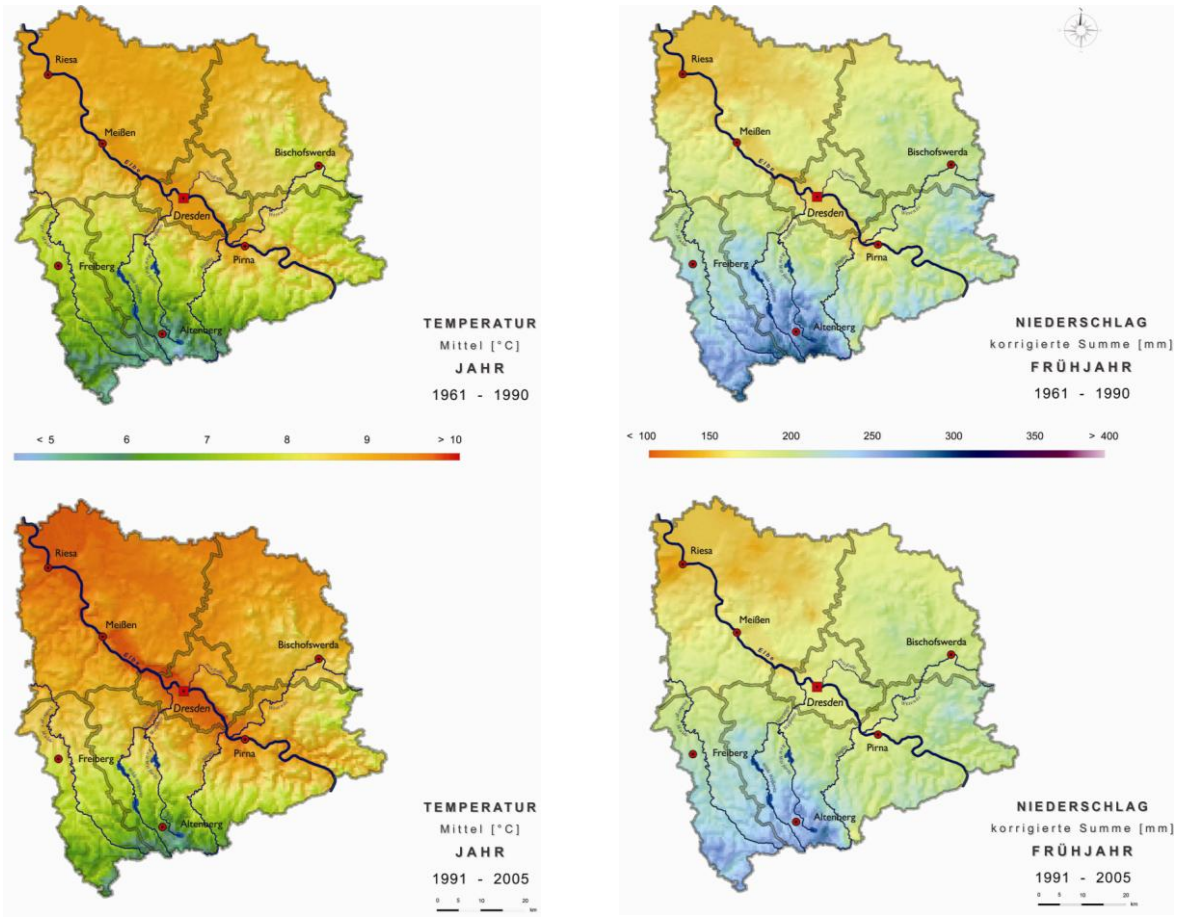


Abbildung I-2.1: Beobachtete Änderungen der mittleren Jahrestemperatur (°C) sowie des Frühjahrsniederschlages (in mm, korrigiert) des Zeitraumes 1991–2005 im Vergleich zur Referenzperiode 1961–1990; Quelle: Bernhofer et al. (2009)

Mit Hilfe einer 200 Jahre langen Temperaturreihe für Dresden (seit 1812) kann belegt werden, dass etwas höhere Temperaturen schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts auftraten (→ Abbildung I-2.2). Seit Ende der 1980er Jahre fand jedoch ein sehr starker Anstieg der Jahresmitteltemperatur statt. Seitdem lag diese sechs Mal bei 10°C und darüber, wohingegen so hohe Temperaturen von Beginn der Messungen im Jahr 1812 bis 1989 nur zweimal auftraten.

Sommertage über 25°C und heiße Tage über 30°C nahmen im Zeitraum 1991–2010 stark zu (→ Tabelle I-2.1). Eine weitere Auswirkung des allgemeinen Temperaturanstieges ist die Zunahme der Wärmesumme aller Tagesmitteltemperaturen über 20°C (an der Station Dresden um 50 % gegenüber 1961–1990).

Dem zunehmenden Trend bei den „warmen" Kenntagen steht die Abnahme von Frosttagen und Eistagen gegenüber (→ Tabelle I-2.1). Die Kältesumme, eine Größe, die die Winterstrenge charakterisiert, sowie Dauer und Höhe der Schneedecke zeigen ebenfalls eine abnehmende Tendenz. Die Wahrscheinlichkeit, dass im Osterzgebirge gute Wintersportbedingungen vorherrschen, ist deutlich gesunken – mit den entsprechenden negativen Auswirkungen auf den Wintertourismus.

Derzeit projizieren Klimamodelle bis 2100 für Sachsen im Winter einen Temperaturanstieg. Messungen in Sachsen bestätigen diese Tendenz. Auch wenn in den letzten Jahren einige kalte Winter aufgetreten sind, kann gegenwärtig nicht von einer Umkehr des langfristigen Trends für den Winter ausgegangen werden. Allerdings nahm die Häufigkeit kalter Winter nicht so deutlich ab, wie bisher angenommen. Die Variabilität der Witterung im Winter hat zugenommen: sehr milde, regenreiche Winter wechselten sich ab mit kalten und zeitweise schneereichen Wintern.

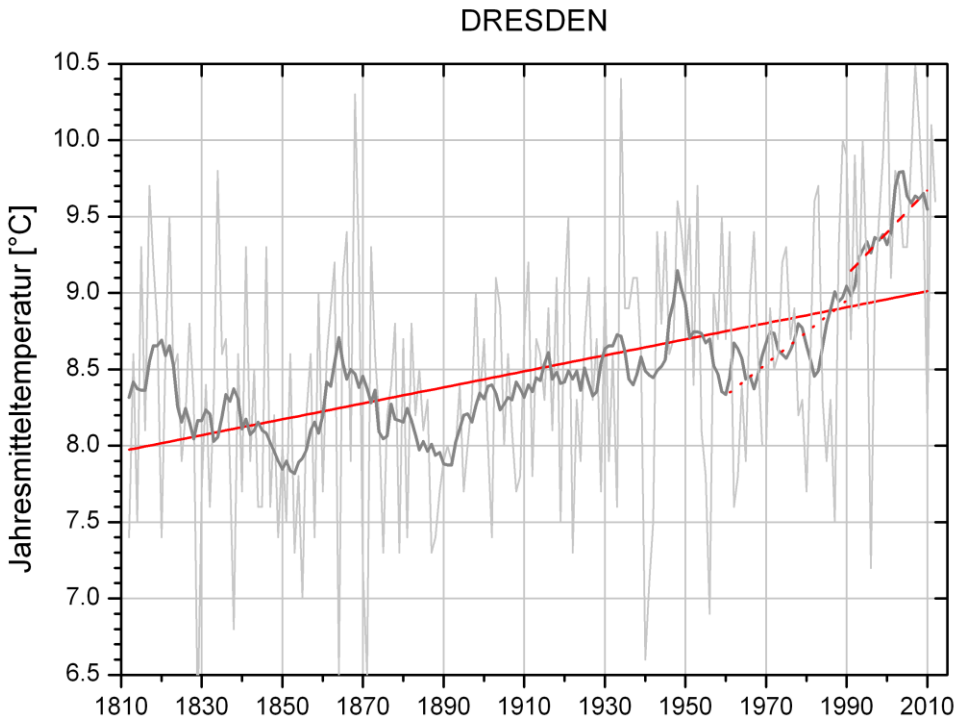


Abbildung I-2.2: Entwicklung der Jahresmitteltemperatur an der Station Dresden-Klotzsche von 1812 bis 2012 (Jahreswerte, 11jährig gleitender Mittelwert und lineare Trends für 1812–2010, 1961–1990, 1991–2010)

Erheblich schwieriger als für die Temperatur ist die Einschätzung der Entwicklung der Niederschläge. Für die Jahressumme der Niederschläge in der Modellregion wurde in der jüngeren Vergangenheit 1991–2010 keine deutliche Veränderung im Vergleich zu 1961–1990 (ca. +6 %) verzeichnet (→ Tabelle I-2.1), wobei die Zunahme im Winterhalbjahr (ca. 8 %) stärker ausfiel als im Sommerhalbjahr (ca. 5 %). Bei den Jahreszeiten fällt vor allem das Frühjahr (März–Mai) mit in der gesamten Modellregion abnehmenden Niederschlägen auf (→ Abbildung I-2.1). Im Sommer wechselten sich häufiger Ereignisse mit starkem Niederschlag und längere Trockenperioden ab.

Im Zeitraum 1991–2005 verbuchten der Norden der Modellregion sowie die Elbtalweitung die geringsten und das Bergland die stärksten sommerlichen Niederschlagszunahmen. Diese Verteilung ist vor allem auf das Starkregenereignis vom August 2002 mit seinem Zentrum im Erzgebirge zurückzuführen. Für den erweiterten Zeitraum bis 2010 lässt sich dieser regionale Trend nicht mehr feststellen. Die beobachteten Niederschlagszu- und -abnahmen im Sommer sind unregelmäßig über die Modellregion verteilt.

Erhöhte Niederschläge im Winter bringen das Potenzial zur verbesserten Grundwasserneubildung mit sich, können aber möglicherweise den Rückgang der Niederschläge im Frühjahr (→ Abbildung I-2.1 rechts), insbesondere in der Vegetationsperiode I (April–Juni) nicht aufwiegen. Längere Dürreperioden in der Vegetationsperiode II (Juni–August) traten in den Jahren 1991–2005 häufiger auf, besonders hervorgehoben sei hier das Jahr 2003, das zu großen wirtschaftlichen Schäden in der Land- und Forstwirtschaft führte.

Die verbesserte Luftqualität der letzten 20 Jahre (weniger Aerosole durch weniger Industrie und mehr Luftreinhaltung) führte zu einer geringeren Lufttrübung und infolge dessen zu einer Zunahme

der Globalstrahlung über nahezu das gesamte Jahr. In Kombination mit steigenden Temperaturen erhöht sich dadurch die Verdunstung.

Eine Zunahme der Verdunstung (→ Tabelle I-2.1) belastet die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag minus potenzielle Verdunstung). Diese ist ein Maß für das Wasserangebot in einem Gebiet und daher für Ökosysteme sowie Land- und Forstwirtschaft von besonderer Bedeutung. Auf Jahresebene führten die höheren Niederschläge der letzten Jahre zwar zu einem Ausgleich, im Sommerhalbjahr verringerte sich die klimatische Wasserbilanz jedoch eindeutig – vor allem im Norden der Modellregion und im Elbtal. Durch die Temperaturerhöhung wurde weiterhin eine Verlängerung der Vegetationszeit beobachtet.

Tabelle I-2.1: Beobachtete und zukünftige Entwicklung ausgewählter Klimakenngrößen in der Modellregion Dresden (Änderung immer in Bezug auf 1961–90, belastbare Änderungssignale fett gedruckt)

Zeitscheibe	**1961–1990 Messung**	**1991–2010 Messung**	**2021–2050 Modelle**	**2071–2100 Modelle**
	Mittelwert	Änderung	mittl. Änderung (Spannweite)	mittl. Änderung (Spannweite)
Mittlere Jahrestemperatur (°C)	**8,3**	**+0,6**	**+1,1** (+0,6 bis +1,4)	**+2,9** (+1,4 bis +3,5)
Temperatur Sommerhalbjahr (°C)	**13,9**	**+0,8**	**+0,9** (+0,5 bis +1,3)	**+2,6** (+1,1 bis +3,2)
Temperatur Winterhalbjahr (°C)	**2,6**	**+0,5**	**+1,1** (+0,7 bis +1,5)	**+3,2** (+1,7 bis +3,6)
Anzahl Sommertage (max. Temperatur > 25°C)	**31,4**	**+9,1**	**+11,3** (+6,3 bis +20,0)	**+30,** (+13,1 bis +48,7)
Anzahl heiße Tage (max. Temperatur > 30°C)	**5,4**	**+3,4**	**+3,9** (+1,8 bis +9,1)	**+13,5** (+3,5 bis +24,6)
Anzahl Tropennächte (min. Temperatur > 20°C)	**0,7**	**+0,5**	+1,1 (+0,2 bis +2,0)	+4,4 (+0,5 bis +9,0)
Anzahl Eistage (max. Temperatur < 0°C)	**32,5**	**-5,6**	**-8,6** (-13,2 bis -4,7)	**-19,1** (-26,1 bis -12,9)
Anzahl Frosttage (min. Temperatur < 0°C)	**91,5**	**-0,3**	-17,3 (-23,5 bis -11,7)	-44,5 (-53,4 bis -26,7)
Heizgradtage (K d/a, Maß f. Wärmeenergiebedarf während Heizperiode)	**3882**	**-254**	**-342** (-463 bis -181)	**-930** (-1098 bis -478)
Kühlgradtage (K d/a, Maß f. Kühlenergiebedarf im Sommer)	**41**	**+19**	**+30** (+15 bis +60)	**+104** (+31 bis +156)
Mittlerer Jahresniederschlag (mm)	**793**	**+45**	-20 (-77 bis +48)	-43 (-99 bis +16)
Niederschlag Sommerhalbjahr (mm, April-September)	**439**	**+17**	-21 (-54 bis +10)	-52 (-71 bis -29)
Niederschlag Winterhalbjahr (mm, Oktober-März)	**354**	**+28**	+0 (-26 bis +35)	+11 (-30 bis +49)
Anzahl trockener Tage im Sommerhbj. (Niederschlag geringer 1mm)	**125**	**+1**	+3 (0 bis +7)	+8 (+0 bis +12)
Tage mit starkem Niederschlag (Niederschlag > 20mm)	**3,6**	**+0,5**	-0,1 (-0,7 bis +0,2)	-0,2 (-0,6 bis +0,3)
Potenzielle Verdunstung (mm, max. mögliche Verdunstung)	**607**	**+34**	**+34** (+8 bis +92)	**+71** (+28 bis +124)
Klimatische Wasserbilanz (mm, Niederschlag.- pot. Verdunstung)	**188**	**+13**	-63 (-180 bis +40)	-120 (-248 bis -12)
Strahlung (Globalstrahlung in kWh/m^2)	**1053**	**+33**	+31 (-17 bis +102)	+57 (-9 bis +135)
Dauer thermische Vegetationsperiode (Anzahl der Tage)	**201**	**+7**	**+10** (-1 bis +16)	**+41** (+19 bis +59)

Quelle: BERNHOFER, C.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH, A. (2012) (Hrsg.) Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden. Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes, Heft 2. (aktualisiert)

Zukünftiger Klimawandel

Zum Ende des 21. Jahrhunderts muss in der Modellregion Dresden im Jahresmittel mit einer deutlichen **Temperatur**zunahme (in Abhängigkeit von Emissionsszenario und Modell) zwischen 1,4 und 3,5°C gerechnet werden (→ Abbildung I-2.3). Im Unterschied zu den Beobachtungen ist der Temperaturanstieg im Winterhalbjahr stärker als im Sommerhalbjahr. Die regionalen Unterschiede bleiben dabei aufgrund des Höhengradienten der Temperatur erhalten, das heißt im Erzgebirge wird es natürlich weiterhin kühler sein als im Elbtal. In Städten kommt zusätzlich der Wärmeinseleffekt mit höheren Temperaturen als im Umland zum Tragen.

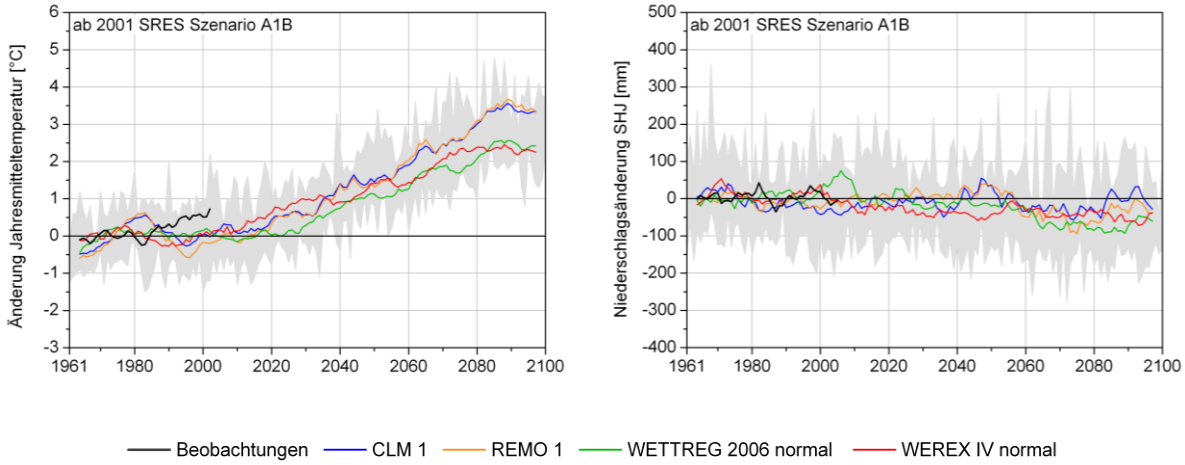


Abbildung I-2.3: Änderungen der Jahresmitteltemperatur (links) und des Niederschlags im Sommerhalbjahr (SHJ) von vier regionalen Klimamodellen und den Beobachtungen für ein Emissionsszenario. Daten geglättet (11-jährig gleitend) im Vergleich zum jeweiligen Referenzwert 1961–1990, Flächenmittel für die Modellregion, jährliche modellbedingte Schwankungsbreite in grau

Ob sich die bisher beobachtete regionale Verteilung der Temperaturzunahme (stärkste Erwärmung im Elbtal) auch in Zukunft so fortsetzt, kann z. Zt. nicht sicher beantwortet werden. In Abhängigkeit des Modells fällt das regionale Muster der Temperaturzunahme unterschiedlich aus und die räumliche Schwankungsbreite ist mit ca. 0,3 °C sehr gering (Bsp. sommerliche Temperaturzunahme in Abbildung I-2.4). Im Hinblick auf die Entwicklung von Anpassungsstrategien sind die Ergebnisse zur künftigen Temperaturentwicklung als belastbar einzuschätzen.

Direkte Folge weiterhin steigender Temperaturen ist die Fortsetzung der beobachteten Trends bei den klimatologischen Kenntagen – die Zunahme „warmer" und die Abnahme „kalter" Kenntage. Beispielsweise werden am Ende des Jahrhunderts heiße Tage, an denen die Temperatur über 30°C ansteigt, durchschnittlich an 13,5 Tagen im Jahr auftreten – im Vergleich zu 5,4 Tagen in der Periode 1961–1990 (→ Tabelle I-2.1). Wird diese Entwicklung zusammen mit der steigenden Wärmesumme betrachtet, nimmt die Wärmebelastung in der Modellregion Dresden bis 2100 deutlich zu. Einem sinkenden Heizbedarf im Winter steht dann ein vermehrter Kühlbedarf im Sommer gegenüber.

Im Vergleich zur Temperatur ist die Entwicklung des **Niederschlags** mit hohen Unsicherheiten behaftet. Hier projizieren die Modelle bis zum Ende des 21. Jahrhunderts eine leichte Zunahme im Winter- und eine Abnahme im Sommerhalbjahr (→ Tabelle I-2.1, → Abbildung I-2.3), wobei letzteres im Gegensatz zu dem bisher beobachteten Trend seit 1961–1990 steht. Durch die hohe räumlich-zeitliche Variabilität des Niederschlages sind Trendbestimmungen stark durch die betrachtete Region und Länge der Zeitreihe beeinflusst. Jedoch projizieren alle Modelle unter verschiedenen Szenarios übereinstimmend eine abnehmende Entwicklung des Niederschlags im Sommerhalbjahr. Das regionale Muster der Niederschlagszu- und -abnahmen wird aber in Abhängigkeit vom Modell unterschiedlich simuliert und muss als nicht belastbar bezeichnet werden.

Die Unsicherheit beim Niederschlag rührt auch daher, dass Mitteldeutschland im Übergang von abnehmenden Niederschlägen in Südeuropa und zunehmenden Niederschlägen in Skandinavien liegt. Daher zeigen die unterschiedlichen globalen Klimamodelle für unsere Region unterschiedliche Niederschlagstendenzen. Gleichbleibender oder zunehmender Sommerniederschlag ist also prinzipiell auch möglich.

Die Beobachtungen der letzten Jahre weisen zusätzlich auf eine Veränderung der sommerlichen Niederschlagscharakteristik hin, mit häufigeren Starkniederschlägen, unterbrochen von längeren Trockenperioden. Auch Klimaprojektionen zeigen für das Sommerhalbjahr eine deutliche Zunahme der Häufigkeit von Trockenphasen. Tage ohne Niederschlag nehmen zu, wobei sich diese eher zu längeren Trockenphasen verbinden als insgesamt häufigere (kürzere) Tockenperioden zu verursachen. Die Zunahme von längeren Trockenperioden im Sommer betrifft eher die Tieflandgebiete als gebirgige Regionen.

Die **Globalstrahlung** zeigt eine geringe Zunahme um wenige Prozent, bedingt durch wolkenarme Wetterlagen im Sommerhalbjahr. Im Vergleich zur Temperatur ist dieser Trend allerdings als weniger gesichert einzuschätzen. Durch die starke Temperaturerhöhung und die Zunahme der Globalstrahlung nimmt die **potenzielle Verdunstung** in den Sommermonaten deutlich zu. Entsprechend der Trends von Niederschlag und potenzieller Verdunstung wird es für die **klimatische Wasserbilanz** zu deutlichen Änderungen kommen. Alle verwendeten Klimamodelle projizieren für die Modellregion Dresden am Ende des 21. Jahrhunderts im Sommer eine deutliche Verringerung. Eine solche Änderung der klimatischen Wasserbilanz hätte massive Auswirkungen auf Ökosysteme sowie Land- und Forstwirtschaft. Vor allem der Norden der Modellregion wäre im Sommerhalbjahr von Wasserknappheit betroffen. Aufgrund der Temperaturzunahme ist gleichzeitig eine Verfrühung pflanzlicher Entwicklungsphasen (z. B. Blüte, Blattaustrieb), also eine Vorverlagerung des Beginns der Vegetationszeit und damit die Verlängerung der Wachstumszeit zu erwarten.

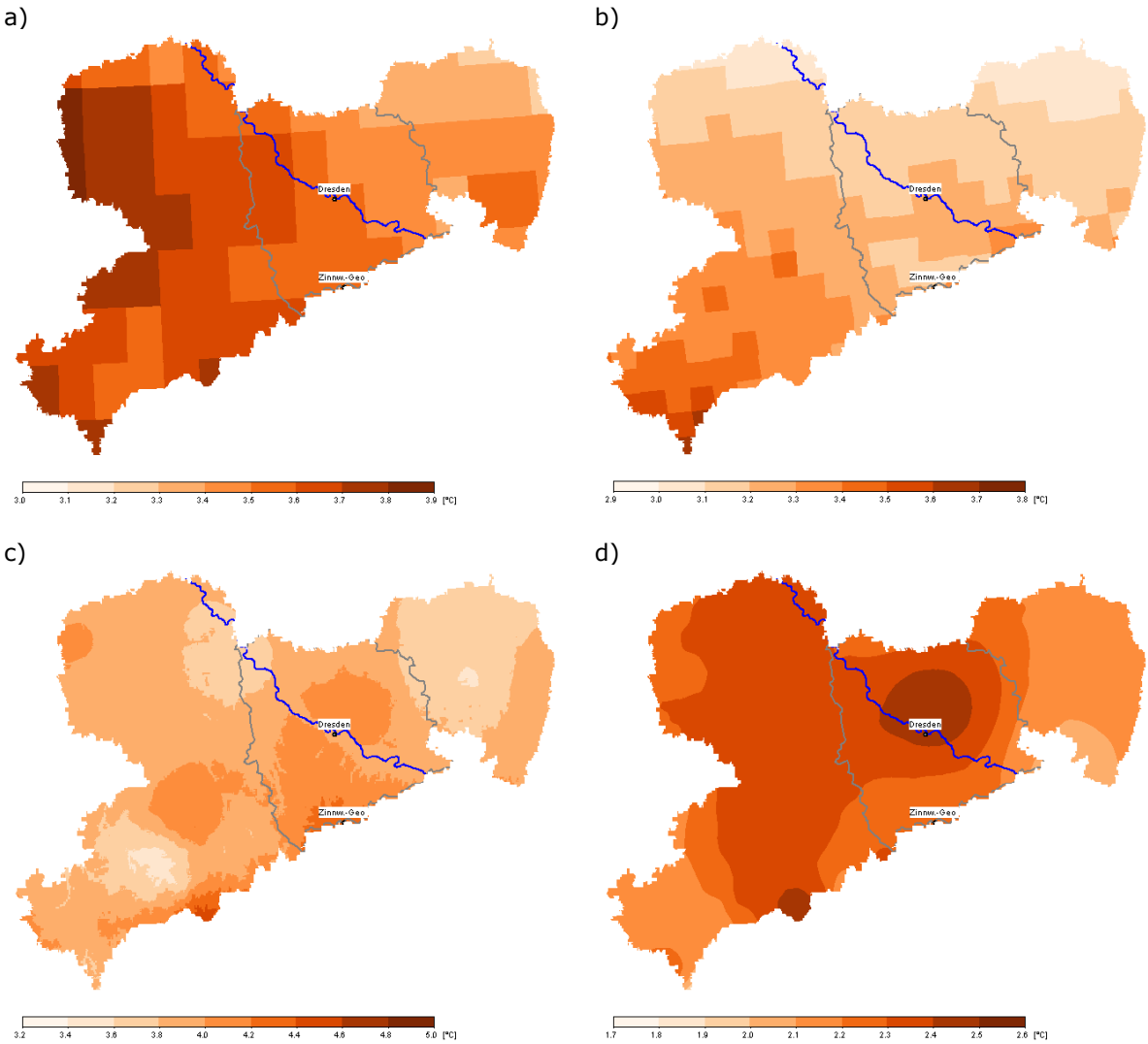


Abbildung I-2.4: Simulierte sommerliche (Juni-August) Temperaturänderungen in Sachsen und der Modellregion Dresden (graue Grenze) 2071–2100 im Vergleich zu 1961–1991; a) CLM 3, b) REMO, c) WETTREG 2010, d) WEREX IV (Antrieb mit ECHAM5 Lauf 1, SRES-Szenario A1B). Unterschiedliche Skalierungen beachten

Extreme

In den letzten Jahren war eine Häufung von Extremereignissen zu beobachten. Beispiele sind die Hitze- und Dürreperiode im Sommer 2003 oder der Winter 2006/2007 als bisher wärmster Winter seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Besonders die wiederholten Hochwässer der letzten Jahre in Sachsen - das Hochwasser im August 2002, das Frühjahrshochwasser 2006, das Hochwasser im August 2010 in Ostsachsen und das Juni-Hochwasser 2013 - gehören zu den Extremereignissen, welche hohe Schäden verursachten.

Obwohl Extremereignisse als Verursacher der größten Schäden besonders wichtig sind, ist es aufgrund ihrer Seltenheit schwierig, Trends für ihr Auftreten (Stärke und Häufigkeit) in Vergangenheit und Zukunft abzuschätzen. Ein weiterer Grund liegt darin, dass Klimamodelle dazu entwickelt wurden, mittlere Zustände des Klimasystems und weniger Extremwerte nachzubilden. Außerdem ist die zeitliche und räumliche Auflösung der Modelle zu gering, um Prozesse, die z. B. zu Starkniederschlägen, Hagel, Sturmböen oder Tornados führen, in der notwendigen Genauigkeit simulieren zu können.

Aufgrund des bisherigen Verständnisses vom Klimasystem ist aber anzunehmen, dass bedingt durch die Temperaturzunahme auch vermehrt mit Extremereignissen (vor allem Hitzewellen und Starkniederschlägen) gerechnet werden muss. Auswertungen von Beobachtungsdaten und Wetterlagen weisen auch in diese Richtung, lassen jedoch noch keinen eindeutigen Trend erkennen.

Aktuelle Luftqualität und mögliche zukünftige Veränderungen

Veränderungen des regionalen Klimas können sowohl direkte als auch indirekte Einflüsse auf die Luft- und damit Lebensqualität in einer Stadt haben. Aufgrund seiner gesundheitlichen Bedeutung ist der Summenparameter „Feinstaub" (PM10, entspricht Partickelgröße < 10 µm) ein wichtiges Maß für die Beurteilung dieser Luftqualität. Feinstaub setzt sich dabei aus einer Vielzahl verschiedener Substanzen zusammen (→ Abbildung I-2.5). Diese stammen aus unterschiedlichen Quellen. Klimatische Änderungen können dabei nicht nur das physikalisch-chemische Verhalten jedes einzelnen Bestandteils, sondern auch die Stärke ihrer jeweiligen Quellen beeinflussen, wie die folgenden Beispiele zeigen:

- Steigende Temperaturen führen zu einem verstärkten Verdampfen volatiler (flüchtiger) Feinstaubbestandteile, wodurch die Feinstaubbelastung sinkt (Beispiel: Ammonium und Nitrat verdampfen effektiv bei Temperaturen ab 20°C)
- Vermehrt auftretende Trockenheiten führen zu verstärkten Staubemissionen durch Aufwirbelung (beispielsweise von trockenen Feldern), aber auch zu verstärkten Feinstaubemissionen aus Waldbränden (Situation bei Moskau, Sommer 2010)
- Steigende Temperaturen im Winter führen zu einem sinkenden Heizbedarf (→ vorherigen Abschnitt) und damit zu einem Rückgang anthropogener Feinstaubemissionen, insbesondere Ruß und Sulfat

Schon diese drei einfachen Beispiele zeigen, dass klimatische Änderungen die einzelnen Bestandteile des Feinstaubes auf unterschiedliche und teils gegenläufige Weise beeinflussen. Neben den hier genannten Beispielen gibt es eine Vielzahl weiterer, komplexer Wirkmechanismen, die zu einer Erhöhung oder Verringerung der Feinstaubbelastung führen können. Dabei ist zu beachten, dass die genannten Effekte nicht nur bei klimatischen Änderungen, sondern auch schon heute auftreten. Die Feinstaubbelastung an einem gegebenen Tag ist deshalb stark durch die meteorologische Situation geprägt.

So findet sich in den Sommermonaten in Dresden kaum Ammoniumnitrat, da dieses bei höheren Temperaturen verdampft – im Winter hingegen kann Ammoniumnitrat über 20 % der Feinstaubmasse ausmachen. Auch die Anströmungsverhältnisse an einem gegebenen Tag sind relevant, da kontinental geprägte Luftmassen aus östlichen Richtungen in der Regel höhere Feinstaubbelastungen mit sich bringen als maritim geprägte Luftmassen aus westlichen Regionen. Luftmassen aus nördlichen und südlichen Richtungen erreichen die Modellregion nur selten.

Abbildung I-2.5 zeigt die typische Verteilung der Feinstaubkonzentration und ihre chemische Zusammensetzung für zwei gegensätzliche meteorologische Situationen (Sommer/West/Warm und Winter/Ost/Kalt). Deutlich erkennbar ist, dass die höchsten Feinstaubwerte bei winterlichen Ostlagen gemessen werden. Bei höheren Temperaturen werden in der Regel geringere Feinstaubwerte gemessen, was insbesondere für die kleinsten Partikel (Stufen 1 und 2 in Abbildung 2.5) gilt. Da diese Partikel die Fähigkeit besitzen, in die menschliche Lunge einzudringen, gelten sie als besonders gesundheitsschädlich.

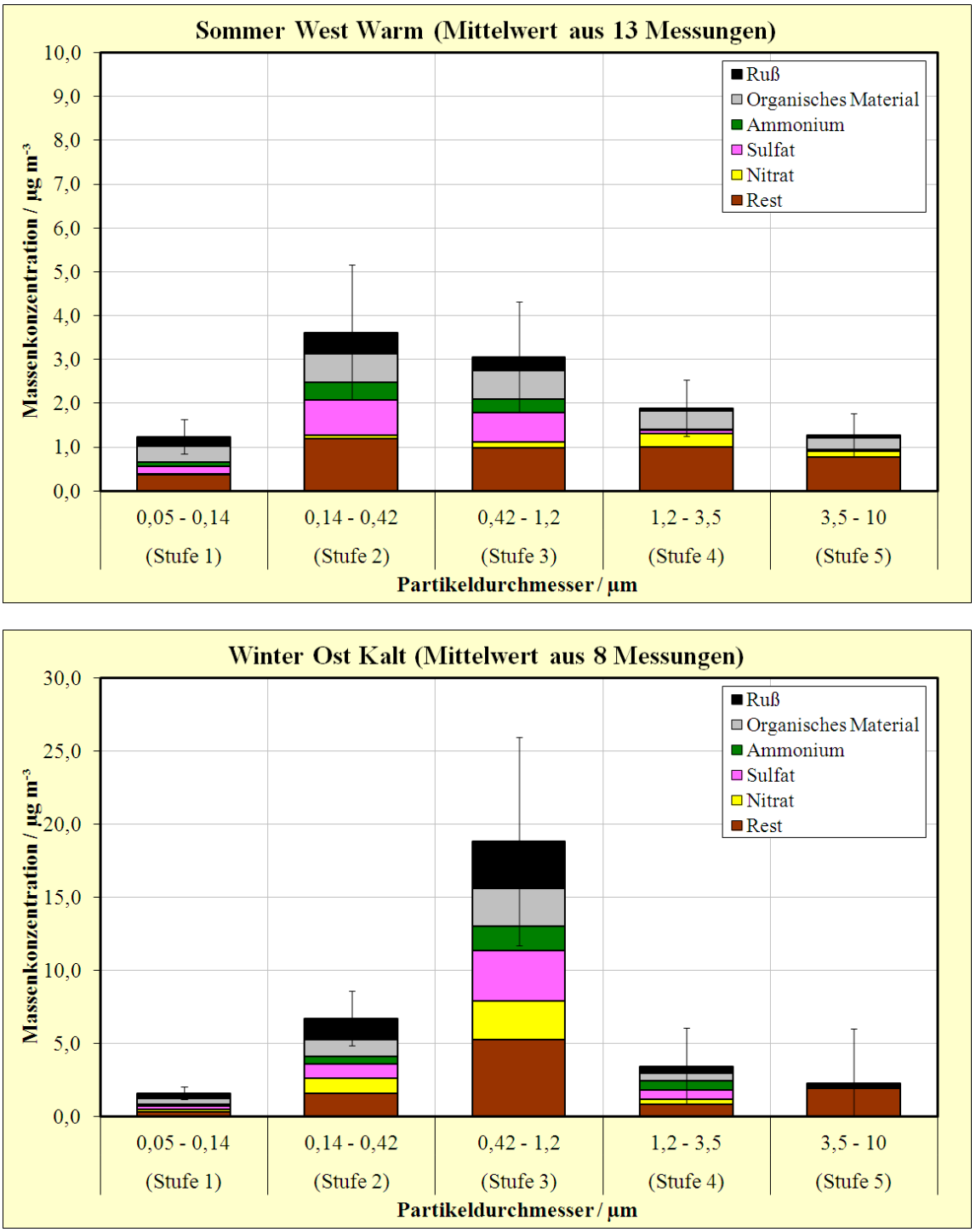


Abbildung I-2.5: Verteilung der mittleren Partikelmassenkonzentration und chemisch-physikalische Zusammensetzung auf den fünf Partikelgrößenstufen des Berner-Impaktors für die zwei Kategorien Sommer West Warm und Winter Ost Kalt. Probenahme in der Dresdner Winckelmannstraße. Mittelwert aus einzelnen Tagesproben im Zeitraum Sommer 2008 bis Winter 2010/11 (man beachte die unterschiedliche Skalierung der beiden Grafiken).

Durch das enge Zusammenspiel von Klima und Feinstaubbelastung ist es möglich, die künftig zu erwartende Feinstaubbelastung im Raum Dresden abzuschätzen. Dabei zeigt sich, dass sich klimatische Änderungen nur moderat auf die Feinstaubbelastung auswirken. Voraussichtlich ist demnach nicht mit dramatischen klimabedingten Veränderungen der Feinstaubbelastung zu rechnen. Demgegenüber können technologische Prozesse, wirtschaftliche und soziale Entwicklungen, die individuelle Lebensweise der Bürger sowie politisch-administrative Entscheidungen die Feinstaubbelastung deutlich stärker beeinflussen.

Da die Feinstaubkonzentrationen (PM10) bereits heute Grenzwerte überschreiten und im Rahmen der klimatischen Veränderung nicht mit einer wesentlichen Abnahme zu rechnen ist, bleibt es auch zukünftig eine wichtige Herausforderung, die Emissionen von Partikeln und deren Vorläufersubstanzen sowohl in der Stadt als auch in der großräumigen Umgebung zu vermeiden. Insbesondere in der Stadt sollten die Emissionen von kleinsten Partikeln (Feinststaub), welche durch Verbrennungsprozesse in stationären Heizsystemen und Kraftfahrzeugen entstehen, vermieden werden, da diese Partikel den größten gesundheitsrelevanten Effekt haben. Dies gilt auch für Dieselruß, der von Dieselfahrzeugen ohne Rußpartikelfilter ausgestoßen wird. Im Fernhalten solcher Fahrzeuge aus unseren Städten liegt derzeit ein großes gesundheitliches Wirkungspotenzial der zahlreichen in Deutschland eingeführten Umweltzonen.

Eine Senkung der Feinstaubkonzentration bei östlichen Anströmungen ist erst langfristig durch strukturelle und mit enormem Investitionsaufwand verbundene Veränderungen in den östlich Sachsens gelegenen EU-Ländern Polen, Tschechien und der Slowakei zu erwarten. Aussagen über den zukünftigen Einfluss des Imports von anthropogenen Emissionen aus Weißrussland, der Ukraine und Russland lassen sich hier nicht treffen.

3 Gesellschaft und Wirtschaft

In Anbetracht der langen Zeiträume, in denen sich der Klimawandel vollzieht, ist auch von Änderungen in Gesellschaft und Wirtschaft auszugehen. Infolgedessen wird der zukünftige Klimawandel nicht auf die heutigen Verhältnisse einer Region treffen. Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, neben dem Klimawandel auch den Wandel von Gesellschaft und Wirtschaft in die vorausschauende Betrachtung mit einzubeziehen. Dementsprechend fließen in das IRKAP vor allem auch in die Zukunft gerichtete Berechnungen (Projektionen) der demographischen und wirtschaftlichen Entwicklung sowie des Land- bzw. Raumnutzungswandels ein. Diese Projektionen erstrecken sich – im Gegensatz zu den Klimaprojektionen – insbesondere auf den Zeithorizont bis 2025, da es schwierig wäre, für längere Zeiträume plausible Aussagen zu treffen. Entsprechend kann für die Abschätzung der Folgen des Klimawandels für die Zeit nach 2025 nur die Situation der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung bezogen auf den Zeitpunkt 2025 herangezogen werden.

Zukünftige Bevölkerungsentwicklung (Demographischer Wandel)

Anhand der aktuellen Bevölkerungsstruktur und der in der Vergangenheit beobachteten Entwicklung der Geburten- und Sterberaten sowie der Zu- und Abwanderungsraten wurden für die einzelnen Kommunen der Modellregion Dresden Projektionen der zukünftigen Bevölkerungsstruktur erstellt. Hierbei sind für jede Gemeinde die folgenden Größen in Zeitschritten von fünf Jahren berechnet worden: Bevölkerung untergliedert in 16 Altersklassen zu 5 Jahren, Lebendgeborene, Gestorbene, Zuzüge sowie Fortzüge. Gegenwärtig liegen zwei Projektionsvarianten vor, die sich hinsichtlich der Zeiträume zur Ableitung der Wanderungsbewegungen unterscheiden. Die Variante „Status quo" basiert auf dem mittleren Wanderungsverhalten der Jahre 2000 bis 2010, die Variante „Jüngste Wanderungstendenz" auf Beobachtungen der Jahre 2005 bis 2010.

Für die Projektionsvariante „Status quo" ergibt sich zwischen 2010 und 2025 eine Schrumpfung der Einwohnerzahl in der gesamten Modellregion um 5,7 %. Für die Anzahl der Personen im Alter zwischen 15 und 65 Jahren, also die Anzahl der Erwerbsfähigen, ist im gleichen Zeitraum mit 13,3 % sogar ein noch viel stärkerer Rückgang zu erwarten. Außerdem ist mit einer Verschiebung der Altersstruktur der Erwerbsfähigen zu rechnen: So würde die Anzahl der erwerbsfähigen Personen im Alter unter 35 Jahren drastisch sinken, während die Anzahl der Erwerbsfähigen im Alter zwischen 55 und 65 Jahren steigt. Insbesondere für die von einem starken Bevölkerungsrückgang betroffenen Kommunen ist ein deutlicher Anstieg der Bevölkerung in der Altersgruppe über 65 Jahren bis hin zu einer Verdoppelung zu erwarten.

Die individuelle Entwicklung der Kommunen wird sich teilweise erheblich von jener der gesamten Modellregion unterscheiden. So ist zu erwarten, dass die Einwohnerzahl der Stadt Dresden ansteigt – entgegen dem Trend der Modellregion – und auch die Alterung der Erwerbsfähigen nicht so stark ausgeprägt sein wird. Für einen großen Teil der Kommunen, insbesondere in den Randbereichen der Modellregion, sind allerdings deutliche Rückgänge zwischen 10 und 30 % möglich. Diese räumliche Heterogenität der Bevölkerungsentwicklung zeigt die Karte in Abbildung I-3.1. Die zu erkennenden Muster decken sich mit denen der Projektionsvariante „Jüngste Wanderungstendenz".

Abbildung I-3.1: Prozentuale Veränderung der Gesamtbevölkerung im Zeitraum 2010–2025 in der Projektionsvariante „Status quo"(→ REGKLAM-Produkt 2.4c)

Zukünftige ökonomische Entwicklung

Die zuvor beschriebene Entwicklung der Zahl, Struktur und räumlichen Verteilung der Bevölkerung hat Konsequenzen für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und die öffentlichen Finanzen in der Modellregion. Auf Grundlage der Projektionen der Bevölkerung und unter Einbeziehung weiterer Annahmen, z. B. bezüglich der Entwicklung des technischen Fortschritts, kann deshalb auch die Wirtschaftskraft der Modellregion, ausgedrückt durch das Bruttoinlandsprodukt (BIP), projiziert werden. Danach ist für die Projektionsvariante „Status quo" bis zum Jahr 2025 mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate des BIP in Höhe von 0,3 % zu rechnen. Das Wachstum wird sich dabei im Zeitablauf verlangsamen und zum Ende der Betrachtungsperiode (2020 bis 2025) sogar negativ ausfallen. Aufgrund des starken Bevölkerungsrückgangs wird das BIP pro Kopf im Betrachtungszeitraum mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 0,7 % stärker steigen als das BIP insgesamt.

Begründbare Projektionen der Entwicklung einzelner Wirtschaftssektoren sind aufgrund der unzureichenden Datenlage auf kommunaler Ebene nicht möglich. Für die zurückliegenden Jahre lässt sich jedoch der Strukturwandel nachzeichnen, der sich möglicherweise in Zukunft fortsetzt. In der Modellregion hat vor allem das verarbeitende Gewerbe stark an Bedeutung gewonnen. Der Anteil dieses Sektors an der gesamten Bruttowertschöpfung (BWS) in der Modellregion ist zwischen 1996 und 2009 um 6,4 Prozentpunkte gestiegen, während er in Deutschland sogar zurückgegangen ist (–3,1 Prozentpunkte). Dennoch lag im Jahr 2009 der Anteil dieses Sektors an der gesamten BWS in der Region (18,1 %) noch unter dem gesamtdeutschen Anteil (19,1 %).

Eine Betrachtung der historischen Entwicklung des verarbeitenden Gewerbes zeigt die starken Schwankungen, denen dieser Sektor unterworfen war. Dies erklärt sich durch den hohen Wertschöpfungsanteil der Mikroelektronikbranche in der Modellregion, die eine besonders konjunkturanfällige Branche ist. Die zunächst sehr positive und später dann negative Entwicklung der Mikroelektronikbranche hat das wirtschaftliche Wachstum Dresdens und der gesamten Modellregion in den letzten Jahren entscheidend beeinflusst. Auf den Dresdner Arbeitsmarkt hatte diese Entwicklung aufgrund der hohen Kapitalintensität des Verarbeitenden Gewerbes jedoch nur geringe Aus-

wirkungen. Beschäftigungsveränderungen wurden vor allem durch die in Dresden ansässige, arbeitsintensive Dienstleistungsbranche getrieben.

Neben der allgemeinen Wirtschaftskraft spielen für die zukünftige Entwicklung der Modellregion auch die finanziellen Mittel der öffentlichen Hand eine entscheidende Rolle. Diese können beispielweise in die Verbesserung der Standortqualität für die Wirtschaft investiert werden und somit Anreize für die Ansiedelung von Unternehmen schaffen. Die Einnahmen der Kommunen der Modellregion werden aufgrund der Abhängigkeit von der negativen Einnahmeentwicklung auf der Landesebene im Projektionszeitraum von 2010 bis 2025 voraussichtlich fiskalisch erheblich unter Druck geraten. Im Hinblick auf die Gesamteinnahmen des Freistaats Sachsen ist bis 2025 real eine Verringerung um ca. 3 Mrd. Euro zu erwarten. Der Einnahmerückgang ergibt sich z. B. aus der schrumpfenden Bevölkerung sowie durch das Auslaufen der ostspezifischen Transferzahlungen. Beide Faktoren können praktisch nicht durch den Freistaat Sachsen beeinflusst werden. Die gesamte fiskalische Anpassung muss daher auf der Ausgabenseite erfolgen. Wegen des Gleichmäßigkeitsgrundsatzes werden die Einnahmen der Kommunen weitgehend im Gleichlauf mit den Ländereinnahmen zurückgehen. Da auch die Kommunen in Sachsen kaum eigene Einnahmenspielräume haben, wird sich auch für sie ein erheblicher Anpassungsbedarf auf der Ausgabenseite ergeben.

Neben den aufgeführten Kennzahlen BIP und öffentliche Finanzen der Modellregion können auch andere Aspekte die wirtschaftliche Entwicklung der Modellregion beeinflussen. Global gesehen werden beispielsweise die Preisentwicklungen auf dem Rohöl- und Energiemarkt eine Rolle für die wirtschaftliche Entwicklung spielen. Langfristige Ölpreisprognosen gehen dabei von einem Anstieg der Rohstoffpreise aus, wobei die genauen Preisangaben abhängig sind von den in den Prognosen unterstellten Annahmen über die Entwicklung des Rohölangebots und der -nachfrage. Die Modellregion wird jedoch von zukünftigen Preissteigerungen auf dem Energiemarkt nicht überproportional betroffen sein, da sich vor allem weniger energieintensive Branchen in der Region konzentrieren.

Zukünftige Siedlungsflächenentwicklung (Raumnutzungswandel)

Die Raumnutzung spielt eine wichtige Rolle an der Schnittstelle zwischen Naturhaushalt und Gesellschaft. Von der Raumnutzung gehen einerseits Einwirkungen auf den Naturhaushalt aus, andererseits wird sie teilweise durch den Naturhaushalt mitbestimmt. Durch die sich wandelnden Ansprüche der Gesellschaft, aber auch durch (nutzungsbedingte) Änderungen des Naturhaushalts unterliegt die Raumnutzung einer raumzeitlichen Dynamik. Für die Abschätzung der Folgen des Klimawandels kommt es insofern darauf an, den Raumnutzungswandel zumindest für die mittelfristigen Zeithorizonte der Klimaprojektionen ebenfalls zu projizieren.

Ausgehend von den beobachteten Entwicklungen der Vergangenheit wurde die Zunahme der Siedlungsfläche zu Lasten anderer Raumnutzungen als quantitativ bedeutendste Veränderung identifiziert. Im Rahmen der Projektion der zukünftigen Raumnutzung ist daher der Bedarf nach neuen Wohnbau-Siedlungsflächen untersucht worden. Im Einzelnen ist unter Verwendung von Modellrechnungen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und der in REGKLAM erstellten Bevölkerungsprojektionen der gemeindebezogene Bedarf nach neuen Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern (EFH/ZFH) sowie Mehrfamilienhäusern (MFH) berechnet worden. Auf Basis einer charakteristischen Zusammensetzung von entsprechenden Bebauungstypen (bzw. baulichen Realisierungen) und damit verbundenen Grundstücksgrößen sowie Annahmen zum Grün- und Infrastrukturflächenanteil von Neubaugebieten konnte der Bedarf nach neuen Wohnbau-Siedlungsflächen in den einzelnen Kommunen der Modellregion abgeleitet werden. Dieser Bedarf besteht trotz abnehmender Bevölkerungszahlen, allerdings in unterschiedlichem Maße für EFH/ZFH und MFH. Für den weiterhin bestehenden Bedarf insbesondere bei EFH/ZFH gibt es verschiedene Gründe, die in den Modellrechnungen des BBSR berücksichtigt sind. Dies sind u. a. eine Verkleinerung der Haushalte, die Zunahme der Eigentümerhaushalte, der Ersatzbedarf durch abgehende Wohnungen sowie Remanenzeffekte, d. h. Verbleib der Bewohner in ihren Wohnungen auch bei Weggang bzw. Verlust von Haushaltsmitgliedern. Letzteres bewirkt, dass trotz Schrumpfung nur in deutlich geringerem Maße Wohnungen bzw. Häuser frei werden.

Nach BBSR-Berechnungen beträgt der Bedarf an Wohnungen in MFH zwischen 2010 und 2025 für die kreisfreie Stadt Dresden knapp 1.000 Wohneinheiten (WE), für die ehemaligen Kreise Meißen, Riesa-Großenhain, Sächsische Schweiz und Erzgebirgskreis zwischen 143 und 185 WE. Nimmt man eine durch Befragung der Gutachterausschüsse ermittelte Grundstücksfläche von 115 m² pro WE an, so ergibt sich für Dresden ein Brutto-Flächenbedarf für MFH-Bebauung von rund 11,5 ha, für die anderen Kreise von 1,6 bis 2,1 ha. Geht man von einer 100%igen Realisierung im Bestand bzw. im erschlossenen Innenbereich aus, so resultiert kein zusätzlich zu berücksichtigender Flächenbedarf für Erschließung bzw. Infrastruktur. Vergleicht man die ermittelten Flächenbedarfe zur Errichtung von MFH mit denen von EFH/ZFH, so ergibt sich für Dresden ein Flächenanteil von etwa 2,3 % für

MFH-Bebauung, der für die übrigen mehr als 130 Kommunen der Modellregion noch wesentlich geringer ausfällt. Bei einem reinen Vergleich der Wohneinheiten kommt es zu einem Anteil von 12,4 %. Durch die deutlich geringere Flächeninanspruchnahme der MFH-Bebauung verringert sich der entsprechende Flächenbedarf um mehr als den Faktor 5. Aufgrund seiner quantitativ dominanten Rolle hinsichtlich der Flächeninanspruchnahme konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen daher ausschließlich auf die (Wohnbau-)Siedlungsflächen.

Abbildung I-3.2: Verteilung der Siedlungsflächenbedarfsklassen (→ REGKLAM-Produkt 2.4c)
(Wohnungsbedarf: oV = obere variante BBSR, uV = untere Variante BBSR;
Bevölkerungsprojektion: SQ = Status quo, SW = jüngste Wanderungstendenz)
(Erläuterung der Siedlungsflächenbedarfsklassen siehe folgender Absatz)

Die Karten in Abbildung I-3.2 zeigen die Verteilung des in fünf Klassen aufgeteilten Siedlungsflächenbedarfs durch EFH/MFH-Bebauung für vier Projektionsvarianten. Neben den beiden Projektionsvarianten für die Bevölkerungsentwicklung „Status quo" (SQ) und „Jüngste Wanderungstendenz" (SW) werden die oberen und unteren Varianten der Wohnungsbedarfsprojektionen des BBSR berücksichtigt. Dabei zeigt sich über alle Varianten ein ähnliches räumliches Muster mit Dresden im Zentrum, welches die Klasse 5 (414–479 ha) mit dem höchsten Siedlungsflächenbedarf repräsentiert. In der zweithöchsten Bedarfsklasse 4 (59–66 ha) finden sich u. a. Riesa, Meißen, Pirna, Freital und Freiberg. Letzteres wechselt in der unteren Variante (uV) in die niedrigere 3. Klasse. Die Klasse 3 (25–26 ha) wird überwiegend von weiteren lokalen Zentren bzw. im Einflussbereich von Dresden gelegenen Kommunen gebildet. Die Gemeinden der Klasse 2 (10–11 ha) nehmen eine Zwischenstellung ein und leiten zu den Gemeinden der Klasse 1 (3–4 ha) mit den geringsten Siedlungsflächenbedarfen über, die vorwiegend peripher bzw. zwischen regionalen Zentren gelegen sind. Flächenhaft verbreitet sind sie im Bereich des Erzgebirges, der Sächsischen Schweiz sowie im Nordosten der Modellregion Dresden.

Die Abbildung I-3.3 verdeutlicht für das Gebiet der gesamten Modellregion die zu erwartende Veränderung aller im Modell betrachteten Raumnutzungen im Zeitraum 2010–2025. Es zeigt sich, dass die Siedlungsflächeninanspruchnahme in erster Linie zu Lasten der sogenannten „genutzten unnatürlichen Grünflächen" wie Gartenland sowie Grünanlagen/-flächen erfolgt. Einen weiteren nennenswerten Beitrag leisten die Landwirtschaftsflächen. Insgesamt liegt die Veränderung – hier Zunahme – der Siedlungsfläche in der Modellregion Dresden je nach Projektionsvariante zwischen 0,9 und 1,7 %. Diese Zunahme wird voraussichtlich mit einer Abnahme der Grünflächen im Bereich von 0,7 bis 1,1 % und einem Rückgang der Landwirtschaftsfläche zwischen 0,1 und 0,2 % verbunden sein. Da die Veränderungen innerhalb der Modellregion sehr heterogen verteilt sind, ergibt sich eine deutlich größere Spannbreite dieser Werte bei Betrachtung einzelner Kommunen bzw. Teilregionen.

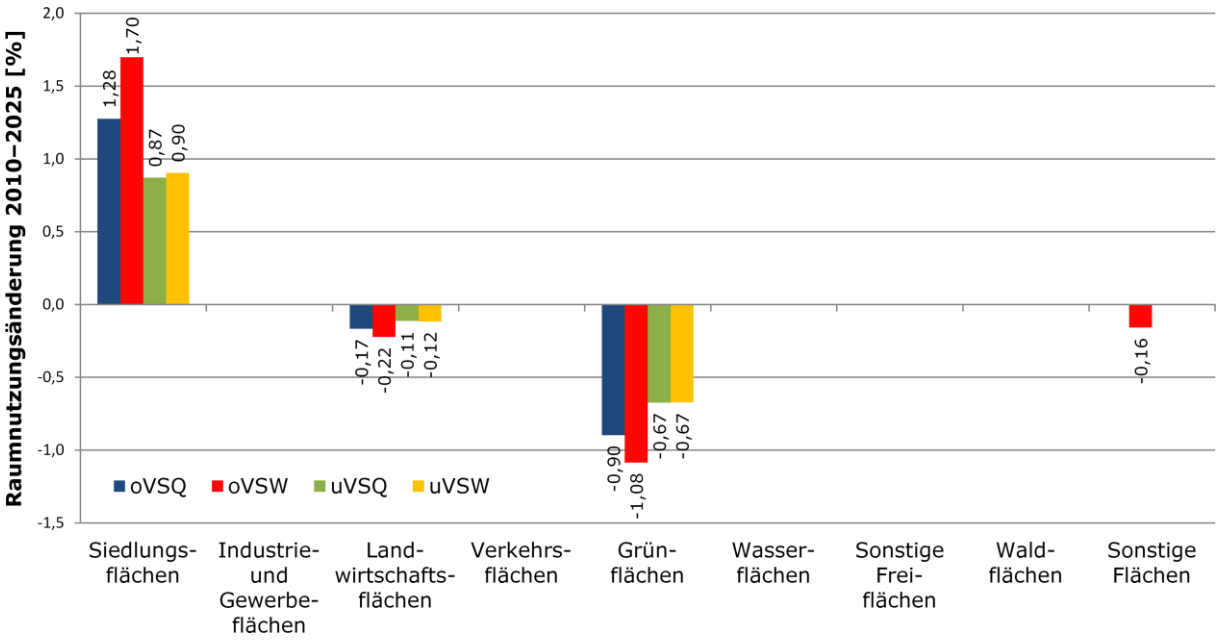


Abbildung I-3.3: Projizierte Raumnutzungsänderungen 2010–2025 für die Modellregion Dresden (→ REGKLAM-Produkt 2.4c; nicht für alle betrachteten Flächenkategorien wird eine Änderung erwartet)

4 Risiken und Chancen des zukünftigen Wandels

Für die Akteure in der Modellregion Dresden sind die Auswirkungen des Klimawandels im Zusammenhang mit insbesondere demographischen, ökonomischen und raumstrukturellen Veränderungen entscheidend. Neben der Bestimmung der direkten und soweit möglich auch indirekten Auswirkungen ist dabei eine Bewertung als Risiken und/oder Chancen für die Modellregion von hoher Bedeutung. Dieses Kapitel enthält einen Überblick über die möglichen Auswirkungen des Klimawandels in den fünf strategischen Themenbereichen des Klimaanpassungsprogramms. Es gibt Hinweise zu den Risiken und Chancen des zukünftigen Wandels. Aussagen zu Risiken und Chancen sind wichtige Grundlagen für die Formulierung der Ziele und Maßnahmen in den strategischen Themenbereichen des Klimaanpassungsprogramms (→ Teil II und Teil III).

Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude

Ein Anstieg der Häufigkeit von Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten wurde in der Vergangenheit beobachtet. Eine weitere Zunahme ist in Zukunft anzunehmen. In Kombination mit steigender Strahlung führt das zu einer Überwärmung in den Sommermonaten, insbesondere in den verdichteten Siedlungsgebieten der Region. Verstärkend kann eine erhöhte Feinstaubbelastung durch häufigere und längere Trockenperioden hinzukommen. In der Folge können die Aufenthaltsqualität im städtischen Raum und das Wohlbefinden der Bevölkerung beeinträchtigt werden und zu akuten gesundheitlichen Beschwerden, insbesondere von Risikogruppen (Kinder, kranke und alte Menschen), führen.

Dies ist besonders in Hinblick auf die flächendeckend in der Modellregion zu erwartende Alterung der Bevölkerung und die projizierte Bevölkerungszunahme in der Stadt Dresden von Bedeutung. Vor allem in innerstädtischen Wohnquartieren mit einer hohen baulichen Dichte und einem geringen Grünflächenanteil sowie in bestimmten Gebäudetypen ist mit hitzebedingten Gesundheitsbelastungen der Bewohner zu rechnen. Dem daraus resultierenden erhöhten Kühlbedarf im Sommer steht im Gebäudebereich zukünftig ein sinkender Heizbedarf im Winter entgegen.

Zur Erhaltung des Wohlbefindens und zur Reduzierung der gesundheitlichen Risiken sind städtebauliche und freiraumplanerische Maßnahmen notwendig. Vor allem vermag eine starke Durchgrünung der Siedlungsbereiche einen zentralen Beitrag zur Verbesserung des Mikro- und Bioklimas zu leisten. Kommunen mit Schrumpfungstendenzen in Randlagen der Modellregion Dresden haben dabei mehr Spielräume als Kommunen mit einem anhaltenden Siedlungsdruck und damit einhergehenden Bedarf nach Wohnbauflächen. Die Anpassung von Gebäuden an Hitze trägt zur Erhaltung einer hohen Wohn- und Arbeitsqualität in den Städten bei und sichert die Tragfähigkeit des Gebäudebestands.

Der zu erwartende Rückgang der Niederschläge im Sommerhalbjahr sowie die zu erwartende Zunahme der potenziellen Verdunstung lässt eine Destabilisierung des städtischen Bodenwasserhaushaltes und teilweise niedrigere Grundwasserstände im Siedlungsbereich annehmen. Die Zunahme von Häufigkeit und Länge von Trockenperioden im Sommerhalbjahr sowie der vorverlagerte Beginn der Vegetationsperiode stellen im städtischen Raum veränderte Standortbedingungen für die dortige Vegetation dar. Das Stadtgrün als wichtiges Element für Anpassungsoptionen kann dabei in seiner Vitalität und damit in seinen Regulationsfunktionen beeinträchtigt werden. Dies, sowie eine aus den wärmeren bzw. längeren Sommern resultierende veränderte, längere bzw. häufigere Nutzung von öffentlichen Grünanlagen, stellen veränderte Rahmenbedingungen für die Ausgestaltung, Pflege und Unterhaltung von Stadtgrün dar.

Die bereits beobachtete Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen führt einerseits zur Zunahme von Hochwasserereignissen v. a. an kleineren Fließgewässern im Siedlungsbereich (Überflutung mit Gewässerbezug). Andererseits treten vermehrt Überstauereignisse in den Kanalnetzen auf (Überflutung ohne Gewässerbezug). Beides kann Menschen gefährden und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur verursachen. Wild abfließendes Oberflächenwasser kann zudem Geröll und Schlamm mitführen und dadurch zusätzliche Schäden und Gefährdungen auslösen. Die Möglichkeiten des Hochwasserschutzes am Gewässer sind begrenzt, d. h. nicht für jeden Extremfall sind Schutzvorkehrungen technisch möglich und auch wirtschaftlich sinnvoll. Ebenso gibt es für die Entwässerungssysteme im Siedlungsbereich Grenzen der Entwässerungssicherheit bzw. des Überflutungsschutzes (Ableitungs-/Stauraumpotenzial der Kanalisation). Entsprechend werden bauliche und freiraumplanerische Maßnahmen für die kurzfristige Speicherung und Ableitung von Oberflächenwasser zunehmend erforderlich, um Schäden an Gebäuden oder Infrastruktur und Gefahren für die Bevölkerung zu verringern. Im Gebäudebereich sind bau- und haustechnische Anpassungsmaßnahmen an Überflutungen zur Reduzierung möglicher Schäden nötig, um die Nutzbarkeit und den Wert der Gebäude zu erhalten.

Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

Für die Modellregion Dresden kann davon ausgegangen werden, dass sich der Klimawandel in Veränderungen im regionalen Wasserhaushalt und in der Wasserwirtschaft zeigt. Sich verändernde Klimabedingungen beeinflussen nicht nur die Niederschlagsmengen und deren Jahresverteilung, sondern insgesamt die Ausprägung des ruralen und urbanen Wasserhaushaltes. Auch ändern sich die mengenmäßigen Anteile des Niederschlags, die flächig zurückgehalten werden, verdunsten oder versickern. Infolge dessen kommt es auch zu Veränderungen der ober- und unterirdischen Wasservorräte und der Abflussgrößen in den Fließgewässern. Dabei werden die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und die Wasserwirtschaft je nach Höhenlage (Mittelgebirgsregion, Flachland), Einzugsgebietscharakteristik (Größe, Geologie, Landnutzung, Zeitpunkt der Schneeschmelze, …) und hydromorphologische Kenngrößen (Abflussmenge und -dynamik, Durchgängigkeit, Breiten- und Tiefenvariation, Struktur der Uferzone, …) differieren. Die Gewässerökosysteme mit ihren jeweiligen wasserabhängigen Landökosystemen sind zugleich Aufenthalts-, Ausbreitungs- und Vernetzungsräume für viele Organismen. Die im Zusammenhang mit dem Klimawandel projizierten Veränderungen der Temperatur und der Niederschlagsverteilung haben einen direkten Einfluss auf Hydrologie, Chemismus und Struktur von Oberflächengewässern und Grundwasserkörpern und damit auch auf die darauf aufbauenden Lebensgemeinschaften in und an diesen Gewässern.

Auch wenn bezüglich der räumlich konkreten Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Gewässerökosysteme große Unsicherheiten bestehen, kann mit Gewissheit eine Randbedingung für die Bewirtschaftung von Gewässern festgehalten werden: An allen *Oberflächengewässern* ist der Klimawandel einer von vielen anderen bereits wirkenden anthropogenen Faktoren wie v. a. technischer Gewässerausbau sowie intensive landwirtschaftliche Nutzung und Flächenversieglung an den Gewässern und in deren Einzugsgebieten. Gewässer, die bereits heute in einem schlechten ökologischen Zustand sind, werden die zusätzlichen Stressbedingungen durch erhöhte Wassertemperaturen, Niedrigwasserabflüsse, periodische Sedimenteinträge etc. weniger gut ertragen. In der Modellregion Dresden erreichen derzeit ca. 96 % der Fließgewässer *nicht* den guten ökologischen Zustand, wie ihn die EG-WRRL definiert. Alle Standgewässer in der Modellregion sind erheblich verändert, jedoch weisen sie in der Mehrzahl ein gutes ökologisches Potenzial entsprechend den Zielen der EG-WRRL auf. In den Oberflächengewässern und deren Zuflüssen ist mit einer ansteigenden Variabilität hinsichtlich der Wassermenge und der stofflichen Beschaffenheit zu rechnen. Hierzu zählen u. a. die Talsperrensysteme in der Modellregion Dresden. Diese stellen – neben der Funktion des Hochwasserschutzes – ein wichtige Grundlage für die Trinkwasserversorgung dar.

Auch das *Grundwasser* stellt einen eigenen Lebensraum mit charakteristischer Biozönose dar. Für das Grundwasser ist davon auszugehen, dass sich in Bereichen mit niedrigen Flurabständen bei einer zukünftigen durchschnittlichen Erhöhung der Lufttemperatur der Erwärmungseffekt im Grundwasser zumindest lokal verstärkt und sich ggf. mit den anthropogen bedingten Wärmeeinträgen überlagert. Bekannt ist, dass mit steigender Temperatur die biologische Aktivität der Mikroorganismen zunimmt und sich somit deren Reinigungsleistung für kontaminierte Grundwasserleiter verbessert. Hinsichtlich der tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebewesen im Grundwasserleiter können bisher keine gesicherten Angaben gemacht werden. Aufgrund der Ergebnisse der bisher betrachteten Szenarien A1B (mittel) zur Grundwasserneubildung ist mit einer Zunahme der Amplitude des Grundwasserstands und damit mit einer dynamischeren Grundwasserspeicherinhaltsänderung zu rechnen. In den Berechnungen zur Neubildung des Grundwassers für das genannte Szenario zeichnet sich ab, dass vor allem die teilweise sehr hohen Niederschlagsmengen in den Winterhalbjahren die jährlichen Neubildungsraten bestimmen. In den Sommermonaten hingegen wird - wie auch im Ist-Zustand - überwiegend mit langen Trockenperioden zu rechnen sein, in denen keine oder nur geringe Neubildungsprozesse stattfinden. Für das Grundwasser als Ressource ergeben sich damit einerseits Schutzanforderungen bei Niedrigwassersituationen im Sommer und andererseits das Erfordernis von Abwehrmaßnahmen gegen hohes Grundwasser im Winter. Für das Grundwasser gilt ebenso wie für die Oberflächengewässer, dass der Klimawandel eine zusätzliche Belastung zu anderen, ohnehin schon wirkenden Stressoren wie Stoffeinträgen (z. B. Nährstoffe, Schadstoffe) oder Wärmeeinleitungen (z. B. Geothermie) darstellt. Grundwasserkörper, die bereits heute in einem schlechten Zustand sind, werden für klimabedingte zusätzliche Belastungen und Verschlechterungen anfälliger sein.

Die *technischen Systeme der Trinkwasseraufbereitung und der Trinkwasserverteilung* sind hinsichtlich des Klimawandels bereits in hohem Maße robust. Wie für die Talsperren, sind Anpassungsmaßnahmen im Talsperreneinzugsgebiet (inkl. die nachhaltige Bewirtschaftung der Talsperrenzuflüsse) von grundlegender Bedeutung für die Systeme der Trinkwasseraufbereitung und -verteilung.

Ein deutlich höherer Handlungsbedarf ergibt sich für die *Systeme des Abwassertransportes* (Kanalsysteme). Die mögliche Zunahme von Starkniederschlägen kann einen Gefährdungsanstieg hinsichtlich lokaler Überflutungs- und Kanalrückstauereignisse zur Folge haben. Die schadfreie Ablei-

tung von Niederschlagswasser ist in Bezug auf die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels eine der zentralen Herausforderungen der jeweiligen Abwasserentsorger.

Als mindestens ebenso bedeutend wie die unmittelbaren Klimawandelfolgen werden die mittelbaren, sekundären Folgen des Klimawandels auf Oberflächengewässer und Grundwasserkörper gesehen, die erst durch Anpassungs- oder Klimaschutzmaßnahmen verursacht werden. Beispiele sind die Häufung von Abschlägen aus Mischwasserkanalisationen bei zunehmenden Starkniederschlägen, der großflächige Anbau von Bioenergiepflanzen mit ihren Folgen für die Bodenerosion und auf Schadstoffeinträge in Oberflächen- und Grundwasser. Sie werden sich mit hoher Wahrscheinlichkeit negativ auf die Gewässerqualität auswirken.

Land- und Forstwirtschaft

In der Land- und Forstwirtschaft liegen Risiken und Chancen durch den Klimawandel zum Teil dicht beieinander. Sie unterscheiden sich zum einen zwischen einzelnen Teilbereichen sowie zum anderen zwischen einzelnen Teilregionen.

Im *Ackerbau* verbessern sich die Ertragschancen insbesondere in den bisher eher kühlen Anbaugebieten der Modellregion. So könnte die erwartete Klimaerwärmung im Erzgebirge zu Ertragssteigerungen vor allem bei Winterfrüchten und bei Fruchtarten mit hohem Wärmeanspruch führen, vorausgesetzt, es steht genügend Wasser zur Verfügung. Andererseits bewirkt der Temperaturanstieg eine Abnahme der Bodenhumusgehalte. Dadurch verringert sich langfristig die natürliche Bodenfruchtbarkeit und es kommt zur Freisetzung von Treibhausgasen. Auf den vorrangig im Norden der Modellegion vorkommenden sandigen Böden ist damit zu rechnen, dass es zu Ertragseinbußen in Trockenjahren kommt, insbesondere bei Feldfrüchten, die viel Wasser benötigen (beispielsweise Mais, Kartoffeln, Rüben und Gräser). In den lössgeprägten Gebieten im westlichen Teil der Modellregion ist mit vergleichsweise geringen Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftlichen Erträge zu rechnen. Dagegen steigt insbesondere in diesen Teilregionen bei einer möglichen Intensivierung von Starkregenereignissen die Gefahr durch Wassererosion, insbesondere wenn die Niederschläge auf Trockenperioden folgen. Folgen der Erosionsereignisse sind auf den betroffenen Flächen der Verlust natürlicher Bodenfruchtbarkeit sowie außerhalb der Flächen die Gefahr negativer Umweltauswirkungen durch Stoffeinträge in Oberflächengewässer sowie wirtschaftliche Schäden durch Sedimenteinträge in Siedlungsbereichen (Gebäude, Kanalisation).

Im *Wein- und Gartenbau* können eine längere Vegetationsperiode und höhere Temperaturen Änderungen der Anbauwürdigkeit wirtschaftlich interessanter Anbauarten bzw. -sorten bewirken. Lange, warme Herbstperioden sowie eine erhöhte Sonneneinstrahlung können Erträge und Qualitäten insbesondere im Obst- und Weinbau erhöhen. Eine verfrüht einsetzende Vegetationsperiode dagegen verstärkt die Spätfrostgefahr insbesondere für früh blühende Obstarten. Das Ausbleiben ausreichend langer Perioden mit Temperaturen unter 7°C erhöht die Gefahr von Austriebsstörungen bei Baumobstarten. Sommerliche Hitzeperioden mit extrem hohen Temperaturen sowie Starkregen- und Hagelereignissen können neben Ertragsminderungen zu qualitativen Beeinträchtigungen an den Ernteprodukten führen, mit Auswirkungen auf die Vermarktungsfähigkeit bis hin zum Totalausfall. Starkregenereignisse erhöhen gleichzeitig die Gefahr von Bodenerosion. Im Besonderen gilt dies für den Weinbau, welcher in der Modellregion häufig in Steillagen betriebenen wird. Durch die erwartete Temperaturzunahme ist mit der Einwanderung wärmeliebender Schädlingsarten zu rechnen. Die Verlängerung der Vegetationsperiode führt bei Schädlingen zu einer Vervielfachung von Generationen sowie zu stärkeren Populationen. Gleichzeitig sind einige Pflanzenschutzmittel bei Hitze und Trockenheit nur eingeschränkt wirksam. Diese Problembereiche sind grundsätzlich auch für den Ackerbau relevant.

In der *Forstwirtschaft* führt der Klimawandel in der Modellregion zu Standortsveränderungen, die insbesondere durch abnehmende Niederschläge während der Vegetationsperiode charakterisiert werden können. Waldbaulich sind gravierende Veränderungen in den Mittelgebirgslagen zu erwarten. Die Prädisposition der bestehenden Fichtenforste gegenüber Buchdruckerbefall und somit das Risiko von großflächigen, destruktiv wirkenden Buchdruckerkalamitäten nimmt zu. Die fortschreitende Temperaturerhöhung im Winterhalbjahr bedingt eine Häufung von Nassschnee-Ereignissen mit Schäden durch Schneedruck und Schneebruch. Mit der Disposition gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren nimmt das Produktionsrisiko generell zu. Auf Standorten, auf denen der Bodenwasserhaushalt oder die Exposition eine tendenziell negative klimatische Wasserbilanz ausgleichen, kann die erwartete Temperaturerhöhung eine steigende Produktivität der Fichtenforste bedingen. Ansonsten ist eher mit einer sinkenden Produktivität der Fichtenbestände bis zum Totalausfall zu rechnen. Im Hügel- und besonders im Tiefland weisen die Klimaprojektionen auf gravierende Veränderungen der klimatischen Wasserbilanz hin. Dennoch werden für die Standortregion Tiefland keine gravierenden Verschlechterungen der Standortbedingungen für die Baumarten Kiefer

und Stieleiche erwartet, da reale und projizierte Veränderungen klimatischer Standortfaktoren im Rahmen der physiologischen Nischen dieser Baumarten liegen. Allerdings kann sich die Prädisposition der Kiefernforste im Fall von Arealverschiebungen und veränderter Fluktuation forstlich relevanter Schädlinge erhöhen, bei einer durch ein geringes Potenzial zur natürlichen Verjüngung stark eingeschränkten Resilienz. Gleichzeitig ist auch das Potenzial zur Ausbreitung von standortgerechten Mischbaumarten in den Kiefernbeständen als überwiegend gering einzuschätzen. Die Standortregion Lösshügelland nimmt nur einen geringen Raum der Untersuchungsregion ein. Sie ist zum einen gekennzeichnet durch ökologisch instabile Fichtenreinbestände mit hohen funktionalen Risiken, und zum anderen durch ein breites Spektrum von Beständen an standortsgerechten Baumarten mit einem hohen Anpassungspotenzial gegenüber den Veränderungen von klimatischen Standortsfaktoren. Aus diesem Bestandsmosaik resultiert ein hohes spontanes Ausbreitungspotenzial von standortsgerechten Baumarten, welches gute Voraussetzungen für eine Überführung, insbesondere von Kiefern- und Birken-Reinbeständen, in standortsgerechte Wirtschaftswälder bietet.

Gewerbliche Wirtschaft

Der Klimawandel hat vielfältige Auswirkungen auf die Unternehmen in der Modellregion Dresden. Die zunehmende Anzahl heißer Tage sowie ansteigende Maximaltemperaturen wirken sich direkt auf die Produktionsbedingungen aus. Beispielsweise sind die Klimatisierung von Produktionsräumen oder die Kühlung von Kühl- und Tiefkühllagern betroffen. Werden die ausgelegten Grenztemperaturen von technischen Anlagen überschritten, kann dies zu Qualitätsminderungen der hergestellten Produkte oder zu Produktionsausfällen führen. Zunehmende Wärme- und Hitzetage haben Einfluss auf die Behaglichkeit und damit auf die physische Belastbarkeit der Mitarbeiterinnen.

Indirekt beeinträchtigen die erhöhte Anzahl der Tropennächte die nächtlichen Regenerationsphasen der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Zudem verringert sich die Versorgungssicherheit mit Wasser und Energie durch Extremwetterereignisse wie Hochwasser oder Trockenheit. Aber auch der Abbau und die Zulieferung von Energie- und Rohstoffen werden durch extreme Wetterverhältnisse schwieriger, woraus Produktionseinschnitte folgen können. Zusätzlich ergibt sich im Zuge des Klimawandels vermutlich ein struktureller Wandel der Nachfrage nach Konsumgütern. Dies ermöglicht neue Märkte, kann aber auch bestehende Marktchancen reduzieren. Der Klimawandel ist für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden folglich mit Chancen und Risiken verbunden, die branchenspezifisch oder branchenübergreifend von Bedeutung sein können.

Naturschutz

Der Klimawandel hat sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf den Naturschutz. Direkte Auswirkungen ergeben sich aus Zusammenhängen zwischen der biologischen Vielfalt und dem Klimawandel. Indirekte Auswirkungen resultieren aus Maßnahmen der Klimaanpassung in anderen Handlungsfeldern als dem Naturschutz sowie aus Maßnahmen des Klimaschutzes. Die erwarteten Auswirkungen sind dabei durch erhebliche Unsicherheiten gekennzeichnet (z. B. in Bezug auf die Ausprägung des zu erwartenden Klimawandels sowie die daraus resultierenden Folgen für die biologische Vielfalt).

Direkte Auswirkungen in Form von Risiken werden insbesondere für unmittelbar vom Wasser abhängige (kurz: wasserabhängige) Ökosysteme und Arten und vorrangig im Norden der Modellregion erwartet, resultierend aus einer mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit sinkenden klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr. Gerade in dieser Teilregion befinden sich schützenswerte wasserabhängige Ökosysteme mit einer hohen Anzahl gefährdeter Tier- und Pflanzenarten (z. B. in Teilen des Naturraums Königsbrück-Ruhlander Heide). Gegenwärtige Trends weisen zudem auf eine Zunahme von Extremereignissen wie längeren Trockenperioden oder starken Niederschlägen hin. Insbesondere ausgetrocknete Böden unterliegen einem erhöhten Erosionsrisiko bei Starkniederschlägen, was die Gefahr von Stoffeinträgen in aquatische Ökosysteme erhöht. In der Modellregion sind davon vor allem die durch häufig intensive Ackernutzung geprägten westlichen Lösshügellandschaften bedroht. Demgegenüber können sich insbesondere für wärme- und trockenheitsangepasste Arten und Ökosysteme auch Chancen ergeben (wie am Beispiel der zunehmenden Ausbreitung der Feuerlibelle bereits beobachtbar). Die komplexen ökologischen Abhängigkeiten der Arten und ihrer Lebensräume (Habitate) von den klimatisch beeinflussten Standortbedingungen (z. B. Temperatur, Hydrologie) können die räumliche Verlagerung von Habitaten erfordern. Dies setzt voraus, dass potenzielle Ausweichhabitate vorhanden sind und die Populationen entsprechende Ausweichbewegungen auch vollziehen können.

Ökosysteme und Populationen in der Modellregion sind allerdings bereits gegenwärtig in vielfältiger Weise beeinträchtigt, z. B. durch Stoffeinträge oder Entwässerungsmaßnahmen. Die heutige Land-

schaft ist strukturell „verarmt", wertvolle Lebensräume für Pflanzen und Tiere wurden in der Vergangenheit zerstört und erhalten gebliebene natürliche bzw. naturnahe Lebensräume sind in vielfältiger Art und Weise fragmentiert, etwa durch eine zunehmend großflächig und gleichförmig betriebene intensive Landwirtschaft sowie durch sich ausdehnende Siedlungsflächen und Infrastrukturanlagen. Dadurch ergeben sich für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten Einschränkungen in Bezug auf ggf. klimawandelbedingt erforderliche Ausweichbewegungen.

Indirekte Auswirkungen in Form von Risiken für die Ziele des Naturschutzes können sich aus zunehmender Konkurrenz bei der Nutzung von Ressourcen oder Flächen ergeben, z. B. bei technischen Anlagen für das Niedrig- und Hochwassermanagement sowie erneuerbaren Energien inklusive Leitungstrassen. Indirekte Auswirkungen in Form von Chancen können sich durch die Nutzung von Synergien mit Klimaanpassungsmaßnahmen anderer Handlungsfelder ergeben, etwa im Hinblick auf eine stärkere Strukturierung der Landschaft oder eine sinkende stoffliche Belastung aquatischer Ökosysteme durch Maßnahmen der Landwirtschaft zum Schutz vor Bodenerosion.

Die erwarteten direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels und bestehende Beeinträchtigungen können sich wechselseitig verstärken. Das gilt z. B. für solche Ökosysteme, die bereits heute in ihrem Wasserhaushalt gestört sind und zusätzlich durch eine voraussichtlich klimawandelbedingt sinkende klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr betroffen sein werden. Das gilt weiterhin z. B. für bereits heute fragmentierte und in ihrer Vitalität eingeschränkte Populationen, für die sich künftig die Herausforderung des Erreichens neuer Standorte ergibt.

Für die Weiterentwicklung des Naturschutzes im Kontext des Klimawandels sind damit differenzierte Ansätze erforderlich. Bei unsicheren Wirkungszusammenhängen (z. B. bezüglich der räumlichen Verlagerung von Habitaten) bieten sich sogenannte „No-regret"-Maßnahmen an, so etwa die Realisierung eines Biotopverbundes. Vielfach kann dabei an bereits vorhandene Instrumente und Maßnahmen angeknüpft werden. Auch das Offenhalten von Handlungsoptionen bzw. das Ermöglichen des flexiblen Reagierens auf künftig eintretende Veränderungen kann zu einem langfristig erfolgversprechenden Umgang mit den Herausforderungen des Klimawandels beitragen, z. B. im Schutzgebietsmanagement.

5 Leitbild und Handlungsprinzipien für die Klimaanpassung

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist eine langfristige Herausforderung für alle Akteure in der Modellregion Dresden. Erforderlich sind Maßnahmen, von denen einige kurzfristig und andere mittel- bis langfristig umzusetzen sind. Das IRKAP beruht deshalb auf einem übergeordneten Leitbild und mehreren Handlungsprinzipien. Leitbild und Prinzipien richten sich an alle Akteure in der Modellregion Dresden. Sie wollen Orientierung vermitteln und die Diskussion zur Klimaanpassung anregen.

Ein Leitbild ist vor allem ein Kommunikationsinstrument. Es enthält Leitvorstellungen, die Orientierung für die Formulierung konkreter Ziele in den einzelnen Themenfeldern des IRKAP vermitteln. Das Leitbild ist auf die langfristige Zukunft gerichtet und nicht statisch, sondern offen für künftige Entwicklungen in den vielfältigen Handlungsfeldern der Stadt- und Regionalentwicklung. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage nach dem „Was?" der Klimaanpassung.

Handlungsprinzipien bilden den Rahmen für die Beantwortung des „Wie?" in den einzelnen strategischen Themenfeldern des IRKAP. Sie zeigen generelle Handlungsmöglichkeiten für die regionalen und lokalen Akteure im Einklang mit dem Leitbild zur Klimaanpassung auf. Sie dienen darüber hinaus der Orientierung zur Umsetzung der Maßnahmen durch Entscheidungen und Handlungen der regionalen und lokalen Akteure in Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft. Die Prinzipien berücksichtigen die besonderen Herausforderungen des Klimawandels sowie die Rahmenbedingungen und Handlungsmöglichkeiten in der Modellregion Dresden. Sie entsprechen Zielen und Grundsätzen, wie sie in Strategiedokumenten des Bundes formuliert sind.

Leitbild

„Klimaanpassung in der Region Dresden"

Das themenübergreifende Leitbild des Klimaanpassungsprogramms enthält drei Elemente:

Gesunde und attraktive Lebens- und Arbeitsbedingungen erhalten: Die sächsische Kulturlandschaft, das attraktive Arbeits- und Lebensumfeld sowie die vielfältigen kulturellen und sozialen Angebote sind Grundlagen der derzeit hohen Lebensqualität in der Modellregion Dresden. Ebenso wichtig sind Mobilitätsangebote und intakte technische Infrastrukturen in einer lebenswerten und gesunden Umwelt. Dadurch bietet die Region Dresden Raum für individuelle Entfaltung, Kreativität und Innovation, in dem sich Gemeinsinn, Sicherheitsgefühl und Zusammenhalt entwickeln können. Diese hohe Lebensqualität gilt es unter den Bedingungen des Klimawandels zu sichern und zu erhöhen.

Wirtschaftliche Chancen des Klimawandels nutzen, Risiken auf ein tolerierbares Niveau reduzieren: Die Modellregion Dresden hat im ostdeutschen Vergleich überdurchschnittlich gute Voraussetzungen für eine international wettbewerbsfähige ökonomische Entwicklung. Daraus ergeben sich Chancen für die weitere wirtschaftliche Entwicklung – einschließlich der Land- und Forstwirtschaft. Um den Standort der Region Dresden wirtschaftlich attraktiv zu erhalten und die Standortqualität weiter zu entwickeln, gilt es, die aus dem Klimawandel resultierenden Chancen im Wettbewerb zu nutzen. Zugleich sollen Risiken frühzeitig erkannt und geeignete Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden – insbesondere auch für den Umgang mit Extremereignissen.

Natürliche Lebensgrundlagen im Klimawandel bewahren: Die vielfältigen Leistungen und Funktionen der regionalen und globalen Ökosysteme bilden die „natürliche Lebensgrundlagen" sowohl für die Lebensverhältnisse und Arbeitsbeziehungen als auch für die wirtschaftliche Entwicklung. Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft infolge des Klimawandels sind zu vermeiden – wo immer möglich und wirtschaftlich vertretbar. Gleichzeitig gilt es, Natur und Landschaft so zu behandeln, dass sie hinsichtlich unvermeidbarer Beeinträchtigungen weniger „verletzlich" bzw. anpassungsfähiger werden. In der Modellregion Dresden kommt neben dem Erhalt der biologischen Vielfalt insbesondere den Belangen des Boden- und Gewässerschutzes sowie des Landschaftswasserhaushaltes eine besondere Bedeutung zu.

Handlungsprinzipien der Klimavorsorge

Klimaschutz und Klimaanpassung als Einheit begreifen: Die Vermeidung von Treibhausgasemissionen („Klimaschutz") und die Anpassung an die Folgen des bereits stattfindenden Klimawandels („Klimaanpassung") sind zwei untrennbare Bestandteile der Klimavorsorge. Dabei umfasst die Klimaanpassung den Umgang mit den Chancen und Risiken des Klimawandels. Die Verantwortung für Klimavorsorge liegt zum einen beim Staat sowie bei den Regionen und Kommunen, zum anderen in hohem Maße bei Bürgern und Unternehmen selbst. Wichtige Stichworte sind hier: Subsidiarität und Eigenvorsorge.

Wissen verankern, erweitern und nutzen: Wissenschaftliche Einrichtungen und Fachbehörden haben bereits umfangreiches Wissen zum Klimawandel sowie zu seinen Folgen und Handlungsmöglichkeiten entwickelt. Wer sich an die Folgen des Klimawandels in der Modellregion Dresden anpassen will, sollte das vorhandene Wissen auswerten und dieses für die Formulierung sowie Umsetzung von Programmen der Klimaanpassung nutzen. Neue Erkenntnisse dienen zur Überprüfung und ggf. Weiterentwicklung von Maßnahmen. Dabei sind auch Erkenntnisse zu demographischen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen von hoher Bedeutung. Insbesondere die belastbaren Erkenntnisse müssen schnell in leicht verständliche und umsetzungsorientierte Handlungsanleitungen und Standards überführt werden, damit sie in der Breite angewandt werden können. Der Klimawandel, der Schutz des Klimas und Klimaanpassung sind deshalb wichtige Themen für die Institutionen der Schulbildung, Aus- und Weiterbildung.

Handeln, auch wenn der Klimawandel und seine Folgen unsicher sind: Klimaanpassung erfordert den Umgang mit Unsicherheiten im Sinne der Beachtung von Bandbreiten möglicher Entwicklungen. Eine wissenschaftlich differenzierte Beurteilung der Unsicherheiten des Klimawandels und seiner Folgen ist zunehmend besser möglich. Robuste und flexible Maßnahmen sind wichtige Beiträge für den Umgang mit den Unsicherheiten der Klimaanpassung. Robuste Maßnahmen sind unter Beachtung einer Bandbreite von Klimabedingungen oder Klimaänderungen effektiv. Flexible Maßnahmen können im Falle veränderter Bedingungen ohne hohe Kosten zurückgenommen oder weiterentwickelt werden. Zudem können Maßnahmen der Klimaanpassung anderen Vorsorgezielen dienen (Stichworte sind: „No-regret"-Maßnahmen, „Mehrfachnutzen", Synergien). Klimavorsorge bedarf auch eines zielgerichteten, intelligenten und vernetzten Monitorings.

Wechselwirkungen zwischen Handlungsfeldern berücksichtigen: Klimaanpassung betrifft alle Akteure in Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft. Maßnahmen in einem Handlungsfeld (z. B. Landwirtschaft) können andere Handlungsfelder beeinflussen (z. B. Wasserwirtschaft, Naturschutz). Synergien und Zielkonflikte zwischen Handlungsfeldern und räumlichen Ebenen (z. B. lokal, regional) verdienen deshalb besondere Beachtung.

Klimavorsorge als generationenübergreifende Aufgabe verstehen: Klimavorsorge umfasst Zeiträume bis zum Jahr 2100 und darüber hinaus. Sie ist eine generationenübergreifende Aufgabe. Folgen des Klimawandels und Wirkungen von Anpassungsmaßnahmen sind deshalb aus einer langfristigen Perspektive zu betrachten.

So viel Kooperation wie zielführend; so wenig instrumentelle und institutionelle Veränderungen wie nötig: Die konsequente Beachtung der Handlungsprinzipien zur Klimavorsorge geht einher mit einer kontinuierlichen Kooperation zwischen Akteuren aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft. Kooperation und Vernetzung allein sind aber keine Erfolgsgarantien. Harte Zielkonflikte erfordern möglicherweise den konsequenteren Einsatz der bestehenden Instrumente oder sogar instrumentelle und institutionelle Veränderungen.

TEIL II

ZIELE UND MAßNAHMEN FÜR DIE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

INHALTSVERZEICHNIS

1 Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude 35

Herausforderungen der Klimaanpassung für städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude 35

Leitbild 36

Handlungsschwerpunkte 37

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung 37

Ziel 1.1: Stadtquartiere und den öffentlichen Raum in Kooperation zwischen öffentlicher Hand und privaten Eigentümern klimawandelangepasst gestalten 37

Maßnahme 1.1.1 Klimasensitive Siedlungsbereiche im Rahmen der Stadtentwicklung, Stadterneuerung und Stadtplanung berücksichtigen 38

Maßnahme 1.1.2 Wirkungszusammenhänge kleinräumiger städtebaulicher und freiraumplanerischer Anpassungsmaßnahmen berücksichtigen 38

Maßnahme 1.1.3 Anteil unversiegelter Flächen erhöhen 38

Maßnahme 1.1.4 Rückhalte- und Ableitungsmöglichkeiten für Oberflächenwasser in Frei- und Grünflächen schaffen 39

Maßnahme 1.1.5 Regenwasserbewirtschaftung fördern und in die Freiraumgestaltung und -nutzung integrieren 39

Maßnahme 1.1.6 Wasserflächen und -elemente in die Gestaltung des öffentlichen Raums und der Grünflächen integrieren 40

Maßnahme 1.1.7 Bauliche Verschattungs- und Abkühlungselemente nutzen 40

Maßnahme 1.1.8 Stadtumbaubedingte Abrissmaßnahmen zur Freiraumentwicklung nutzen 40

Maßnahme 1.1.9 Städtebauliche und freiraumplanerische Anpassungsmaßnahmen auf Quartiersebene bündeln und mit informellen und formellen Instrumenten umsetzen 40

Maßnahme 1.1.10 Privates Engagement im Stadtquartier fördern 41

Ziel 1.2: Freiraumorientierte Siedlungsentwicklung auf öffentlichen und privaten Flächen umsetzen 41

Maßnahme 1.2.1 Bedarfe für die Entwicklung städtischer Freiraumsysteme zur Verbesserung der mikroklimatischen Situation ermitteln 42

Maßnahme 1.2.2 Kaltluft- und Frischluftversorgung von städtischen Gebieten sichern und verbessern 42

Maßnahme 1.2.3 Kleingärten als wichtige Bestandteile gesamtstädtischer Freiraumsysteme erhalten und weiterentwickeln 42

Maßnahme 1.2.4 Dachbegrünungen zur Verringerung des Wärmeeintrags in den Stadtkörper, zur Regenwasserspeicherung und zur Reduzierung von Abflussspitzen fördern 42

Maßnahme 1.2.5 Klimawirksame Grün- und Freiflächen mit informellen und formellen Instrumenten sichern und neu schaffen 43

Maßnahme 1.2.6 Kleinteilige Begrünung im öffentlichen und privaten Raum mit städtebaulichen Instrumenten, Beratungen und Anreizen fördern 43

Ziel 1.3: Potenziale von Brachflächen zur Regulierung von Klimawandelfolgen nutzen 44

Maßnahme 1.3.1 Brachflächenbestand in den Siedlungsbereichen bzgl. des ökologischen Potenzials und der Eignung für eine freiraumplanerische Nutzung analysieren und bewerten 44

Maßnahme 1.3.2 Multifunktionale freiraumplanerische Nachnutzungen auf Brachflächen umsetzen 45

Maßnahme 1.3.3 Freiraumplanerische Brachennutzungen durch eine Brachenkoordinierungsstelle fördern 45

Maßnahme 1.3.4 Freiraumplanerische Nachnutzungen von Brachflächen bau- und eigentumsrechtlich absichern und fördern 46

Ziel 1.4: Mikroklimatische Wirksamkeit von öffentlichen Grünflächen und Straßenbäumen erhalten und erweitern 46

Maßnahme 1.4.1 Grünflächen klimaangepasst gestalten 46

Maßnahme 1.4.2 Grünflächen und Straßenbäume klimaangepasst pflegen 47

Maßnahme 1.4.3 Klimawirksame innerstädtische Grünflächen gestalten 48

Maßnahme 1.4.4 Straßenbaumbestand sichern, erweitern und anpassen 48

Ziel 1.5: Private und öffentliche Gebäude für den Klimawandel fit machen 48

Maßnahme 1.5.1 Wissensgrundlagen zu Klimafolgen im Gebäudebereich und Handlungsmöglichkeiten zur Klimaanpassung zielgruppengerecht vermitteln 49

Maßnahme 1.5.2 Anpassungserfordernisse und -maßnahmen an Gebäuden in Regelwerke integrieren 49

Maßnahme 1.5.3 Rahmenbedingungen schaffen für eine integrierte Betrachtung und Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen an Gebäuden 50

Maßnahme 1.5.4 Verletzbarkeit durch verschiedene Klimafolgen bei der Ausweisung von Neubaustandorten in Prüf- und Genehmigungsverfahren berücksichtigen ... 50

Maßnahme 1.5.5 Gebäudeanpassung mit Bauleitplanung, Bauordnung und besonderem Städtebaurecht verbindlich festsetzen und informelle Ansätze zur Umsetzung anwenden 51

2 Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft 53

Herausforderungen der Klimaanpassung für aquatische Ökosysteme, das Management von Wasserressourcen und durch erhöhtes Hochwasserrisiko 53

Leitbild 55

Handlungsschwerpunkte 55

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung 56

Ziel 2.1: Langfristige Sicherstellung eines naturnahen Wasserhaushalts im ruralen Raum und naturnahe Bewirtschaftung der Niederschläge im urbanen Raum 56

Maßnahme 2.1.1 Förderung einer naturnahen Niederschlagswasserbewirtschaftung im urbanen Raum 56

Maßnahme 2.1.2 Sicherung eines naturnahen Wasserhaushaltes im ruralen Raum 56

Maßnahme 2.1.3 Verbesserung der Rückhaltepotenziale von Fließgewässern und deren Vorländern 57

Maßnahme 2.1.4 Weitergehende Forschung zu Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt in der Modellregion Dresden 57

Ziel 2.2: Anpassung der Bewirtschaftungsvorgaben für Gewässerökosysteme an die klimabedingten Herausforderungen für Oberflächengewässer und Grundwasser 57

Maßnahme 2.2.1 Aufnahme klimawandelrelevanter Parameter in die Instrumente der EG-WRRL 58

Maßnahme 2.2.2 Vorgaben zur einheitlichen Anwendung von Ausnahmeregelungen (Art. 4 EG-WRRL) im Zuge von Klimaanpassungsmaßnahmen 58

Maßnahme 2.2.3 Vorgaben zur Anpassung der Maßnahmenprogramme nach EG-WRRL an langfristige Anpassungserfordernisse infolge des Klimawandels 58

Ziel 2.3: Sensibilisieren der Wasserbehörden für das Management von aquatischen Ökosystemen unter den neuen Herausforderungen des Klimawandels 58

Maßnahme 2.3.1 Erarbeiten einer Verwaltungsanleitung zur Erteilung von wasserrechtlichen Gestattungen sowie zum Umgang mit privilegierten Rechten unter Berücksichtigung des Klimawandels 58

Ziel 2.4: Sichern eines guten Zustands der Gewässerbiologie in allen Oberflächengewässern auch bei verstärkt auftretenden extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser) 59

Maßnahme 2.4.1 Gezieltes Monitoring und Ausweitung der Fördermöglichkeiten zur Bekämpfung von invasiven Neobiota im Zuge des Klimawandels 59

Ziel 2.5: Sichern eines guten hydromorphologischen Zustands aller Fließgewässer zur Stärkung ihrer Resilienz gegenüber extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser) 59

Maßnahme 2.5.1 Beratung von Unterhaltungslastträgern und Förderung einer klimaangepassten Unterhaltung/Pflege und Entwicklung aller Fließgewässer 60

Maßnahme 2.5.2 Anlegen natürlicher Sedimentationsbarrieren zur Verminderung der klimabedingt zunehmenden Kolmation der Gewässersohle 60

Maßnahme 2.5.3 Schutz und Renaturierung von Quellen mit hoher Vulnerabilität gegenüber klimatischen Änderungen 60

Ziel 2.6: Thermische Stabilisierung aller Oberflächengewässer bei erhöhten Lufttemperaturen und verstärkt auftretenden Niedrigwasserperioden 61

Maßnahme 2.6.1 Überprüfen rechtlicher Vorgaben zur Wärme-Einleitung und zu Wasserentnahmen 61

Maßnahme 2.6.2 Maßnahmen zur Verminderung der klimabedingten solaren Erwärmung der Oberflächengewässer 61

Ziel 2.7: Verminderung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer, um ein hohes Selbstreinigungspotenzial auch bei extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser) aufrechtzuerhalten 61

Maßnahme 2.7.1 Analyse der Auswirkungen klimatisch bedingter Änderungen der Abflussverhältnisse auf die Verlagerung von Schadstoffen in Fest- und Schwebstoffen 62

Maßnahme 2.7.2 Freihaltung bzw. angepasste Landnutzung in Gewässerrandstreifen 62

Maßnahme 2.7.3 Erosionsmindernde Maßnahmen im Einzugsgebiet von Oberflächenwasserkörpern mit hoher stofflicher Belastung aus diffusen Quellen 62

Ziel 2.8: Anpassen der Bewirtschaftungsvorgaben für die Ressource Grundwasser an die klimabedingten Herausforderungen 63

Maßnahme 2.8.1 Regelmäßiges Aktualisieren von Projektionen der klimatischen Entwicklung und ihrer Auswirkung auf Menge und Beschaffenheit des Grundwassers unter Einbeziehung der Szenariotechnik 63

Maßnahme 2.8.2 Überwachen der Ressource Grundwasser hinsichtlich Menge und Beschaffenheit und Bewertung klimatisch bedingter Änderungen 63

Ziel 2.9: Sichern eines guten mengenmäßigen Zustands der Ressource Grundwasser auch bei geänderten Grundwasserdargeboten 63

Maßnahme 2.9.1 Flexibilisierung der Bewirtschaftung der Grundwasservorräte durch die Wasserbehörden zur Ermöglichung von Klimaanpassungsmaßnahmen 64

Maßnahme 2.9.2 Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserneubildung 64

Maßnahme 2.9.3 Identifizieren von Gebieten außerhalb zusammenhängend bebauter Ortsteile, in denen die Speicherfähigkeit von Grundwasserleitern durch gezielte Erhöhung der Versickerungsleistung aktiv genutzt werden kann 64

Maßnahme 2.9.4 Rücknahme von Bebauung aus dauerhaft vernässungsgefährdeten Bereichen 64

Ziel 2.10: Sichern der langfristigen Nutzbarkeit ortsnaher Grundwasserdargebote für die Wasserversorgung und Reduzieren unnötiger Inanspruchnahme des Grundwasserdargebotes 65

Maßnahme 2.10.1 Aufrechterhalten bestehender bzw. Ausweisen neuer Wasserschutzgebiete 65

Maßnahme 2.10.2 Vermeiden neuer dauerhafter Offenlegungen des Grundwassers 65

Maßnahme 2.10.3 Sparsamer Umgang mit Brauch- und Trinkwasser 65

Ziel 2.11: Thermische Stabilisierung der Ressource Grundwasser 65

Maßnahme 2.11.1 Förderung besonders effizienter Technologien der thermischen Nutzung von aufgeheiztem Grundwasser 66

Maßnahme 2.11.2 Identifizieren, Sanieren und Vorbeugen von Fehlstellen wärmeführender unterirdischer Versorgungssysteme 66

Maßnahme 2.11.3 Auflegen von Forschungsprojekten zur Aufklärung der konkreten Auswirkungen von Temperaturveränderungen des Grundwassers auf Chemismus und Mikrobiologie in der Modellregion 66

Ziel 2.12: Schutz der Ressource Oberflächengewässer zur langfristigen Sicherung der Bereitstellung von Trink-, Nutz- und Brauchwasser in guter Qualität 66

Maßnahme 2.12.1 Einsatz erosionsmindernder Verfahren zur Bodenbewirtschaftung im Einzugsgebiet von Talsperren 67

Maßnahme 2.12.2 Minimierung des Düngemitteleinsatzes im Einzugsgebiet von Talsperren 67
Maßnahme 2.12.3 Maßnahmen zur Anpassung der Mengen- und Gütebewirtschaftung von Talsperren an höhere Wassertemperaturen..... 67
Maßnahme 2.12.4 Naturnahe Gestaltung der Talsperrenzuläufe..... 68
Maßnahme 2.12.5 Integrierte zeitlich dynamische Mengen- und Gütebewirtschaftung von Talsperren..... 68

Ziel 2.13: Sicherstellung der quantitativen Versorgung mit Trinkwasser..... 68
Maßnahme 2.13.1 Prüfung der Versorgungssicherheit des Wasserversorgungssystems inkl. aller notwendigen Unternehmensbereiche 69
Maßnahme 2.13.2 Minimieren von Verteilungs- bzw. Leitungsverlusten 69
Maßnahme 2.13.3 Installation von stationären und portablen Trinkwasserspendern im Stadtgebiet..... 69
Maßnahme 2.13.4 Änderung des Nutzungsverhaltens der Bevölkerung in Bezug auf Trinkwasser..... 69

Ziel 2.14: Anpassung der technischen Infrastruktur zur Wasserversorgung der Landwirtschaft unter geänderten klimatischen Bedingungen 69
Maßnahme 2.14.1 Erhalt vorhandener landwirtschaftlicher Bewässerungssysteme zum flexiblen Einsatz bei steigendem Bewässerungsbedarf landwirtschaftlicher Flächen..... 69

Ziel 2.15: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung als Instrument zur Unterstützung eines naturnahen Wasserhaushaltes im urbanen Raum und zum Hochwasserschutz 70
Maßnahme 2.15.1 Verstärkte Integration von dezentraler Regenwasserbewirtschaftungstechnik bei Neubau und Rekonstruktion öffentlicher Gebäude..... 70
Maßnahme 2.15.2 Abkopplung von öffentlichen Plätzen, Straßen und Wegen zur Verringerung der hydraulischen Belastung der Kanalisation 70

Ziel 2.16: Erhalt des vorhandenen Entwässerungskomforts bzw. –standards 70
Maßnahme 2.16.1 Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Gefährdung durch Überstau- und/oder Überflutungsereignisse aus dem Kanalsystem 70
Maßnahme 2.16.2 Aufklärung und Beratung zur fachgerechten Installation und Funktionskontrolle von Versickerungsanlagen und Rückstausicherungssystemen..... 71
Maßnahme 2.16.3 Schaffung von Problembewusstsein für Überstau/Überflutung der Kanalisation und Akzeptanz von Maßnahmen bei der derzeitigen und zukünftigen Gruppe der Betroffenen 71

Ziel 2.17: Minimierung von Geruchsbelastungen aus dem Kanalsystem 71
Maßnahme 2.17.1 Erfassung, Analyse von Geruchsbelastungen aus dem Kanalsystem 71

3 Land- und Forstwirtschaft 73

Herausforderungen der Klimaanpassung für die Landwirtschaft 73

Herausforderungen der Klimaanpassung für die Forstwirtschaft 76

Leitbild 77

Handlungsschwerpunkte 79

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft 83

Ziel 3.1: Kompensation veränderter Wasser- und Nährstoffverfügbarkeiten im Vegetationsverlauf zur Sicherung einer hohen Produktivität und der Ökosystemdienstleistungen . 83

Maßnahme 3.1.1 Bewässerung zum Ausgleich von Wasserdefiziten und der Ertrags- und Qualitätssicherung 83

Maßnahme 3.1.2 Anpassung und Erweiterung von Fruchtfolgen 84

Maßnahme 3.1.3 Düngeverfahren an trockenere Bedingungen anpassen, um eine optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen zu gewährleisten 85

Ziel 3.2: Etablierung neuartiger Technologien und Konzepte für die Bewirtschaftung und Finanzierung der damit einhergehenden erhöhten Produktionskosten sichern 85

Maßnahme 3.2.1 Verbesserung der Technik und Kostenminderung durch reduzierte Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat 85

Maßnahme 3.2.2 Entwicklung und Verbesserung von Verfahren zur nutzungseffizienten Düngerapplikation unter Trockenbedingungen und Optimierung (Extensivierung) des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes 86

Maßnahme 3.2.3 Wasser- und energiesparende Beregnungstechnik und –steuerungsverfahren 86

Maßnahme 3.2.4 Weiterentwicklung, Einsatz und Etablierung von Innovationen zur Reduzierung von Bodenverdichtungen (Reifen-, Fahrwerks-, Fahrzeug-, Sensortechnik) 86

Maßnahme 3.2.5 Ausweitung des Ökolandbaus 86

Ziel 3.3: Umsetzung und Etablierung eines Erosionsschutzkonzeptes 87

Maßnahme 3.3.1 Dauerhafte Umsetzung von Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat 87

Maßnahme 3.3.2 Minimierung der Zeitspannen ohne Bodenbedeckung 87

Maßnahme 3.3.3 Wasser- und winderosionsmindernde Flurgestaltung 88

Maßnahme 3.3.4 Einsatz geeigneter Software-tools zur Umsetzung und Etablierung eines Erosionsschutzkonzeptes 88

Ziel 3.4: Umsetzung und Etablierung einer nachhaltigen Humuswirtschaft 88

Maßnahme 3.4.1 Anwendung praktikabler Humusbilanzierungsverfahren 88

Maßnahme 3.4.2 Vermeidung zusätzlichen Humusabbaus durch Einhaltung von Abfuhrgrenzen 89

Maßnahme 3.4.3 Vermeidung eines erhöhten, humusabbaubedingten Austrags von Stickstoff 89

Ziel 3.5: Integrierter Pflanzenschutz 89
Maßnahme 3.5.1 Vorbeugende Maßnahmen 89
Maßnahme 3.5.2 Verfahren des biologischen Pflanzenschutzes weiterentwickeln und anwenden 90
Maßnahme 3.5.3 Anwendung geeigneter Zusatzstoffe bei Trockenheit 90
Maßnahme 3.5.4 Weiterentwicklung von Precision Farming 90
Maßnahme 3.5.5 Intensivierung des Monitorings 90
Maßnahme 3.5.6 Anpassung und Nutzung der Informationsbereitstellungs- und Weiterbildungsangebote 90

Ziel 3.6: Den steigenden Bedarf an biogenen Energieträgern decken 90
Maßnahme 3.6.1 Nutzung von Nebenprodukten (z. B. Getreidestroh), jedoch bei gezielter Einhaltung von Abfuhrgrenzen zur Stabilisierung des Humushaushaltes 91
Maßnahme 3.6.2 Anlage von Kurzumtriebsplantagen (KUP), vor allem auf stark erosionsgefährdeten Flächen 91
Maßnahme 3.6.3 Einführung von Agroforstsystemen 91
Maßnahme 3.6.4 Erhöhung des Ertrags durch Zweitfruchtanbau 91

Ziel 3.7: Anpassung von Anbaustrategien und –verfahren im Obst- und Gemüsebau 91
Maßnahme 3.7.1 Regenschutzüberdachungen bei Süßkirschen etablieren 92
Maßnahme 3.7.2 Hagelschutz für Kernobst und Kulturschutznetze gegen schwer bekämpfbare Schädlinge oder gegen Hagel und Starkregen im Gemüsebau einsetzen 92
Maßnahme 3.7.3 Bewässerung im Obst- und Gemüseanbau abwägen 92
Maßnahme 3.7.4 Förderung von Versicherungslösungen 94

Ziel 3.8: Anpassung von Sortenanbaustrategien des Weinbaus im sächsischen Elbtal 94
Maßnahme 3.8.1 Einsatz moderner Tröpfchenbewässerungssysteme 94
Maßnahme 3.8.2 Veränderung des Sortenspektrums 95
Maßnahme 3.8.3 Erosionsschutz im Weinbau 95

Ziel 3.9: Durch Risikoanalysen besser auf den Klimawandel vorbereitet sein 95
Maßnahme 3.9.1 Risikoanalyse auf Betriebsebene 95
Maßnahme 3.9.2 Ableitung von Handlungsempfehlungen auf regionaler Ebene 95
Maßnahme 3.9.3 Nutzung modellgestützter Klimafolgenszenarien für die Risikoanalyse 97

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung in der Forstwirtschaft 98

Ziel 3.10: Struktur und Baumartenzusammensetzung von Forsten und Wäldern an sich ändernde Standortfaktoren anpassen 98
Maßnahme 3.10.1 Ableitung von standortgerechten Zielzuständen der Waldentwicklung 98
Maßnahme 3.10.2 Anpassung der Bestandsstruktur an sich ändernde Standortsfaktoren – tendenzielle klimatische Trockenheit 98
Maßnahme 3.10.3 Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut von wirtschaftlich bedeutenden Baumarten mit hohem Anpassungspotenzial an regionale Standortveränderungen für die Forstwirtschaft 99

Ziel 3.11: Widerstandspotenzial von Forst- und Waldbiozönosen gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren erhöhen 99

Maßnahme 3.11.1 Monitoring der Aktivierung biotischer Schaderreger und von Einwirkungen abiotischer Schadfaktoren auf Forst- und Waldökosysteme sowie deren Entwicklungsphasen 99

Maßnahme 3.11.2 Abschätzung und räumliche Darstellung der aktuellen und potenziellen Prädisposition von Waldökosystemtypen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren als Grundlage für eine mittel- bis langfristige Risikoprognose 100

Ziel 3.12: Stetigkeit der Wirkungen von Wald für die Stabilität und Funktionalität der Kulturlandschaft 101

Maßnahme 3.12.1 Intensität und Verfahren des Waldumbaus an ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen ausrichten 101

Maßnahme 3.12.2 Ausrichtung der Waldbewirtschaftung auf die Stetigkeit und maximale Ausprägung der Vorrangfunktion auf der Ebene von waldbaulichen Behandlungseinheiten (Beständen) 101

Ziel 3.13: Nachhaltige und stetige Holzproduktion als Beitrag der Forstwirtschaft zum Ersatz von fossilen Energieträgern und Rohstoffen durch Holz.....101

Maßnahme 3.13.1 Holzproduktion nach den Prinzipien des ökologisch orientierten Waldbaus als Leitfunktion für die Forstwirtschaft gestalten 101

Maßnahme 3.13.2 Steigerung der Holzproduktion bei relativ geringer Oszillation des Produktionsniveaus während des gesamten Produktionszyklus.....102

Maßnahme 3.13.3 Durchsetzen einer Low-Input-Strategie der Waldbewirtschaftung 102

Ziel 3.14: Erhalt und Erneuerung des Produktionspotenzials der Waldböden.....103

Maßnahme 3.14.1 Einschränkung von Bodenverlusten durch forstwirtschaftliche Maßnahmen 103

Maßnahme 3.14.2 Sicherstellung ausgeglichener Stoffkreisläufe.....103

Maßnahme 3.14.3 Vermeidung von Nährstoffverlusten durch intensiven Biomasseentzug 104

Ziel 3.15: Konsistenz und Kontinuität waldbaulicher Behandlungskonzepte 104

Maßnahme 3.15.1 Entwicklung und Anwendung von Waldentwicklungstypen (WET) als Kern von regionalen Waldbau-Richtlinien bzw. Konzepten.....104

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung - sektorübergreifend 104

Ziel 3.16: Zielgerichtete Kommunikation und Abstimmung zwischen Planern und Ämtern zur partizipativen Entwicklung von Klimawandelanpassungsstrategien 104

Maßnahme 3.16.1 Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien zur räumlichen Priorisierung von Landnutzungs-/Landbewirtschaftungswandel 105

Maßnahme 3.16.2 Effektivere Einbeziehung fachlicher Planungsgrundlagen bei räumlichen Fragestellungen 105

Maßnahme 3.16.3 Beratung in Fragen der Landnutzung/Landbewirtschaftung sowie Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit bezogen auf Maßnahmen zur Verringerung des Wassererosionsrisikos.....105

Maßnahme 3.16.4 Förderung von Zusammenschlüssen und Beratungsdiensten.....106

Maßnahme 3.16.5 Ermittlung des Bedarfs an Ökosystemdienstleistungen.....106

4 Gewerbliche Wirtschaft 107

Herausforderungen der Klimaanpassung für die gewerbliche Wirtschaft 107

Leitbild 107

Handlungsschwerpunkte 108

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung 108

Ziel 4.1: Sensibilisierung von Unternehmen durch Informationen zur Klimaanpassung 108

Maßnahme 4.1.1 Bereitstellung von Informationsmaterialien für Unternehmen der Modellregion Dresden durch Wissenschaft und Verwaltung 110

Maßnahme 4.1.2 Bereitstellung und Pflege einer aktualisierbaren Maßnahmendatenbank für Unternehmen der Modellregion Dresden 111

Ziel 4.2: Unterstützung von Unternehmen der Modellregion Dresden zur Ableitung ihrer eigenen Klimawandelanpassungsstrategie durch betriebswirtschaftliche Methoden und Instrumente 112

Maßnahme 4.2.1 Formulierung von Leitfäden für Unternehmen der Modellregion Dresden zur Ableitung der eigenen Betroffenheit und möglicher Anpassungsmaßnahmen 112

Maßnahme 4.2.2 Formulierung von Leitfäden für Unternehmen der Modellregion Dresden zur Bewertung der eigenen Betroffenheit und von möglichen Anpassungsmaßnahmen 112

Maßnahme 4.2.3 Bereitstellung möglicher unternehmerischer Anpassungsstrategien für Unternehmen der Modellregion Dresden 113

Maßnahme 4.2.4 Stärkung der Prozessorientierung unternehmerischer Anpassungsstrategien durch Unternehmen der Modellregion Dresden mit Unterstützung des durch die Wissenschaft entwickelten PDCA-Zyklus zur Klimaanpassung 113

Ziel 4.3: Branchenübergreifende Vernetzung zur Anpassung der gewerblichen Wirtschaft an den Klimawandel 114

Maßnahme 4.3.1 Einrichtung einer Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden durch die Verwaltung 114

Maßnahme 4.3.2 Durchführung branchenübergreifender Veranstaltungen für Unternehmen der Modellregion Dresden initiiert durch Wirtschaftsförderung, Verbände, Kammern, sonstige Institutionen und private Beratungsunternehmen 114

Ziel 4.4: Branchenspezifische Vernetzung zur Anpassung an den Klimawandel der gewerblichen Wirtschaft 115

Maßnahme 4.4.1 Durchführung einer Veranstaltung für Unternehmen innerhalb der Branche 115

5 Naturschutz 117

Herausforderungen der Klimaanpassung für den Naturschutz 117

Leitbild 118

Handlungsschwerpunkte 118

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung 119

Ziel 5.1: Vom Klimawandel voraussichtlich besonders betroffene Lebensräume und Populationen ermitteln, räumlich darstellen und ihr Management entsprechend anpassen 119

Maßnahme 5.1.1 Vulnerabilitätsanalysen unter Berücksichtigung naturschutzfachlich relevanter Aspekte erstellen bzw. planerisch umsetzen und für Entscheidungsprozesse nutzen 119

Maßnahme 5.1.2 Klimawandelangepasste Managementpläne für Schutzgebiete erstellen bzw. fortschreiben und zum Schutz von empfindlichen FFH-Lebensräumen und -Arten umsetzen 119

Ziel 5.2: Vom Klimawandel voraussichtlich besonders betroffene wasserabhängige Ökosysteme stabilisieren bzw. revitalisieren 120

Maßnahme 5.2.1 Voraussichtlich besonders betroffene grundwasserabhängige Ökosysteme gezielt stabilisieren 120

Maßnahme 5.2.2 Die Anwendung von Nutzungsalternativen für wiedervernässte Flächen und die Moor-Revitalisierung fördern 121

Ziel 5.3: Zusätzlich zum Klimawandel auftretende Belastungen wasserabhängiger Schutzgebiete und Ökosysteme verringern und Pufferzonen einrichten 121

Maßnahme 5.3.1 Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme durch Maßnahmen zum Erosionsschutz vermindern 121

Maßnahme 5.3.2 Die Voraussetzungen für eine wasserabhängige Ökosysteme nicht beeinträchtigende Nutzung der Grundwasserressourcen schaffen 122

Maßnahme 5.3.3 Schutzgebiete um Pufferzonen erweitern 122

Maßnahme 5.3.4 Innerhalb von FFH-Gebieten wertvolle Bestandteile gegenüber negativen Randeinflüssen abpuffern 122

Ziel 5.4: Die Klimaanpassung besonders empfindlicher Ökosysteme fördern und dabei vorhandene Synergiepotenziale nutzen 123

Maßnahme 5.4.1 Klimasensitive Ökosysteme mit hoher Bedeutung für den Naturschutz und als CO_2-Senke schützen und ihre Klimaschutzfunktion ausbauen 123

Maßnahme 5.4.2 Klimaanpassung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes fördern und mit sonstigen positiven Waldfunktionen kombinieren 123

Ziel 5.5: Biotopverbund zur Klimaanpassung beschleunigt umsetzen und Schutzgebiete gezielt vernetzen 124

Maßnahme 5.5.1 Identifizierte Kernflächen des Biotopverbundes als Basis für eine Gebietskulisse für die Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen planerisch berücksichtigen und entwickeln 124

Maßnahme 5.5.2 Entwicklungsflächen und Trittsteine bereitstellen, entwickeln und in den Biotopverbund einbeziehen 125

Maßnahme 5.5.3 Förderinstrumente praxisorientierter ausgestalten 126

Maßnahme 5.5.4 Die Umsetzung des großräumigen Biotopverbundes auf lokaler Ebene fördern 126

Maßnahme 5.5.5 Urbane Räume in den Biotopverbund einbeziehen 127

Maßnahme 5.5.6 Flurbereinigungsverfahren zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen zum Biotopverbund nutzen 127

Ziel 5.6: Die Durchlässigkeit der Landschaft räumlich zielgerichtet erhöhen 127

Maßnahme 5.6.1 Agrarstrukturelle Vielfalt räumlich zielgerichtet erhöhen 128

Maßnahme 5.6.2 Synergien bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen nutzen 128

Maßnahme 5.6.3 Habitat-Fragmentierung bzw. Flächenverbrauch räumlich gezielt vermindern 129

II ZIELE UND MASSNAHMEN FÜR DIE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL

1 Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude

Herausforderungen der Klimaanpassung für städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude

Die Modellregion Dresden ist in ihrer Siedlungsstruktur gekennzeichnet durch die Großstadt Dresden und eine Vielzahl von Mittel- und Kleinstädten, sowie Siedlungen mit dörflichem Charakter in den ländlichen Räumen. Insbesondere die Städte sind teilweise durch dicht bebaute innerstädtische Quartiere geprägt.

Ein Anstieg der Häufigkeit von Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten wurde in der Vergangenheit beobachtet. Eine weitere Zunahme ist in Zukunft anzunehmen. In Kombination mit steigender Strahlung führt das zu einer **Überwärmung in den Sommermonaten**, insbesondere in den verdichteten Siedlungsgebieten der Region. Die eingeschränkten Austauschbedingungen in der Kessellage im Elbtal verstärken diesen Überwärmungseffekt noch und führen während des Sommers in diesen Siedlungsbereichen zu trockeneren und wärmeren Bedingungen als im Umland. Verstärkend kann eine erhöhte Feinstaubbelastung durch häufigere und längere Trockenperioden hinzukommen. Darüber hinaus kühlt sich in dicht besiedelten Gebieten die Luft in Sommernächten kaum ab. Das gilt besonders für Dresden, aber auch für andere Städte der Modellregion wie Pirna, Meißen oder Riesa. In der Folge können die Aufenthaltsqualität im städtischen Raum und das Wohlbefinden der Bevölkerung beeinträchtigt werden und zu akuten gesundheitlichen Beschwerden, insbesondere von Risikogruppen (Kinder, kranke und alte Menschen), führen. Dies ist besonders in Hinblick auf die flächendeckend in der Modellregion zu erwartende Alterung der Bevölkerung und die projizierte Bevölkerungszunahme in der Stadt Dresden von Bedeutung. Insbesondere in innerstädtischen Wohnquartieren mit einer hohen baulichen Dichte und einem geringen Grünflächenanteil ist mit hitzebedingten Gesundheitsbelastungen der Bewohner zu rechnen. Dies gilt ebenso für Gebäude, die aufgrund ihrer baukonstruktiven Ausgangsbedingungen (z. B. Gebäude in materialsparender Ziegelbauweise der 1950er Jahre), unzureichender Sanierung oder nachträglicher Nutzung der Dachgeschosse, gekoppelt mit unzureichender Klimatisierung der Aufenthaltsräume, hohe Innenraumtemperaturen aufweisen. Ferner weisen Gesundheits- und Bildungsinfrastrukturen (z. B. Seniorenheime, Krankenhäuser, Pflegeheime, Kindergärten, Schulen etc.), die in Überwärmungsgebieten liegen und zugleich über eine ungünstige Bausubstanz verfügen, eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber Überwärmung auf. Zur Erhaltung des Wohlbefindens und zur Reduzierung der gesundheitlichen Risiken sind städtebauliche und freiraumplanerische Maßnahmen notwendig. Vor allem vermag eine starke Durchgrünung der Siedlungsbereiche einen zentralen Beitrag zur Verbesserung des Mikro- und Bioklimas zu leisten. Die Voraussetzungen in der Modellregion Dresden zur Erhaltung und Schaffung grüner Freiflächen sind aufgrund der verschiedenen Trends der demographischen Entwicklung sehr unterschiedlich: Der anhaltende Siedlungsdruck und damit einhergehende Bedarf nach Bauland in der Stadt Dresden einerseits und Schrumpfungstendenzen (Abwanderungen und Sterbeüberschuss) in Randlagen der Modellregion Dresden andererseits, erfordern unterschiedliche Strategien im Umgang mit Flächenpotenzialen. Die Anpassung von Gebäuden an Hitze trägt zur Erhaltung einer hohen Wohn- und Arbeitsqualität in den Städten bei.

Durch die zu erwartende **Temperaturerhöhung im Winterhalbjahr** steht im Gebäudebereich zukünftig ein sinkender Heizbedarf im Winter einem erhöhten Kühlbedarf im Sommer entgegen.

Der zu erwartende **Rückgang der Niederschläge im Sommerhalbjahr** sowie die zu erwartende **Zunahme der potenziellen Verdunstung** lässt eine Destabilisierung des städtischen Bodenwasserhaushaltes und teilweise niedrigere Grundwasserstände im Siedlungsbereich annehmen. Die Zunahme von Häufigkeit und Länge von **Trockenperioden im Sommerhalbjahr** sowie der **vorverlagerte Beginn der Vegetationsperiode** stellen veränderte Standortbedingungen für die städtische Vegetation dar. Das Stadtgrün als wichtiges Element für Anpassungsoptionen kann dabei in seiner Vitalität und damit in seinen Regulationsfunktionen beeinträchtigt werden. Dies, sowie eine aus den wärmeren bzw. längeren Sommern resultierende veränderte, längere bzw. häufigere Nutzung von öffentlichen Grünanlagen, stellen veränderte Rahmenbedingungen für die Ausgestaltung, Pflege und Unterhaltung öffentlicher Grünflächen dar.

Die bereits beobachtete **Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen** führt einerseits zur Zunahme von Hochwasserereignissen v. a. an kleineren Fließgewässern im Siedlungsbereich (Überflutung mit Gewässerbezug). Andererseits treten vermehrt Überstauereignisse in den Kanalnetzen auf (Überflutung ohne Gewässerbezug). Beides kann Menschen

gefährden und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur verursachen. Wild abfließendes Oberflächenwasser kann zudem zu Geröll- und Schlammlawinen führen und dadurch zusätzliche Schäden und Gefährdungen auslösen. Die Möglichkeiten des Hochwasserschutzes am Gewässer sind begrenzt, d. h. nicht für jeden Extremfall sind Schutzvorkehrungen technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll. Ebenso gibt es für die Entwässerungssysteme im Siedlungsbereich Grenzen der Entwässerungssicherheit bzw. des Überflutungsschutzes (Ableitungs-/Stauraumpotenzial der Kanalisation). Entsprechend werden bauliche und freiraumplanerische Maßnahmen für die kurzfristige Speicherung und Ableitung von Oberflächenwasser erforderlich, um Schäden an Gebäuden oder Infrastruktur und Gefahren für die Bevölkerung zu verringern. Im Gebäudebereich sind bau- und haustechnische Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung des Schadensrisikos nötig, um Nutzbarkeit und Werterhaltung zu gewährleisten.

Aufbauend auf regionalplanerischen Vorgaben zur Entwicklung der Siedlungsstruktur und stadtregionaler Freiräume, sind v. a. die Kommunen für die Entwicklung städtebaulicher Strukturen, die angesichts der erwarteten Klimawandelfolgen auch künftig gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse bieten, zuständig. Nicht wenige Klimaanpassungserfordernisse legen Maßnahmen nahe, die an Schnittstellen von klassischen Sektoren der Stadtentwicklung liegen. Dafür sind integrierte Planungs- und Umsetzungsansätze notwendig. Durch die Integration von Anpassungserfordernissen in bestehende Planungs- und Entscheidungsverfahren und damit erprobte Instrumente wird die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen erleichtert. Die Umsetzung einer klimawandelgerechten Siedlungsentwicklung erfordert darüber hinaus auch privates Handeln. So stehen Flächeneigentümer in besonderer Verantwortung für die Erhaltung privaten Grüns als ein wichtiger Baustein städtischer Freiraumsysteme. Im Gebäudebereich wird die erforderliche Eigenvorsorge von der öffentlichen Hand unterstützt und eingefordert.

Die Finanzierung der neuen Aufgaben der Klimaanpassung im Rahmen der Siedlungsentwicklung verlangt angesichts der begrenzten finanziellen Spielräume bei den öffentlichen Ausgaben verschiedene Strategien: Die Notwendigkeit der Anpassung an unterschiedliche Klimafolgen auf der einen Seite und die nur begrenzten Ressourcen zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen auf der anderen Seite erfordern multifunktionale Anpassungsmaßnahmen. Beispielsweise bieten Grünflächen in der Stadt die Möglichkeit, sowohl Abkühlungseffekte zu erzeugen als auch Regenwasser zu versickern und bei Überflutungsereignissen Wasser zurückzuhalten. Damit stellen sie wichtige Anpassungsoptionen an erhöhte Temperaturen sowie geänderte Niederschlagsregimes dar. Durch die Fokussierung auf Maßnahmen, die neben der Klimaanpassung auch weiteren in der Region relevanten Herausforderungen und Zielen der Stadtentwicklung dienen, können Funktionen und damit Förder- und Investitionsmittel gebündelt und mit Mehrwert eingesetzt werden. So dienen öffentliche Grünflächen in Stadterneuerungsgebieten neben der Erholung auch der Schaffung bioklimatischer Ausgleichsräume. Der gezielte Einsatz vorhandener Mittel, z. B. Gelder aus der Umsetzung der naturschutzfachlichen Eingriffsregelung, in Gebiete, wo aus mikroklimatischer Sicht Handlungsbedarfe zur Entsiegelung und zur Verbesserung der Vegetationsstruktur bestehen, eröffnet neue Handlungsspielräume.

Leitbild

„Klimawandelgerechte Siedlungsentwicklung"

In der Modellregion Dresden wird eine klimawandelgerechte Stadt- und Siedlungsentwicklung angestrebt. Diese ist gekennzeichnet durch Siedlungsstrukturen, Freiräume und Gebäude, die gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse und eine hohe Lebensqualität gewährleisten.

Die Städte und Gemeinden in der Modellregion Dresden leisten einen Beitrag zum Klimaschutz. Kompakte Siedlungsstrukturen sind zur Steigerung der Energie- und Infrastruktureffizienz weiterhin anzustreben. Gleichzeitig ist der in Zukunft steigende Bedarf an Grünflächen zur Anpassung an die Klimafolgen im Rahmen zukünftiger Siedlungsstrukturkonzepte zu berücksichtigen. Mit der „doppelten" Innenentwicklung, d. h. einer Verdichtung der Siedlungsbereiche bei der gleichzeitigen Schaffung eines grünen Wohnumfeldes und ökologisch wirksamer Freiräume, kann dem Grundsatz „Innenentwicklung vor Außenentwicklung" auch unter den Herausforderungen des Klimawandels Rechnung getragen werden.

Funktionsfähige städtische Ökosysteme ermöglichen die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Dabei ergeben sich auch Synergien zu anderen Klimaanpassungsbereichen, insbesondere dem Wasserhaushalt und der Wasserwirtschaft sowie dem Naturschutz.

Handlungsschwerpunkte

Konzentration auf den Stadtraum: Die Städte und Gemeinden unserer Region sollten sich bei der Klimaanpassung auf die Gestaltung des Stadtraumes konzentrieren. Die Aufenthaltsqualität im Siedlungsraum wird vom Zusammenspiel verschiedener stadträumlicher Komponenten (u. a. Gebäude, Grünflächen) bestimmt. Angesichts der begrenzten Spielräume, tatsächlich großräumig siedlungsstrukturelle Veränderungen herbeizuführen, bedarf es der Vielfalt, Vielzahl und Kombination freiraumplanerischer und städtebaulicher Ansätze, um eine Verbesserung der mikro- und bioklimatischen Situation im Stadtraum zu erreichen. Quartiersbezogene Ansätze ermöglichen die abgestimmte Umsetzung verschiedener Maßnahmen.

Nutzung der Flächenpotenziale: Die Städte und Gemeinden unserer Region sollten zur Klimaanpassung ihre (Flächen-)Potenziale nutzen. Die bestehenden Siedlungs- bzw. Freiraumstrukturen und die große Menge an Brachflächen in den Siedlungsbereichen werden im Sinne einer freiraumorientierten Siedlungsentwicklung zur Etablierung langfristig tragfähiger Freiraumsysteme genutzt. Zur Umsetzung einer Stadtstruktur im Wechselspiel verdichteter Baustrukturen und einer leistungsfähigen „grünen Infrastruktur" gilt es, besonderes Augenmerk auf die Entwicklungspfade der Brachflächen zu legen. Das vorhandene Potenzial an Brachflächen gilt es einerseits, insbesondere in den Kommunen, die künftig hohe Bedarfe für den Wohnungsneubau haben, für eine bauliche Innenverdichtung zum Erhalt kompakter und damit energieeffizienter Siedlungsstrukturen zu nutzen. Andererseits bergen Brachflächen im Sinne multifunktionaler Freiflächen das Potenzial sowohl zur Verbesserung der klimatischen Situation als auch für den Umgang mit Starkregenereignissen in ihrer Funktion als Rückhalteräume. Es gilt, die freiraumplanerische Nachnutzung von Brachflächen im Sinne einer grünen Infrastruktur in Wert zu setzen.

Umbau des Bestandes: Die Städte und Gemeinden unserer Region sollten sich angesichts der überwiegend geringen Entwicklungsdynamik bei der Klimaanpassung auf den Umbau bestehender Siedlungsstrukturen konzentrieren. Die Städte und Gemeinden der Region verfügen über eine gute Ausstattung mit öffentlichen, aber auch privaten Grünflächen. Hier erfordert der Klimawandel Maßnahmen, welche die klimatische Leistungsfähigkeit öffentlicher Grünflächen erhalten und fördern, so dass diese auch künftig als vielseitige Ausgleichsräume, insbesondere für die Erholung der Stadtbevölkerung zur Verfügung stehen. Um mögliche Risiken für die Bausubstanz, aber auch die Nutzung der Gebäude zu minimieren, müssen Anstrengungen in den Erhalt und die Aufwertung des Gebäudebestands gelenkt werden.

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung

Ziel 1.1: Stadtquartiere und den öffentlichen Raum in Kooperation zwischen öffentlicher Hand und privaten Eigentümern klimawandelangepasst gestalten

Es ist zu erwarten, dass der projizierte Anstieg der durchschnittlichen Temperaturen bei gleichzeitiger Zunahme der Sonnenstunden im Sommerhalbjahr zur Überwärmung dicht bebauter städtischer Gebiete führt. Dies kann das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung in diesen Gebieten beeinträchtigen. Zur Umsetzung einer „doppelten Innenentwicklung", d. h. einer Stadtentwicklung die aufgrund kompakter Siedlungsstrukturen zum Klimaschutz beiträgt, gleichzeitig aber auch Freiflächenpotenziale zur Klimaregulation bereithält, sind kleinräumige Ansätze zur Verdichtung und parallelen Erhöhung des Grünanteils anzustreben. Für eventuell auftretende Zielkonflikte werden auf der Quartiersebene Lösungsansätze erarbeitet.

Da auf die bestehende Flächennutzungsstruktur und die bauliche Dichte von Bestandsquartieren nur wenig Einfluss genommen werden kann, sollte die Erhaltung der Aufenthaltsqualität im Stadtraum insbesondere mit kleinräumig wirksamen, städtebaulichen und freiraumplanerischen Maßnahmen unterstützt werden. Neben der „grünen Infrastruktur" können auch Wasserkreisläufe im Sinne einer „blauen Infrastruktur" bewusst in die Stadtgestaltung einbezogen werden. Durch die passfähige Anwendung und Kombination vielfältiger Maßnahmen auf privatem und öffentlichem Eigentum, die direkt am Gebäude (z. B. Dächer und Fassaden) oder der Gestaltung von (öffentlichen) Aufenthaltsräumen im Freien (z. B. Hinterhöfe, öffentliche Plätze, Verkehrsflächen) ansetzen, können die Städte der Region attraktive Wohn- und Arbeitsorte bleiben. Insbesondere die Umsetzung kleinräumiger Ansätze im unmittelbaren Gebäudeumfeld kann durch privates Engagement befördert werden. Die öffentliche Hand geht dabei mit gutem Beispiel voran und schafft geeignete Rahmenbedingungen und Anreize für das Handeln privater Eigentümer.

Maßnahme 1.1.1 Klimasensitive Siedlungsbereiche im Rahmen der Stadtentwicklung, Stadterneuerung und Stadtplanung berücksichtigen

In urbanen Räumen wird empfohlen, Flächen mit hoher thermischer Belastung zu ermitteln (z. B. im Rahmen von durch die Umwelt-/Stadtplanungsämter durchgeführten oder beauftragten Stadtklimagutachten). Für ein kontinuierliches Monitoring der stadtklimatischen Situation sind der Aufbau und die Pflege meteorologischer Stationsnetze notwendig. Diese können durch die kommunalen Umweltämter oder für die kleineren Kommunen der Modellregion von den entsprechenden Landkreisbehörden oder dem Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) betrieben werden. Auf der Grundlage von Klimafunktionskarten können städtebauliche und freiraumplanerische Anpassungsmaßnahmen gezielt in mikroklimatisch benachteiligten Räumen gefördert werden. Auf der Grundlage von Daten zu Gebieten mit thermischer Belastung, zur Bevölkerungsstruktur und -entwicklung, insbesondere zu deren gesundheitlichem Gefährdungsgrad gegenüber Wärmebelastung, sowie zur Flächennutzung, sollten klimasensitive Siedlungsbereiche ermittelt werden. In diesen Siedlungsbereichen sollte Anpassungsmaßnahmen an Hitzebelastungen Priorität eingeräumt werden. Für eine Berücksichtigung dieser Grundlagenanalysen in Stadtplanungsentscheidungen sollten diese in städtische Geo- bzw. Umweltinformationssysteme eingepflegt werden. Weiterhin sind sie bei der Flächennutzungsplanung, bei der Erteilung von Baugenehmigungen oder bei der Ausweisung von Schwerpunktgebieten der Stadterneuerung, z. B. im Rahmen der Erstellung von Integrierten Stadtentwicklungskonzepten, zu berücksichtigen.

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.1a:** Klimafunktionskarte

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.1b:** Bestimmung klimasensitiver Siedlungsbereiche

Maßnahme 1.1.2 Wirkungszusammenhänge kleinräumiger städtebaulicher und freiraumplanerischer Anpassungsmaßnahmen berücksichtigen

Die für die Modellregion typischen städtebaulichen Strukturen weisen verschiedene mikro- und bioklimatische Eigenschaften auf. Entsprechend unterschiedlich sind die Wirkungen städtebaulicher und freiraumplanerischer Anpassungsmaßnahmen, aber auch weiterer vorgesehener stadtplanerischer Maßnahmen (z. B. Brachenbebauung), auf die klimatische Situation. Auf der Grundlage von mikro- und bioklimatischen Analysen sollen die Stadtstruktur im Ist-Zustand und die Auswirkungen (potenzieller) städtebaulicher und freiraumplanerischer Maßnahmen – vorrangig quartiersbezogen – bewertet werden. Anpassungsmaßnahmen sollten dann entsprechend stadtteilbezogen gebündelt umgesetzt werden.

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.2:** Analyse und Bewertung mikroklimatischer Auswirkungen kleinräumiger städtebaulicher und freiraumplanerischer Maßnahmen

Maßnahme 1.1.3 Anteil unversiegelter Flächen erhöhen

Durch einen hohen Anteil unversiegelter Bodenfläche kann die Speicherung des Niederschlagswassers im Bodenkörper, die Grundwasserneubildung (→ Maßnahme 2.9.2), die mikroklimatische Situation im direkten Gebäudeumfeld und damit die nächtliche Abkühlung im Gebäude verbessert werden. Der weitere Verlust von offenen Bodenflächen im Stadtgebiet ist v. a. durch die Freihaltung von Brachflächen zu reduzieren (→ Maßnahme 1.3.1). Im Baubestand, im öffentlichen Raum und im Rahmen von Neubauvorhaben sollten Maßnahmen zur Reduzierung versiegelter Oberflächen mittels Vorgaben zum Versiegelungsanteil und zur Oberflächengestaltung durch die Bauherren umgesetzt werden. Dies kann bauordnungsrechtlich (Verpflichtung zur wasseraufnahmefähigen Gestaltung von Grundstücksflächennach § 8 Abs. 1 Nr. 1 SächsBO) und bauplanungsrechtlich (z. B über Vorgaben der Baunutzungsverordnung zur Grundflächenzahl) verankert werden. Die Entsiegelung und Begrünung von Hinterhöfen kann durch Anreizprogramme von den Kommunen unterstützt werden. Vorhandene Ansätze wie z. B. die Erhebung gesplitteter Abwassergebühren für abflusswirksame Grundstücks- und Dachflächen

sollten weiter verfolgt werden. Die Entsiegelung langfristig zu erhaltender Freiflächen sollte mit Geldern aus der Umsetzung der Eingriffsregelung unterstützt werden. Für Einzelflächen kann die finanzielle Förderung der Entsiegelung und Begrünung im Rahmen des Landesbrachenprogramms (VwV Brachflächenrevitalisierung, SMI) erfolgen. Eine Fortführung und ggf. Ausweitung des Programms ist zu prüfen

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.3:** Umsetzung freiraumplanerischer Maßnahmen auf Entsiegelungsflächen

Maßnahme 1.1.4 Rückhalte- und Ableitungsmöglichkeiten für Oberflächenwasser in Frei- und Grünflächen schaffen

Zum Umgang mit Hochwasserereignissen an Fließgewässern in Siedlungsgebieten sollten künftig – ergänzend zu den Maßnahmen am Gewässer selbst und auf Grundlage hydrologischer und hydraulischer Modellierungen (→ Maßnahme 2.16.1, → Maßnahmenblatt 2.16.1) – städtebauliche, verkehrsplanerische und freiraumplanerische Maßnahmen integriert betrachtet werden, um im Extremfall eine gefahrlose bzw. schadensarme Ableitung des Oberflächenwassers zu gewährleisten.

In Stadtgebieten, die besonders von Überwärmung und gleichzeitig durch unkontrolliert abfließendes Oberflächenwasser gefährdet sind, sollten integrierte Konzepte erstellt werden, die die Bedarfe und Potenziale gebündelt analysieren und mit geeigneten freiraumplanerischen Maßnahmen adressieren. Freiräume bieten durch ihre vielfältigen Regulationsfunktionen (Versickerung, Wasserrückhalt) gute Voraussetzungen für multifunktionale Maßnahmen. Bestehende und neu zu bauende öffentliche Plätze, Verkehrsflächen und Grünflächen sind bzgl. ihrer Eigenschaften zum Wasserrückhalt und zur temporären Wasserableitung zu ertüchtigen (z. B. Geländemodellierungen, Zonierungen, Materialienwahl, Ausstattung) (→ Maßnahme 2.16.1). Vorgaben dazu können in Bebauungsplänen verankert werden. Durch die Kommunen sollte geprüft werden, inwiefern entsprechende Maßnahmen, beispielsweise zu einer entsprechenden Gestaltung des Straßenraums, auch im Rahmen von Erschließungsverträgen nach § 124 BauGB verankert werden können. Es ist auf eine sichere Gestaltung dieser Flächen (z. B. flache Böschungen und geringe maximale Wasserstände) zu achten, um Unfälle zu vermeiden. Da die Verkehrssicherungspflicht ggf. trotzdem nur eingeschränkt gewährleistet werden kann, sind zusätzlich entsprechende Schutzmaßnahmen (z. B. Hinweisschilder, Absperrungen) vorzusehen.

Sowohl auf konzeptioneller Ebene als auch bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen ist eine Zusammenarbeit von Umwelt-/Stadtplanungsämtern, Entwässerungsbetrieben, Gewässerunterhaltspflichtigen und wissenschaftlichen Einrichtungen der Region zu empfehlen. Die Ausweisung von so genannten oberirdischen Notabflusswegen sollte von den Kommunen in Zusammenarbeit mit den Entwässerungsbetrieben technisch und rechtlich geprüft werden. Begleitend sind Maßnahmen der Sensibilisierung der Akteure zu empfehlen (→ Maßnahme 2.16.1).

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.4:** Multifunktionale Grünflächen

Maßnahme 1.1.5 Regenwasserbewirtschaftung fördern und in die Freiraumgestaltung und -nutzung integrieren

Sommerliche Trockenperioden, aber auch zu erwartende Starkregenereignisse erfordern eine intelligente Bewirtschaftung des anfallenden Regenwassers. Damit können Überlastungen der Kanalisation und Überflutungen vermieden (→ Maßnahme 2.15.1), sowie die Wasserversorgung von Grünflächen und Straßenbäumen (→ Maßnahme 1.4.2) unterstützt werden.

Die Regenwasserbewirtschaftung sollte unter Berücksichtigung der Eignung der lokalen Bodenverhältnisse in Wohn- und Gewerbegebieten (z. B. Mulden-Rigolen-Systeme, bepflanzte Versickerungsmulden) (→ Maßnahme 2.1.1, → Maßnahme 2.15.1, → Maßnahme 2.15.2) durch Bebauungspläne verbindlich vorgeschrieben werden. Bauherren und Grundstückseigentümer sollten über die Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung durch die Kommunen

informiert und fachlich unterstützt werden. Die Anwendung einer in vielen Kommunen der Region bereits üblichen gesplitteten Abwassergebühr sollte beibehalten werden und in allen Kommunen eingeführt werden.

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.5:** Regenwasserbewirtschaftung und Freiraumgestaltung

Maßnahme 1.1.6 Wasserflächen und -elemente in die Gestaltung des öffentlichen Raums und der Grünflächen integrieren

Die Integration offener Wasserflächen und von Wasserspielen in den Stadtraum zur Verbesserung der mikroklimatischen Situation und der Aufenthaltsqualität sollte bauleitplanerisch festgesetzt (§ 9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) sowie bei der Neu- oder Umgestaltung von Plätzen und Grünflächen in Wettbewerbs- und/oder Ausschreibungsunterlagen vorgegeben werden. Es sollte vom Betreiber geprüft werden, ob entsprechende Anlagen aus Grundwasser oder mit vorher gespeichertem Regenwasser gespeist werden können.

Maßnahme 1.1.7 Bauliche Verschattungs- und Abkühlungselemente nutzen

In Ergänzung zur Verschattung durch Pflanzen sind Gebäudeeigentümer angehalten, weitere Maßnahmen zu ergreifen (z. B. Teilverschattung öffentlicher Plätze, Hauswandverschattung, Einsatz von Sonnensegeln). Auch durch die Verdichtung städtebaulicher Strukturen kann Verschattung erzielt werden; dies darf jedoch nicht zu Lasten wohnumfeldnaher Freiräume erfolgen (→ Maßnahme 1.1.9).

Öffentlich zugängliche Trinkwasserbrunnen sollten in Zusammenarbeit mit den lokalen Wasserversorgungsbetrieben errichtet und unterhalten werden (→ Maßnahme 2.13.3). Unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens des öffentlichen Raumes sollte bedarfsorientiert zusätzliche Stadtmöblierung aufgestellt werden. Die Bereitstellung von temporärer Stadtmöblierung (u. a. verschattete Bänke, Verschattungselemente) in frequentierten und ggf. wenig verschatteten Bereichen (u. a. in Fußgängerzonen, an Haltestellen des ÖPNV) könnte das Citymanagement in Kooperation mit Unternehmen (z. B. lokale und regionale Möbelanbieter, Gastronomiebetreiber) anstreben.

Maßnahme 1.1.8 Stadtumbaubedingte Abrissmaßnahmen zur Freiraumentwicklung nutzen

In Kommunen der Region, die aufgrund demographischer Veränderungen dauerhaft mit Wohnungsleerständen rechnen müssen, kann durch kleinteilige Abrissmaßnahmen im Rahmen der Umsetzung des Programms „Stadtumbau Ost" und die sowohl temporäre als auch dauerhafte Freihaltung der Abrissflächen eine Anpassung der Stadtstruktur an den Klimawandel erfolgen, indem wohnortnahe, begrünte Aufenthaltsbereiche geschaffen und die Wiederherstellung von Frisch- und Kaltluftschneisen befördert werden. Diesbezüglich sollten Maßnahmen des Stadtumbaus im Sinne einer gezielten Auflockerung und Arrondierung von Siedlungsstrukturen insbesondere an den Rändern der Siedlungsbereiche umgesetzt werden. Durch die Ausweisung von Stadtumbaugebieten nach § 171a BauGB können gezielt auch Anforderungen der Klimaanpassung umgesetzt werden (SMI 2013, VV Städtebauförderung 2013). Im Rahmen des „Klimapaktes Städte- und Wohnungsbau Sachsen", einer Initiative der Wohnungswirtschaft und der Verbände unter Federführung des SMI, wird Stadtumbau als integratives Instrument zur Umsetzung der Energie- und Klimapolitik gefordert.

Maßnahme 1.1.9 Städtebauliche und freiraumplanerische Anpassungsmaßnahmen auf Quartiersebene bündeln und mit informellen und formellen Instrumenten umsetzen

Im Rahmen der Bebauungsplanung sollten städtebauliche Konzepte umgesetzt werden, die sowohl dichte Baustrukturen als auch umfangreiche Grünflächenanteile und Grünvolumen vorsehen. Zur Umsetzung dichter Baustrukturen sollte geprüft werden, ob von der Möglichkeit der Überschreitung der Obergrenzen für die Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung § 17, Abs.

2 BauNVO Gebrauch gemacht werden kann. Entsprechend dürfen die jeweiligen Obergrenzen der baulichen Entwicklung aus städtebaulichen Gründen überschritten werden, wenn diese Überschreitung ausgeglichen wird, und unter Beachtung, dass die allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse nicht beeinträchtigt und nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt vermieden werden. Durch eine entsprechende Erhöhung des Grünanteils auf den Freiflächen der Baugebiete sollte dieser Ausgleich möglich sein (Wende et al. 2013).

In Bestandsgebieten können im Rahmen der Stadterneuerung unterschiedliche städtebauliche und freiraumplanerische Maßnahmen gefördert werden, z. B. im Zuge der Ausweisung von Stadtumbau- oder Sanierungsgebieten (§ 136 und § 171 BauGB). Die verschiedenen Programme der Städtebauförderung bieten hier Anknüpfungspunkte (SMI 2013) und Finanzierungsmöglichkeiten (VV Städtebauförderung 2013). Den Integrierten Stadtentwicklungskonzepten (INSEK) kommt hier eine besondere Bedeutung zu (SMI 2013) – Klimaanpassung sollte als Thema mit aufgenommen werden. Die Umsetzung entsprechender Maßnahmen erfordert die Bereitstellung von Fördermitteln im Rahmen der Städtebauförderung durch den Bund und den Freistaat Sachsen sowie die Aufnahme der Handlungsoptionen in entsprechende Verwaltungsvorschriften.

➔ **Maßnahmenblatt 1.1.9:** Klimaanpassung im Rahmen der Stadterneuerung

Maßnahme 1.1.10 Privates Engagement im Stadtquartier fördern

Gebäudeeigentümer und -nutzer sollen über die Möglichkeiten kleinräumiger baulicher und freiraumplanerischer Maßnahmen an ihrem Gebäude oder im unmittelbaren Gebäudeumfeld informiert und bei der Umsetzung von Maßnahmen fachlich unterstützt werden. Im Rahmen einer kostenfreien Beratung von Grundstücks- und Gebäudeeigentümern (z. B. finanziert im Rahmen von Programmen der Stadterneuerung), können kleinräumig Potenziale zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität identifiziert und Bewusstsein für eigenverantwortliches Handeln im direkten Umfeld geschaffen werden. Zudem können, ausgehend von Eigentümern, durch Haus- und Grundstücksverwaltungen Informationsveranstaltungen angeboten werden, um Handlungsbedarfe zu kommunizieren.

Die Möglichkeiten zur Kooperation mehrerer Eigentümer in einem Quartier bzw. in der Nachbarschaft sollten dargestellt, unterstützt und befördert werden. So können von Eigentümer-Standort-Gemeinschaften insbesondere freiraumplanerische Maßnahmen (z. B. grundstücksgrenzenübergreifende Begrünung eines Blockinnenbereichs) gemeinsam getragen werden. Mieter sollten verstärkt in die Gestaltung und Pflege des unmittelbaren Wohnumfeldes einbezogen werden.

Ziel 1.2: Freiraumorientierte Siedlungsentwicklung auf öffentlichen und privaten Flächen umsetzen

Eine städtebauliche Entwicklung, die einerseits auf die Erhaltung und Schaffung von Freiräumen und anderseits auf die Verdichtung der Siedlungsbereiche abzielt, schafft die Voraussetzungen für die dauerhafte Bereitstellung ökologischer Leistungen im Siedlungsbereich. Vielfältige, engmaschig verteilte und vernetzte Freiräume in den Siedlungsbereichen ermöglichen die Verbreitung stadtregionaler Kaltluftflüsse und die Bereitstellung bioklimatischer Ausgleichsräume zur Abpufferung des künftig sich noch verstärkenden Wärmeinseleffekts. Städtische Freiraumsysteme orientieren sich auch an den Fließgewässern und stellen im Hochwasserfall Retentionsräume zur schadensarmen Zwischenspeicherung und Ableitung von Hochwasser bereit. Bestehende innerstädtische Freiräume sind zu erhalten, mit randstädtischen Freiräumen zu vernetzen und insbesondere in städtischen Überwärmungsgebieten durch neue Freiräume, v. a. durch die Integration begrünter Brachflächen, dauerhaft zu ergänzen. Die Entwicklung gesamtstädtischer Freiraumsysteme erfordert maßstabs- und damit ebenenübergreifendes Handeln: Eine optimale Ausgestaltung und Vernetzung beginnt bei der Entwicklung stadtregionaler Freiraumbeziehungen und erfordert gleichzeitig Augenmerk für die Ausgestaltung einzelner Freiräume im innerstädtischen Bereich. Eine freiraumorientierte Siedlungsentwicklung sollte dabei gleichermaßen die öffentlichen Freiflächen und den hohen Anteil privater Flächen an städtischen Freiraumsystemen berücksichtigen.

Maßnahme 1.2.1 Bedarfe für die Entwicklung städtischer Freiraumsysteme zur Verbesserung der mikroklimatischen Situation ermitteln

Insbesondere in Siedlungsbereichen, die bisher über eine aus mikroklimatischer Sicht unzureichende Grünausstattung verfügen, gilt es, das Freiraumangebot zu verbessern. Grundlage dafür bieten Daten zu klimasensitiven Bereichen in den Siedlungsgebieten und Klimafunktionskarten (→ Maßnahme 1.1.1, → Maßnahmenblätter 1.1.1.a, 1.1.1.b). Im Rahmen der Landschaftsplanung oder Umweltberichtserstattung sollte zusätzlich das temperaturwirksame Grünvolumen ermittelt werden, um die Potenziale und Defizite des Freiraumsystems für die Klimaregulierung zu erkennen. Darauf aufbauend können im Rahmen der Landschafts- und Flächennutzungsplanung Ziele und Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Freiraumsystems formuliert werden. Dabei soll auf die Erreichbarkeit und Nutzbarkeit der Freiräume durch klimasensible Bevölkerungsgruppen geachtet werden. Für eine angemessene fußläufige bzw. durch ÖPNV gewährleistete Erreichbarkeit von Freiflächen kann mittels Freiraumversorgungsanalysen der mögliche Bedarf an zusätzlichem Freiraum ermitteln werden.

➔ **Maßnahmenblatt 1.2.1:** Ermittlung des temperaturwirksamen Grünvolumens in Siedlungsbereichen

Maßnahme 1.2.2 Kaltluft- und Frischluftversorgung von städtischen Gebieten sichern und verbessern

Insbesondere in den dicht besiedelten Gebieten der Region und in den Siedlungsbereichen im Elbtal sollen im Rahmen stadtregionaler Grün- und Freiraumsysteme Frischluft- und Kaltluftentstehungsgebiete und -schneisen weiterhin freigehalten und, falls möglich, wiederhergestellt sowie klimawirksam ausgestaltet werden. Dabei sollen die unterschiedlichen Wirkungsgrade verschiedener Freiraumtypen, ihre Eignung als Frischluftspender sowie mögliche Barrieren in Leitbahnen beachtet werden. Die Entwicklung einer regionalen Grün- und Freiraumstruktur soll durch kommunenübergreifende Zusammenarbeit und räumliche Planung (Regionalplanung, Flächennutzungsplanung) befördert werden.

➔ **Maßnahmenblatt 1.2.2:** Kaltluft- und Frischluftversorgung

Maßnahme 1.2.3 Kleingärten als wichtige Bestandteile gesamtstädtischer Freiraumsysteme erhalten und weiterentwickeln

Kleingartenanlagen sind ein flächenmäßig großer und wichtiger Bestandteil städtischer Freiraumsysteme. Am Stadtrand, aber auch im Innenbereich, erfüllen sie wichtige klimatische Ausgleichsfunktionen. Die Kleingartenstandorte in den Städten und Gemeinden sind zu erhalten. Die Entwicklung von Kleingartenparks im Sinne einer bedarfsgerechten Weiterentwicklung des Kleingartenbestandes in der Modellregion sollte zu einer besseren Einbindung in gesamtstädtische Freiraumsysteme, zur Schaffung öffentlich zugänglicher und nutzbarer Bereiche sowie zu einer Aufwertung des Vegetationsbestandes (z. B. Großbäume in den gemeinschaftliche genutzten Bereichen) genutzt werden. Die klimatischen Ausgleichsfunktionen sollten in Kleingartenentwicklungskonzepten verankert werden.

Maßnahme 1.2.4 Dachbegrünungen zur Verringerung des Wärmeeintrags in den Stadtkörper, zur Regenwasserspeicherung und zur Reduzierung von Abflussspitzen fördern

Dachbegrünungen erfüllen vielfältige Funktionen, die einen Beitrag zur Klimaanpassung v. a. dicht bebauter Siedlungsbereiche leisten: Sie verringern den Wärmeeintrag in Gebäude und damit in den Stadtkörper und leisten einen Beitrag zum mikroklimatischen Ausgleich. Durch die Abkopplung von Dachflächen von Entwässerungssystemen und der Zwischenspeicherung, Verdunstung und verzögerten Ableitung von Niederschlagswasser können Kanalnetze bei Starkregenereignissen entlastet und gleichzeitig der städtische Wasserhaushalt stabilisiert werden (→ Maßnahme 2.1.1). Bisher ist das Potenzial für Dachbegrünungen noch nicht ausgeschöpft.

Zur Umsetzung wird empfohlen, den Bestand potenziell für eine Dachbegrünung verfügbarer und geeigneter Dachflächen in den Siedlungsgebieten aufzunehmen. Dabei ist die ebenfalls wichtige Eignung für Solaranlagen zu berücksichtigen und ggf. sind gekoppelte Maßnahmen zu empfehlen. Bei Neubauvorhaben sollten die Festsetzungsmöglichkeiten zum Anteil von Dachbegrünungen in Bebauungsplänen, Wettbewerbs- und Vergabeverfahren genutzt werden. Durch die Kommunen kann ergänzend die Erstellung von Gründachsatzungen geprüft werden (nach § 89 Abs. 1, Nr. 6 SächsBO). Dachbegrünungen können weiterhin in Sanierungs- und Stadtumbaugebieten gefördert werden. Ergänzend sollte geprüft werden, ob seitens der Kommunen finanzielle Anreize und fachliche Unterstützung zur Umsetzung von Dachbegrünungen im gesamtstädtischen Gebäudebestand gegeben werden können (z. B. gesplittete Abwassergebühr; Ansel et al. 2011). Die Kommunen selbst gehen als Vorbilder an öffentlichen Gebäuden voran.

Maßnahme 1.2.5 Klimawirksame Grün- und Freiflächen mit informellen und formellen Instrumenten sichern und neu schaffen

Für die Sicherung und Weiterentwicklung des städtischen Freiraumbestandes helfen gesamtstädtische Freiraumsysteme eine übergeordnete Strategie zu definieren und in stadtplanerische Entscheidungen einfließen zu lassen. Strategisch besonders bedeutsame Flächen, z. B. zur Umsetzung gesamtstädtischer Freiraumsysteme, sollten durch ein konsequentes Handeln der öffentlichen Hand gesichert werden (Flächenkauf, Ausweisung von Schutzgebieten). Daneben gilt es, verschiedene weitere Finanzierungsmöglichkeiten einzubeziehen – vom privaten Engagement bis hin zur Prüfung der Nutzung von Geldern aus der Umsetzung der Eingriffsregelung. Die Freihaltung und Schaffung von Grün- und Freiflächen sollte durch die Landschaftsplanung fachlich vorbereitet werden. Dabei sollte auch die Rolle des städtischen Raums für den Biotopverbund berücksichtigt werden (→ Maßnahme 5.5.5). Die Umsetzung kann durch entsprechende Nutzungsdarstellungen und Festsetzungen in den kommunalen Bauleitplänen sichergestellt werden. Durch die Kommunen ist zu prüfen, inwieweit die Festsetzungskategorie des § 5, Abs. 2, Nr. 2c BauGB („Anlagen, Einrichtungen und sonstige Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen") die Umsetzung einer klimawirksamen Flächennutzungsplanung unterstützen können, z. B. durch Ausweisung von „klimawirksamen Grünflächen" oder „Klimakomfortinseln" (im Sinne mikroklimatisch besonders wirksamer und bedeutsamer Grünflächen).

Daneben ermöglichen informelle Grünflächenentwicklungskonzepte eine integrierte und spezifische Betrachtung und Zielformulierung für die Freiraumentwicklung einer Kommune. Klimaanpassungsbelange sollten dort verstärkt mit aufgenommen werden.

➔ **Maßnahmenblatt 1.2.5:** Entwicklung klimawirksamer Freiraumsysteme

Maßnahme 1.2.6 Kleinteilige Begrünung im öffentlichen und privaten Raum mit städtebaulichen Instrumenten, Beratungen und Anreizen fördern

Zur Verringerung des Wärmeeintrages in den Stadtkörper und zur Erweiterung des abkühlend wirkenden Vegetationsbestandes wird empfohlen, das breite Spektrum kleinteiliger Begrünungsmaßnahmen am Gebäude, im direkten Gebäudeumfeld sowie im Stadtraum, d. h. auf Verkehrs-, Platz- und Hofflächen, konsequent umzusetzen. Eine Verringerung von Strahlungsflächen und damit der zusätzlichen Aufheizung des Stadtraums kann durch die Verschattung von befestigten Oberflächen und Baumassen durch Bäume, aber auch den bewussten Einsatz von Gebäudebegrünungen – auf Grundlage einer Prüfung und Herstellung der entsprechend notwendigen bautechnischen Voraussetzungen – erreicht werden. Zur Verbesserung der mikroklimatisch-lufthygienischen Situation und zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität sind – unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer und baukultureller Aspekte – auf Stadtplätzen vermehrt standortgerechte und klimawandelangepasste Großbäume zu pflanzen (→ Maßnahme 1.4.4). Straßenbegleitgrün sollte in Form von alleeartigen Baumreihen unter Beachtung der Hauptwindrichtung und Bebauungsstruktur angepflanzt werden, um einerseits Verschattung und andererseits die Durchlüftung von Straßenräumen zu gewährleisten. Bei der Ge-

staltung bzw. Dimensionierung von Straßenräumen sind die entsprechenden Platzbedarfe für Straßenbäume frühzeitig zu berücksichtigen (→ Maßnahme 1.4.4).

Kleinteilige Begrünungsmaßnahmen sollten umfänglich in Bebauungsplänen verankert werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB). Gegebenenfalls empfiehlt sich eine Untersetzung mit städtebaulichen Geboten (z. B. Pflanzgebot nach § 178 BauGB). Bei Bauvorhaben im Innenbereich nach § 34 BauGB sollte geprüft werden, ob eine Begrünung und Bepflanzung im Einzelfall bauordnungsrechtlich angeordnet werden kann (§§ 8 Abs. 1 Nr. 2 SächsBO, 58 Abs. 1 S. 2 SächsBO). Durch den Gesetzgeber (Freistaat Sachsen) sollte geprüft werden, inwiefern der Umfang der erforderlichen Bepflanzungsmaßnahmen bauordnungsrechtlich konkretisiert werden kann. Im Bestand sollten diese Maßnahmen z. B. durch Sanierungs- oder Stadtumbausatzungen unterstützt werden.

Zur Erhaltung des Vegetationsbestandes, hier v. a. des Großbaumbestandes auf privaten Grundstücken, stellen kommunale Baumschutzsatzungen ein zentrales Instrument dar. Entsprechende landesrechtliche Rahmenbedingungen (§ 19 Abs. 3 SächsNatSchG) sollten diesbezüglich durch den sächsischen Gesetzgeber angepasst werden. Ergänzend sollten Baumpflege- und -fällarbeiten durch Beratungsangebote der Unteren Naturschutzbehörden begleitet werden und ggf. Hinweise zu Alternativen oder Ersatzmaßnahmen gegeben werden.

Zur Umsetzung von Begrünungsmaßnahmen sollte neben dem Einsatz öffentlicher Mittel verstärkt privates Engagement gefordert und gefördert werden (→ Maßnahme 1.1.10).

➔ **Maßnahmenblatt 1.2.6:** Private Unterstützung für Stadtgrün

Ziel 1.3: Potenziale von Brachflächen zur Regulierung von Klimawandelfolgen nutzen

Brachflächen, insbesondere wenn sie unversiegelt sind und bereits unterschiedliche Stadien von Vegetation aufweisen, erfüllen vielfältige ökologische Leistungen, um mit den Auswirkungen erhöhter Durchschnittstemperaturen und eines veränderten Niederschlagsregimes umzugehen. So stellen sie mit ihrem (potenziellen) Vegetationsbestand mikroklimatische Entlastungsräume in der überwärmten Stadt dar. Mit Blick auf den Umgang mit Starkniederschlagsereignissen bieten sie Möglichkeiten der dezentralen Regenwasserversickerung bis hin zur Bereitstellung wenig verletzlicher Flächen im Falle von Überstau- bzw. Überflutungsereignissen. So tragen sie zu einer Entlastung der Kanalisation und der Vermeidung von Schäden an Infrastruktur und Gebäuden bei. Durch die Integration ausgewählter Brachflächen in dauerhafte Freiraumsysteme ist die Vernetzung von Grünflächen, auch im Hinblick auf die Sicherstellung und Verbesserung der Kaltluftzufuhr im Stadtgebiet, zu stärken. Aber auch temporär können Brachflächen wertvolle klimatische Ausgleichsräume bieten. Darüber hinaus kann Vegetation auf Brachflächen sowohl als Kohlenstoffsenke als auch als nachwachsender Rohstoff dienen und damit lokale Energie- und Klimaschutzkonzepte unterstützen. Trotz der in der Region teilräumlich umfangreichen Bedarfe zur Schaffung nachfragegerechten Wohnraums, sollten Brachflächen mit Blick auf die Offenhaltung von Handlungsoptionen und Verfügungsräumen für künftige Entwicklungsbedarfe nicht gänzlich für eine einseitige bauliche Innenentwicklung verwendet werden. Die weiterhin zu fördernde bauliche Nachverdichtung zur Umsetzung des Grundsatzes der Innen- vor Außenentwicklung, zur Vermeidung weiterer Verkehrsemissionen und Flächenausdehnung sowie zur Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung, soll künftig v. a. auf ökologisch weniger bedeutsame Brachflächen gelenkt werden. Die Landschaftsplanung spielt eine zentrale Rolle bei der Bewertung der Potenziale, der Entwicklung entsprechender Leitbilder und Umsetzung der Maßnahmen. Die Stadtplanung befördert aktiv die freiraumplanerische Entwicklung von Brachflächen mit besonderen klimatischen Funktionen.

Maßnahme 1.3.1 Brachflächenbestand in den Siedlungsbereichen bzgl. des ökologischen Potenzials und der Eignung für eine freiraumplanerische Nutzung analysieren und bewerten

Die ökologischen Potenziale der Brachflächen sollten analysiert und mit Blick auf ihre Nutzungspotenziale bewertet werden. Dabei sollten insbesondere ihre Bedeutung für die Kaltluftentstehung und -leitung, die Regulierung des Mikroklimas sowie des Wasserhaushalts, die im Ereignisfall schadensarme Wasserzwischenspeicherung bzw. -ableitung und den Schutz von Pflanzen- und Tierarten sowie ihrer städtischen Lebensräume berücksichtigt werden. Auf dieser

Grundlage kann das Erfordernis zum Erhalt als Freifläche und/oder zur Umsetzung freiraumplanerischer Maßnahmen bewertet werden. Dabei sind insbesondere die gleichrangigen Ziele des Klimaschutzes, der Klimaanpassung und der Innenentwicklung (§ 1 Abs. 5; § 1a Abs. 2, Abs. 5 BauGB), die städtebauliche Sinnfälligkeit und die Verfügbarkeit der Flächen für eine freiraumplanerische Nutzung zu berücksichtigen. Diese Informationen und daraus abgeleitete Entwicklungsbedarfe und -ziele sollten in bestehende oder zu entwickelnde Brachflächenkataster aufgenommen werden (z. B. Zielkategorie „Klimafunktion"). Die Erkenntnisse können darauf aufbauend für planerische Entscheidungen zur Revitalisierung von Brachflächen genutzt werden. Die kommunale Landschaftsplanung kann hierfür sowohl die Grundlagendaten liefern als auch entsprechende Maßnahmen, Ziele und Leitbilder formulieren (z. B. Freiraumsysteme, → Maßnahmenblatt 1.2.5).

➔ **Maßnahmenblatt 1.3.1:** Aufnahme klimatologischer Potenziale in Brachflächenkataster

Maßnahme 1.3.2 Multifunktionale freiraumplanerische Nachnutzungen auf Brachflächen umsetzen

Brachflächen bieten Potenziale für die Erweiterung des Grünvolumens und des Angebotes an grünen Erholungsflächen im Stadtraum. Die gezielte Erhaltung und der Ausbau dieser Potenziale erfordern multifunktionale freiraumplanerische Ansätze, die auch angesichts begrenzter Finanzierungsmöglichkeiten für (öffentliche) Grünflächen ökonomisch tragfähig bzw. rentabel sind und zugleich Aufenthaltsqualität bieten. Mit urbaner Landwirtschaft, urbanem Wald oder Gartenprojekten können Brachen als unversiegelte Freiflächen erhalten werden und der klimatisch wirksame Vegetationsanteil erhöht werden (→ Maßnahmenblatt 1.1.3). Weiterhin stellen diese wenig verletzliche Nutzungen dar, die im Bedarfsfall beispielweise die Speicherung und Ableitung von Oberflächenwasser nach Starkniederschlagsereignissen ermöglichen. Gleichzeitig kann durch solche Ansätze die öffentliche Grünverwaltung entlastet und ggf. Wertschöpfung bei privaten Akteuren erzielt werden. Bei der Entscheidung für die jeweilige Nachnutzungsoption sind naturschutzfachliche Belange zu berücksichtigen. Aufbauend auf gesamtstädtischen Analysen wird empfohlen, die flächenkonkreten Nachnutzungsoptionen einzelfallbezogen anhand der Kriterien stadträumliche Lage, naturschutzfachliche Ausgangssituation, Nutzungswünsche und -bedarfe, physische Voraussetzungen (Größe, Bodenbeschaffenheit, Infrastrukturanbindung) und zeitliche Verfügbarkeit von der zuständigen Verwaltungsstelle (z. B. Umwelt-, Stadtplanungsamt) bzw. einer Brachenkoordinierungsstelle (→ Maßnahme 1.3.3) vorzuschlagen und in Abstimmung mit dem Flächeneigentümer und (potenziellem) Nutzer vorzubereiten bzw. zu unterstützen.

Maßnahme 1.3.3 Freiraumplanerische Brachennutzungen durch eine Brachenkoordinierungsstelle fördern

Die Verwertungsinteressen von Eigentümern für ihre brachgefallenen Grundstücke stehen einer temporären freiraumplanerischen Nutzung und vor allem einer dauerhaften Umwidmung einer Baufläche in eine Grünfläche häufig entgegen. Gezielte Aktivierung und Information zu alternativen Nutzungsmöglichkeiten kann die Mitwirkungsbereitschaft erhöhen.

Die Akzeptanz ungewohnter Grünflächentypen durch die Stadtbewohner und die Aktivierung von potenziellen Flächennutzern kann mit einer gezielten Informations- und Öffentlichkeitsarbeit der Stadtverwaltungen unterstützt werden. Anreize zur Umsetzung der Nutzungsoptionen können durch die aktive Vermittlung von Flächen an potenzielle Nutzer, aber auch Wirtschaftspartner (z. B. biomasseverarbeitende Energieversorger), die Ausschreibung von Wettbewerben, die Förderung von Pilotprojekten und Angebote zur finanziellen und fachlichen Unterstützung geschaffen werden.

Die Federführung für Information, Vermittlung und Beratung sollte bei den zuständigen Ämtern liegen (Stadtplanungs-, Umwelt-, Liegenschaftsamt). Ggf. bietet sich eine ämterübergreifende Brachenkoordinierungsstelle an.

Maßnahme 1.3.4 Freiraumplanerische Nachnutzungen von Brachflächen bau- und eigentumsrechtlich absichern und fördern

Um das Spektrum der vielfältigen ökologischen Leistungen von Brachflächen zu nutzen, sollten freiraumplanerische Nachnutzungsmaßnahmen sowohl auf privaten als auch auf öffentlichen Flächen umgesetzt werden. Dabei können unterschiedliche Regelungsformen und Zeithorizonte angewendet werden.

Bei Vorliegen entsprechender Voraussetzungen sollte die Beräumung ungenutzter Bauten und die Entsiegelung von Flächen zur Beförderung einer freiraumplanerischen Nachnutzung forciert werden (→ Maßnahmenblatt 1.1.3). Dafür sollte stärker das Bauordnungsrecht angewendet werden (§ 58 Abs. 2, S. 2; § 80 S. 1 SächsBO) (BMVBS, BBSR 2009). Weiterhin kann das Rückbau- und Entsiegelungsgebot (§ 179 BauGB) vor dem Hintergrund städtebaulicher Sanierungsmaßnahamen und Stadtumbaumaßnahmen oder dem Vorliegen städtebaulicher Gründe im unbeplanten Innenbereich (Entkopplung in BauGB-Novelle 2013) oder eines entsprechenden Bebauungsplans angewendet werden (BMVBS, BBSR 2009).

Der Abschluss von Gestattungsvereinbarungen zur Regelung der zeitlich begrenzten Nutzung privater oder öffentlicher Grundstücke durch Interessenten sollte von kommunaler Seite unterstützt werden.

Dauerhafte Freiräume sollten zunächst v. a. auf brachgefallenen kommunalen Grundstücken entwickelt werden. Brachflächen, die zur langfristigen Bereitstelllung ökologischer Leistungen dauerhaft in städtische Freiraumsysteme eingebunden werden sollen, müssen bauleitplanerisch dargestellt bzw. festgesetzt werden. Die langfristige Sicherung der Flächen sollte mit Mitteln der öffentlichen Hand unterstützt werden (Flächenkauf).

Größere brachgefallene Gebiete mit mehreren Einzelgrundstücken und ggf. -eigentümern können im Rahmen von Umlegungsverfahren auf Basis eines Bebauungsplanes für eine Wiederbebauung bei gleichzeitiger Erhaltung von Freiflächen im Gebiet selbst entwickelt werden.

Für die Finanzierung von ökologischen Aufwertungsmaßnahmen (Entsiegelung, Pflanzungen) auf Brachflächen, die langfristig gesichert sind, sollte die Verwendung von Geldern aus der Umsetzung der Eingriffsregelung durch die Kommunen geprüft werden (→ Maßnahmenblatt 1.1.3). Für Einzelflächen sollte die finanzielle Förderung der Entsiegelung und Begrünung im Rahmen des Landesbrachenprogramms (VwV Brachflächenrevitalisierung, SMI) geprüft werden. Ebenso können Mittel im Rahmen der Programme der städtebaulichen Erneuerung eingesetzt werden (SMI 2013).

Ziel 1.4: Mikroklimatische Wirksamkeit von öffentlichen Grünflächen und Straßenbäumen erhalten und erweitern

Auf Grünflächen kann es bis zu 4°C kühler sein als im übrigen Stadtraum. Grünflächen und Vegetation, mit ihren bio- und mikroklimatischen Effekten, sind ein zentraler Bestandteil einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung. Insbesondere Stadt- und Straßenbäume erfüllen wichtige klimaregulierende Leistungen zur Erhaltung einer hohen Lebensqualität in Siedlungsgebieten. Die Städte und Gemeinden der Region verfügen bereits heute überwiegend über eine gute Ausstattung mit öffentlichen Grünflächen. Das Stadtgrün ist aber auch den zu erwartenden Klimaveränderungen ausgesetzt und kann somit in der Entfaltung der positiven Wirkungen beeinträchtigt werden. Die Veränderung der Niederschläge, und hier besonders die zu erwartende Frühjahrs-/ Frühsommertrockenheit, beeinträchtigt den Bodenwasserhaushalt. Dies birgt z. B. Risiken für die Vitalität und klimatische Leistungsfähigkeit der Stadtvegetation. Darüber hinaus erhöhen sich mit einem steigenden Nutzungsdruck die Anforderungen an die Gestaltung und Ausstattung von Grünflächen. Die öffentlichen Verwaltungen sollten durch Maßnahmen bzgl. der Ausstattung, Unterhaltung und Nutzung im Grünflächenbestand die Potenziale von Grün zur Regulierung des Mikro- und Bioklimas in der Stadt erhalten und weiter ausbauen.

Maßnahme 1.4.1 Grünflächen klimaangepasst gestalten

Die Stadtvegetation soll an die Anforderungen des Klimawandels, wie Hitze, Trockenheit und die Gefahr von Spätfrösten angepasst werden, damit die positiven klimatologischen Leistungen auch künftig erbracht werden können. So

sollte die Auswahl der Pflanzen im Stadtraum anhand ihrer Toleranz gegenüber Hitze- und Trockenstress und der Anspruchslosigkeit hinsichtlich der extremen Standortbedingungen erfolgen. Angesichts der zu erwartenden Allergenexposition (durch die Ausdehnung der Vegetationsperiode, die vermehrte Pollenfreisetzung durch höhere Temperaturen und eine Änderung der Artenzusammensetzung) und daraus folgender gesundheitlicher Beeinträchtigungen und Gefährdungen sollte bei der Auswahl der Pflanzen nach Möglichkeit auf allergologisch unbedenkliche Arten zurückgegriffen werden (Bergmann et al. 2012).

Mit Blick auf die Nutzbarkeit von öffentlichen Grünflächen v. a. in den nutzungsintensiven Sommermonaten sollte die Eignung der Ausstattungselemente und deren Ausführung sowie die Ergänzung mit neuen Elementen durch die zuständigen Ämter geprüft werden (z. B. beschattete Sitzplätze, geeignete Wegebeläge für Trockenperioden und Starkregenereignisse; Drlik 2010). Bei der Planung neuer bzw. Umgestaltung bestehender städtischer Grünanlagen sollen die Herausforderungen des Klimawandels bereits im Entwurfsprozess sowie in der Konzeption der langfristigen Unterhaltung berücksichtigt werden (z. B. Wettbewerbsvorgaben). Eine klimawandelangepasste Ausstattung kann dabei auch zu einer Senkung der Unterhaltungskosten beitragen.

➔ **Maßnahmenblatt 1.4.1a:** Klimawandelangepasste Pflanzenwahl in Grünflächen

➔ **Maßnahmenblatt 1.4.1b:** Klimawandelangepasste Wegebeläge

Maßnahme 1.4.2 Grünflächen und Straßenbäume klimaangepasst pflegen

Um die Regulationsfähigkeit z. B. von Rasenflächen, aber auch Stadtbäumen in den Sommermonaten zu erhalten, passen die für verantwortlichen kommunalen Stellen ihre Pflegemaßnahmen an die klimawandelbedingten Veränderungen an (z. B. Bewässerung, Rasenschnitt). Die neuen Anforderungen und Maßnahmen werden in Grünpflegewerken, den entsprechenden Vorgaben zur Grünflächenunterhaltung (z. B. Pflegeklassen) und in objektkonkreten Leistungsverzeichnissen verankert. Letztere ermöglichen individuelle Maßnahmen mit Blick auf veränderte Rahmenbedingungen und die spezifischen Nutzungs- und Gestaltungsanforderungen einzelner Grünanlagen.

Eine besondere Herausforderung bei der Unterhaltung von Grünflächen und Straßenbäumen ist bereits heute die Sicherstellung einer ausreichenden Wasserversorgung. Zur Berücksichtigung veränderter Niederschlagsregimes sollten neben der Wahl standortangepasster Pflanzen alternative Bewässerungskonzepte entwickelt werden. Um die Regenwasserspeicherung in Grünflächen zur Erhöhung des Bodenwassereintrags und zur Bevorratung für die Bewässerung in Trockenperioden auszubauen, wird empfohlen, vorhandene und neu anzulegende Grünflächen bzgl. ihrer Potenziale zur (temporären) Regenwasserspeicherung und -versickerung zu analysieren und mit geeigneten Maßnahmen unter Berücksichtigung des Erhalts der Bodenfunktionen zu ertüchtigen (z. B. Bodenmodellierung, Einbringung versickerungsfähiger Bodenschichten). Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung (z. B. Mulden-Rigolen-Systeme, → Maßnahme 1.1.5, → Maßnahmenblatt 1.1.5) sollten künftig verstärkt mit Bewässerungsvorrichtungen z. B. von Großbäumen kombiniert werden (Bennerscheidt, Bosseler 2010). Durch die für die Unterhaltung öffentlicher Grünflächen zuständigen Stellen ist zu prüfen, ob die Anlage von Speichervorrichtungen in der Nähe von oder unter Grünflächen sinnvoll ist, um im Bedarfsfall Regenwasser zur kostengünstigen und ressourcenschonenden Bewässerung nutzen zu können. Dabei sind wirtschaftliche Aspekte, aber auch funktionale und gestalterische Anforderungen zu berücksichtigen. Dazu arbeiten die für die Grünflächenunterhaltung zuständigen kommunalen Stellen eng mit den Entwässerungsbetrieben zusammen. Weiterhin ist zu prüfen ob zur Bewässerung eine Wasserentnahme aus natürlichen Gewässern in der Nähe von Grünanlagen unter Berücksichtigung der ökologischen Verträglichkeit möglich ist.

Maßnahme 1.4.3 Klimawirksame innerstädtische Grünflächen gestalten

Bei der Ausgestaltung städtischer Freiraumsysteme und einzelner Freiräume sollten die unterschiedlichen klimatischen Potenziale der sich in Größe, Lage, Verteilung und Ausstattung unterscheidenden Freiraumtypen berücksichtigt werden. Bereits in Grünflächen, die kleiner als 1 ha sind, kann eine Temperaturabsenkung von 1 °C im Vergleich zur Umgebung festgestellt werden. Je größer eine Fläche, desto stärker ist in der Regel auch die Abkühlungswirkung der Fläche ausgeprägt. Stärker noch als die Größe beeinflussen die Struktur und spezifische Vegetationsausstattung einzelner Freiräume die mikroklimatischen Ausgleichspotenziale. Die Grünflächen sollten dabei so angelegt werden, dass sowohl die Tag- als auch Nachtsituation und deren besondere Anforderungen an das Grün Berücksichtigung finden. Es wird empfohlen, entsprechende Vorgaben zu einer mikroklimatischen Optimierung der Freiraumgestaltung landschafts- und bauleitplanerisch (Grünordnungs-, Bebauungspläne) sowie in Wettbewerbsvorgaben zu verankern.

➔ **Maßnahmenblatt 1.4.3:** Mikroklimatische Optimierung der Freiraumgestaltung

Maßnahme 1.4.4 Straßenbaumbestand sichern, erweitern und anpassen

Straßenbäume leisten durch ihr großes Grünvolumen und ihre Schattenwirkung einen wichtigen Beitrag zur Regulierung des städtischen Mikroklimas. Die Erhaltung und Ausweitung des Bestandes ist ein zentraler Beitrag zu einer klimaangepassten Stadt.

Zur Erfassung und Kontrolle des Wachstums, der Vitalität, des Gesundheitszustandes, der Pflegekosten und des Gefährdungspotenzials des Straßenbaumbestandes, auch unter den Bedingungen des Klimawandels, wird ein entsprechendes Monitoring empfohlen. Bestehende Straßenbaumkataster sollten kontinuierlich genutzt und weiterentwickelt werden.

Der Bestand an Straßenbäumen sollte sukzessive an die sich verändernden Bedingungen in Folge des Klimawandels angepasst werden. Neben der Wahl der Baumarten sind optimale Standorteigenschaften für Neupflanzungen, aber v. a. auch für den Bestand, die zentrale Voraussetzung für einen vitalen Baumbestand unter den Bedingungen des Klimawandels. Bei zukünftigen Straßenbaumpflanzungen sollte der vertikale Luftaustausch zur Minimierung der Schadstoffkonzentrationen gewährleistet sein und die Beschattung von Photovoltaikanlagen an Gebäuden vermieden werden.

Leitlinien zur Sicherung und Erweiterung des Straßenbaumbestandes unter den Bedingungen des Klimawandels sowie Hinweise und Vorgaben zu Baumarten und Standortbedingungen sollten in geeigneten strategischen Instrumenten (z. B. Straßenbaumkonzepten) und Planungshilfen (z. B. Straßenbaumlisten) verankert und kontinuierlich fortgeschrieben werden. Die Vorgaben werden nach Möglichkeit im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung sowie von Planfeststellungverfahren fest- und umgesetzt. Zum Schutz und zur Erhaltung der Straßenbäume sollten kommunale Baumschutzsatzungen als zentrales Element genutzt werden. Zur Finanzierung der Sicherung und Erweiterung des Straßenbaumbestandes müssen neben öffentlichen Mitteln verstärkt alternative Finanzierungsquellen genutzt werden (→ Maßnahmenblatt 1.2.6).

➔ **Maßnahmenblatt 1.4.4:** Anpassung des Straßenbaumbestandes

Ziel 1.5: Private und öffentliche Gebäude für den Klimawandel fit machen

Die Erhöhung der Strahlungsintensität und der Durchschnittstemperaturen sowie die Häufigkeit von Tagen mit extrem hohen Temperaturen erhöhen den Wärmeeintrag in Gebäude. Dies beeinträchtigt die Wohn- und Arbeitsqualität in Gebäuden während der Sommermonate. Die Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen erhöht die Gefahr des direkten Eintrags von Regenwasser ins Gebäude und die Gefahr der Überflutung mit und ohne Gewässerbezug. Hagelereignisse können zu direkten und indirekten Schäden an Gebäuden führen. Die Gefährdungspotenziale sind in der Region unterschiedlich verteilt und relevant. Die in der Region vorkommenden Gebäudetypen weisen spezifische Verletzbarkeiten auf. Zur Erhaltung der Aufenthaltsqualität in Gebäuden, zur Vermeidung von Schäden und Gefahren und damit zur Erhaltung des Wertes von

Gebäuden sind gebäudetypenspezifische bau- und haustechnischen Anpassungsmaßnahmen bei Neubauten und Bestandsgebäuden notwendig. Insbesondere die aufgrund ihres Standortes als vulnerabel charakterisierten Einrichtungen der Gesundheits-, Sozial- und Bildungsinfrastruktur sind durch ggf. auch nachträglich umgesetzte bauliche Maßnahmen an Extremwetterereignisse wie Sommerhitze, Starkregen und Überflutung anzupassen.

Die langfristige Werterhaltung des Gebäudebestandes unter den Folgen des Klimawandels erfordert v. a. Aktivitäten der Eigentümer. Grundlage für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen im Gebäudebereich ist daher die Information und Sensibilisierung von Gebäudeeigentümern und -nutzern zu den Klimafolgen und die Erweiterung der fachlichen Kompetenzen der Akteure der Bauwirtschaft. Die öffentliche Hand sollte über zu erwartende Veränderungen informieren, mit finanzieller Förderung unterstützen und mit entsprechenden rechtlichen Vorgaben und Normen rahmengebend sein. Bei der Umsetzung von baulichen Anpassungsmaßnahmen im Gebäudebestand sind insbesondere Lösungen für den Umgang mit anderen Belangen (z. B. Klimaschutz, Denkmalschutz, Artenschutz) zu entwickeln.

Maßnahme 1.5.1 Wissensgrundlagen zu Klimafolgen im Gebäudebereich und Handlungsmöglichkeiten zur Klimaanpassung zielgruppengerecht vermitteln

Die Akteure der Bauwirtschaft und Gebäudeeigentümer sind aufgefordert, konkrete bau- und haustechnische Anpassungsmaßnahmen gebäudetypenspezifisch umzusetzen. Die Belange der Klimaanpassung im Gebäudebereich sollen weitreichend in die Aus- und Weiterbildung der Baubranche integriert werden. Für die Vorbereitung, Planung und letztlich Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Gebäudebereich spielt eine ganze Reihe von Akteuren eine Rolle (Architekten, Ingenieure und Fachplaner, Stadt- und Landschaftsplaner, Verwaltung und Behörden, Bauherren und Investoren, Ver- und Entsorger). Bewusstseinsbildung und Wissensvermittlung sollte bei besonders relevanten Schlüsselakteuren ansetzen. Die aktiven Akteure der Baubranche (Architekten, Bauingenieure, Handwerksbetriebe, usw.) sollten über ihre Berufsverbände gezielt über die Erfordernisse und Möglichkeiten der Klimaanpassung im Gebäudebereich informiert und weitergebildet werden. Entsprechende Bildungsangebote sollten in die Veranstaltungsprogramme der Ingenieur-, Handwerks-, und Architektenkammern aufgenommen werden. Dabei kann auf die Forschungseinrichtungen der Region zurückgegriffen werden. Von Dritten angebotene Weiterbildungsmodule sollten von den Kammern akkreditiert werden. Durch gezielte Informationsveranstaltungen sollte das Bewusstsein insbesondere von privaten Eigentümern, Hausverwaltungen und Mietern für die Verletzbarkeit der Gebäudesubstanz erhöht werden. Zudem kann dies zu einer langfristigen Akzeptanzerhöhung für notwendige Umbaumaßnahmen am Gebäude führen.

- ➔ **Maßnahmenblatt 1.5.1a:** Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Sommerhitze für Neubauten und Bestandsgebäude
- ➔ **Maßnahmenblatt 1.5.1b:** Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Überflutung für Neubauten und Bestandsgebäude
- ➔ **Maßnahmenblatt 1.5.1c:** Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Starkregen für Neubauten und Bestandsgebäude
- ➔ **Maßnahmenblatt 1.5.1d:** Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Hagel für Neubauten und Bestandsgebäude

Maßnahme 1.5.2 Anpassungserfordernisse und -maßnahmen an Gebäuden in Regelwerke integrieren

Die Einhaltung und Umsetzung der bereits bestehenden Vorgaben in den vorhandenen Regelwerken ist eine Grundvoraussetzung für die Umsetzung klimawandelangepasste Gebäude. Weiterhin sollten neue Anforderungen und relevante Themen in entsprechenden Planungs- und Bemessungsalgorithmen in den betroffenen Normen und Bauvorschriften verankert werden. Auf Grundlage der aktuellen Erkenntnisse über Klimaanpassungsmaßnahmen an Gebäuden werden Empfehlungen zur entsprechenden Weiterentwicklung der allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik durch die Akteure der Bauwirtschaft und die Wissenschaft in entsprechenden Gremien eingebracht.

➔ **Maßnahmenblatt 1.5.2:** Anpassung von Normen und Bauvorschriften

Maßnahme 1.5.3 Rahmenbedingungen schaffen für eine integrierte Betrachtung und Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen an Gebäuden

Das Thema Klimawandel wird im Gebäudebereich bisher stark hinsichtlich der Erfordernisse und Möglichkeiten des Klimaschutzes (Energieeinsparung) diskutiert. Im Rahmen von Gebäudesanierungen sollte das Thema der bau- und haustechnischen Anpassungsmaßnahmen künftig integriert betrachtet werden.

Im Rahmen von Sanierungs-, Modernisierungs-, aber auch Neubauvorhaben sollten bei der Auswahl und Umsetzung der Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich Aspekte der Anpassung an die Folgen des Klimawandels von Anfang an mit betrachtet werden. Beispielsweise sind im Rahmen von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (z B. Wärmedämmung) parallel die Belange des sommerlichen Wärmeschutzes zu berücksichtigen. Bei der Umsetzung entsprechender Maßnahmen ist auf eine Beständigkeit auch unter extremen Klimaphänomenen zu achten. Bei der Planung und Ausführung von (nachträglichen) Klimaschutzmaßnahmen sollte zudem auf eine hohe Bauqualität geachtet werden, um eine Erhöhung der Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber Klimafolgen zu vermeiden (z. B. Installation von Photovoltaik ohne Gefährdung bzw. Beeinträchtigung von Dachabdichtungen). Klimaschutzmaßnahmen am Gebäude sollten weiterhin unter Berücksichtigung des bestehenden Gebäudeumfeldes umgesetzt werden (z. B. Verschattung von Photovoltaikanlagen durch Großbäume ausschließen, um spätere Fällungen zu vermeiden).

Bei der Planung und Umsetzung von baulichen Klimaanpassungs- und -schutzmaßnahmen sind insbesondere die Auswirkungen auf Belange und Ziele des Denkmalschutzes und der Baukultur zu berücksichtigen.

Über die Verankerung des Themas Klimaanpassung im Gebäudebereich in Förderprogrammen bzw. -richtlinien werden Anreize für die Berücksichtigung des Themas und für die integrierte Umsetzung konkreter Maßnahmen gesetzt. So sollte beispielsweise eine Aufnahme von Klimaanpassungsbelangen in die Förderrichtlinie des SMUL und SMWi „Energie und Klimaschutz" und damit in vom Freistaat Sachsen geförderte Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzepte von den zuständigen Ministerien geprüft werden. In den Landesrichtlinien zur Wohnraumförderung sollten ebenso die Belange der Klimaanpassung berücksichtigt werden.

Maßnahme 1.5.4 Verletzbarkeit durch verschiedene Klimafolgen bei der Ausweisung von Neubaustandorten in Prüf- und Genehmigungsverfahren berücksichtigen

Um negative Auswirkungen des Klimawandels auf Neubauten und damit die Notwendigkeit baulicher Anpassungsmaßnahmen zu reduzieren, müssen bereits im Rahmen der Umweltprüfung zur Bauleitplanung in allen Siedlungsbereichen der Modellregion Standorte gezielt auf ihre Verletzbarkeit durch Klimafolgen überprüft werden. Auf unter klimatischen Gesichtspunkten kritisch eingeschätzten Standorten sollten daraufhin Neubauvorhaben, insbesondere für im Hinblick auf Sommerhitze sensible Nutzungen (z. B. Altenheime), nicht oder nur mit Einschränkungen ausgewiesen werden. Es ist zu prüfen, inwiefern durch den Gesetzgeber im Rahmen der SächsBO entsprechende Anforderungen verankert werden können.

In Bebauungsplänen zur Innenentwicklung sollte im Rahmen der Vorprüfung des Einzelfalls (§ 13a Abs. 1, S. 2, Nr. 2 BauGB) Augenmerk auf Klimaanpassungsbelange gerichtet werden. Bei Vorhaben, bei denen eine Vorprüfung aufgrund der geringen Grundstücksfläche (kleiner 20.000 m²) nicht erforderlich ist (§ 13a Abs. 1, S. 2, Nr. 1 BauGB), sind die Klimaanpassungsbelange (§ 1 Abs. 5, S. 2 BauGB) im Rahmen der Abwägung nach § 1 Abs. 7 und § 1a Abs. 5 BauGB zu berücksichtigen.

Bewertungsgrundlagen für die Prüfung von Neubaustandorten im Hinblick auf mögliche Klimafolgen werden von den zuständigen Fachämtern zur Verfügung gestellt. Klimafunktionskarten und Daten zu sensitiven Siedlungsräumen geben Hinweise auf besonders sensitive Gebiete für höhere Sommertemperaturen und Hitzeperioden (→ Maßnahme 1.1.1, → Maßnahmenblätter 1.1.1.a und 1.1.1.b). Für eine Überflutungsprüfung im Rahmen der Bauleitplanung können Modellierungen zu Überflutungen aus der Kanalisation im Falle von Starkregenereignissen herangezogen werden (→ Maßnahme 2.16.1).

Maßnahme 1.5.5 Gebäudeanpassung mit Bauleitplanung, Bauordnung und besonderem Städtebaurecht verbindlich festsetzen und informelle Ansätze zur Umsetzung anwenden

Regelungen für einen klimawandelangepassten Neubau (→ Maßnahme 1.5.1) sollten in Bebauungsplänen festgesetzt werden. Für die Umsetzung von Klimaanpassungsbelangen im Sinne von § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB bei Bauvorhaben im unbeplanten Innenbereich nach § 34 BauGB sollten die Verpflichtungen des Bauordnungsrechts zum Schutz vor klimatischen Beeinträchtigungen genutzt werden (z. B. § 15 SächsBO zum Wärmeschutz). Die Bauherren sollten auf die Verpflichtung zur Einhaltung dieser Vorschriften hingewiesen werden. Zudem sollten durch den Gesetzgeber (Freistaat Sachsen) die rechtlichen Rahmenbedingungen dafür geschaffen werden, dass die Einhaltung der bauordnungsrechtlichen Vorschriften im Rahmen der Genehmigungspraxis besser überprüft werden kann.

Die Möglichkeiten der baurechtlichen Verankerung von Anpassungsmaßnahmen an Bestandsgebäuden sind auf die Förderkulissen der Stadterneuerung beschränkt. Für Bestandsgebiete sollte im Rahmen der Stadterneuerung die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen an und in Gebäuden befördert werden. Vor dem Hintergrund aktueller Förderschwerpunkte sind v. a. Stadtumbaugebiete mit dem Fokus Aufwertung oder Gebiete im Programm „Aktive Stadt- und Ortsteilzentren" geeignet, um entsprechende Maßnahmen finanziell zu unterstützen. Es können auch Sanierungsgebiete zum Zweck der Klimaanpassung ausgewiesen (§ 136 Abs. 2, S. 2, Nr. 1 BauGB) bzw. bestehende Konzepte für bereits festgesetzte Sanierungsgebiete um die Anforderungen der Klimaanpassung im Gebäudebestand ergänzt werden. Zur Finanzierung bedarf es einer entsprechenden finanziellen Ausstattung der Programme der Städtebauförderung von Bund und Land. In Integrierten Stadtentwicklungskonzepten (INSEK) und den jeweiligen Gebietskonzepten sollten bei der Maßnahmenentwicklung Aspekte der Klimaanpassung integriert betrachtet werden (→ Maßnahme 1.1.9).

Ausschreibungs- bzw. Vergabeunterlagen sollten nach Möglichkeit Anforderungen an Anpassungsmaßnahmen bei Bautätigkeiten aufnehmen. Es ist zu prüfen, inwieweit hierzu verbindliche Regelungen seitens der jeweils zuständigen Gesetzgeber getroffen werden können. Die Kommunen sollten bewusst Vorbildwirkung an ihren eigenen Gebäuden schaffen. Neben den formellen Instrumenten sollten verstärkt Beratungsangebote eingesetzt werden, um Bauherren und Eigentümer über die Anpassungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten zu informieren.

2 Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

Der vom Wasserkreislauf geprägte Wasserhaushalt bestimmt als Querschnittsfaktor nicht nur das Aufgabenfeld der Wasserwirtschaft, sondern auch die Verfügbarkeit der Lebens- und Wirtschaftsgrundlage Wasser für alle anderen identifizierten Handlungsfelder. Im Gegenzug wirken Landnutzungen auf den Wasserkreislauf. Infolgedessen gibt es enge Querverbindungen zwischen dem Handlungsfeld Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft und insbesondere den Handlungsfeldern Städtebau und Landwirtschaft. Aussagen und Anpassungsmaßnahmen mit Bezügen zu wasserwirtschftlichen Themen finden sich daher oft auch in den benachbarten Themen. In diesem Kapitel werden die betreffenden Maßnahmen erwähnt und durch Querverweise kenntlich gemacht.

Herausforderungen der Klimaanpassung für aquatische Ökosysteme, das Management von Wasserressourcen und durch erhöhtes Hochwasserrisiko

Für die Modellregion Dresden ist zu erwarten, dass sich die Auswirkungen des Klimawandels in Veränderungen im regionalen Wasserhaushalt und in einer Verstärkung von Extremereignissen wie Hochwasser und Trockenperioden zeigen. Sie beeinflussen damit die aquatischen und wasserabhängigen (Land-)Ökosysteme und wirken sich auf die Nutzbarkeit der Ressource Wasser ebenso aus wie auf die Wasserversorgung und die Abwasserentsorgung.

Sich verändernde Klimabedingungen in unserer Region beeinflussen nicht nur die Niederschlagsmengen und deren Jahresverteilung, sondern insgesamt die Ausprägung des ruralen und urbanen Wasserhaushaltes. Auch die mengenmäßigen Anteile am Niederschlag, die flächig zurückgehalten werden, verdunsten oder versickern, ändern sich. Infolge dessen kommt es auch zu Änderungen der ober- und unterirdischen Wasservorräte und der Abflussgrößen in den Fließgewässern.

Der erkennbare Trend zu häufigeren und längeren Trockenperioden in Frühjahr und Sommer erfordert eine Stärkung und ggf. Bemessung der Wasservorräte, um als Puffer für Dürreperioden wirksam zu werden. Das häufigere Auftreten von Starkniederschlägen ist verbunden mit der Dominanz schneller Abflusskomponenten, einhergehend mit einer erhöhten Hochwassergefahr und geringeren Abflüssen in den langsam wirkenden Abflussanteilen.

Die Gewässerökosysteme mit ihren jeweiligen wasserabhängigen Landökosystemen sind zugleich Aufenthalts-, Ausbreitungs- und Vernetzungsraum für viele Organismen. Die im Zusammenhang mit dem Klimawandel projizierten Veränderungen der Temperatur und der Niederschlagsverteilung haben einen direkten Einfluss auf Hydrologie, Chemismus und Struktur von Oberflächengewässern und das Grundwasser und damit auch auf die davon abhängigen Lebensgemeinschaften in und an diesen Gewässern.

In der Modellregion Dresden werden die Folgen der klimatischen Änderungen je nach Höhenlage (Mittelgebirgsregion, Flachland), Einzugsgebietscharakteristik (Größe, Geologie, Landnutzung, Zeitpunkt der Schneeschmelze…) und hydromorphologischen Kenngrößen (Abfluss und Abflussdynamik, Durchgängigkeit, Breiten- und Tiefenvariation, Struktur der Uferzone etc.) differieren. So verdeutlichen Auswertungen der Zusammenhänge zwischen Klima und Wassertemperaturdaten für Oberflächengewässer des LfULG, dass eine Temperaturerhöhung in der Mehrzahl der Fließgewässer zu erwarten ist. Die projizierten Anstiege der Wassertemperatur, ausgehend vom Zeitraum 1971-2000 bis zum Projektionszeitraum 2041-2060, streuen in einem Bereich von +0,21 K (Höhenlagen Erzgebirgskamm, Erzgebirgisches Becken) bis zu + 1,56 K (Unterläufe größerer Flüsse z. B. Vereinigte Mulde) (Schneider et al. 2011).

Auch wenn bezüglich der räumlich konkreten Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Gewässerökosysteme große Unsicherheiten bestehen, kann mit Gewissheit eine Randbedingung für die Bewirtschaftung von Gewässern festgehalten werden: An allen Oberflächengewässern ist der Klimawandel einer von vielen anderen bereits wirkenden anthropogenen Faktoren wie v. a. technischer Gewässerausbau, intensive landwirtschaftliche Nutzung und Flächenversieglung.

Gewässer, die bereits heute in einem schlechten ökologischen Zustand sind, werden die zusätzlichen Stressbedingungen durch erhöhte Wassertemperaturen, Niedrigwasserabflüsse, periodische Sedimenteinträge etc. weniger gut ertragen. In der Modellregion Dresden erreichen derzeit ca. 96 % der Fließgewässer den guten ökologischen Zustand, wie ihn die EG-WRRL definiert, nicht. Alle Standgewässer in der Modellregion sind erheblich verändert, jedoch weisen sie in der Mehrzahl ein gutes ökologisches Potenzial entsprechend den Zielen der EG-WRRL auf.

Auch das Grundwasser stellt einen eigenen Lebensraum mit charakteristischer Biozönose dar. Es ist davon auszugehen, dass sich in Bereichen mit niedrigen Flurabständen bei einer zukünftigen durchschnittlichen Erhöhung der Lufttemperatur der Erwärmungseffekt im Grundwasser zumindest

lokal verstärkt und sich ggf. mit den anthropogen bedingten Wärmeeinträgen überlagert. Bekannt ist, dass mit steigender Temperatur die biologische Aktivität der Mikroorganismen zunimmt und sich somit deren Reinigungsleistung für kontaminierte Grundwasserleiter verbessert. Hinsichtlich der tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebewesen im Grundwasserleiter können bisher keine gesicherten Angaben gemacht werden.

Wassermenge und Wasserqualität charakterisieren die Nutzbarkeit der Ressourcen Oberflächen- und Grundwasser. Beide Eigenschaften sind abhängig von klimatischen Randbedingungen und reagieren daher auf geänderte Temperaturen und eine geänderte Niederschlagsverteilung. Die Elbe, der Elbtalaquifer und die Talsperrensysteme bilden die Grundlage für die Wasserversorgung in der Modellregion Dresden.

Aufgrund der Ergebnisse der bisher betrachteten Szenarien A1B (mittel) zur Grundwasserneubildung ist mit einer Zunahme der Amplitude des Grundwasserstands und damit mit einer dynamischeren Änderung des Grundwasserspeicherinhalts zu rechnen. In den Grundwasserneubildungsberechnungen für das genannte Szenario zeichnet sich ab, dass vor allem die teilweise sehr hohen Niederschlagsmengen in den Winterhalbjahren die jährlichen Neubildungsraten bestimmen. In den Sommermonaten hingegen wird wie auch im Ist-Zustand überwiegend mit langen Trockenperioden zu rechnen sein, in denen keine oder nur geringe Neubildungsprozesse stattfinden. Für das Grundwasser als Ressource ergeben sich damit einerseits Schutzanforderungen bei Niedrigwassersituationen im Sommer und andererseits das Erfordernis von Abwehrmaßnahmen gegen hohes Grundwasser im Winter.

Für das Grundwasser gilt ebenso wie für die Oberflächengewässer, dass der Klimawandel eine zusätzliche Belastung zu anderen, ohnehin schon wirkenden Stressoren wie Stoffeinträgen (z. B. Nährstoffe, Schadstoffe) oder Wärmeeinleitungen (z. B. Geothermie) darstellt. Grundwasserkörper, die bereits heute in einem schlechten Zustand sind, werden für klimabedingte zusätzliche Belastungen und Verschlechterungen anfälliger sein.

Bewertet man den derzeitigen Zustand der Grundwasserkörper auf Basis der Systematik der EG-WRRL, wird auch hier deutlicher Handlungsbedarf insbesondere in Bezug auf den chemischen Zustand ersichtlich. Der chemische Zustand von 16 der 31 Grundwasserkörper (= 68 % der Fläche) ist als schlecht einzustufen. Hinsichtlich des mengenmäßigen Zustandes ist lediglich ein Grundwasserkörper als schlecht einzustufen.

In den Oberflächengewässern und deren Zuflüssen ist mit einer ansteigenden Variabilität hinsichtlich der Wassermenge und der stofflichen Beschaffenheit zu rechnen. Neben den natürlichen Gewässern sind u. a. auch die Talsperrensyteme in der Modellregion Dresden betroffen. Diese stellen – neben der Funktion des Hochwasserschutzes – eine wichtige Grundlage für die Trinkwasserversorgung dar. Für die Stadt Dresden liegt der Anteil des verwendeten Talsperrenwassers für die Trinkwasseraufbereitung bei etwa 54 %. Aufgrund der in den letzten Jahren stetig wachsenden Bedeutung von Nutzungs- und Klimaänderungen für die Bewirtschaftung von Talsperren, ist der Einfluss verschiedener Wandelprozesse bereits jetzt fester Bestandteil der Bewirtschaftungsstrategie. Hierzu zählt z. B. der zunehmende Einfluss von Starkniederschlägen oder ausgedehnten Trockenperioden. Hinsichtlich der Rohwasserzusammensetzung ist sowohl mit lang- als auch mit kurzfristigen Veränderungen aufgrund von Wandelprozessen zu rechnen.

Die technischen Systeme der Trinkwasseraufbereitung und der Trinkwasserverteilung besitzen im Hinblick auf klimawandelbedingte Änderungen bereits eine gewisse Robustheit. Wie auch für die Talsperren selbst sind Anpassungsmaßnahmen im Talsperreneinzugsgebiet einschließlich der nachhaltigen Bewirtschaftung der Talsperrenzuflüsse von grundlegender Bedeutung für die Systeme der Trinkwasseraufbereitung und -verteilung. Ein deutlich höherer Handlungsbedarf ergibt sich für die Systeme des Abwassertransportes (Kanalsysteme). Die projizierte Zunahme von Starkniederschlägen kann einen Gefährdungsanstieg hinsichtlich lokaler Überflutungs- und Kanalrückstauereignisse zur Folge haben. Der Umgang bzw. die schadfreie Ableitung von Niederschlagswasser ist im Hinblick auf die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels eine der zentralen Herausforderungen für die Abwasserentsorger.

Als mindestens ebenso bedeutend wie die unmittelbaren Klimawandelfolgen werden die mittelbaren, sekundären Folgen des Klimawandels auf Oberflächengewässer und Grundwasserkörper gesehen, die erst durch Anpassungs- oder Klimaschutzmaßnahmen verursacht werden. Beispiele sind die Häufung von Abschlägen aus Mischwasserkanalisationen bei zunehmenden Starkniederschlägen, der großflächige Anbau von Bioenergiepflanzen mit ihren Folgen für die Bodenerosion und Schadstoffeinträgen in Oberflächen- und Grundwasser.

Leitbild

In der Modellregion Dresden wird die Robustheit der Gewässer und technischen Systeme der Siedlungswasserwirtschaft gegenüber den Folgen des Klimawandels durch eine naturnahe Gewässerbewirtschaftung und eine flexibel auf unterschiedliche Wasserdargebote und -nachfragen reagierende Wasserwirtschaft gestärkt. Gesellschaftliche und politische Wandelprozesse (z. B. demographischer Wandel, europäische Förderpolitik) werden in die Analyse der Anpassungserfordernisse der Managementsysteme der Wasserwirtschaft einbezogen. Primäres Ziel hierbei ist die Sicherung der Funktion von Gewässersystemen als quantitative und qualitative Lebensgrundlage für eine Vielzahl ökologischer und ökonomischer Prozesse, als Wasserressource und als Erholungs- bzw. Freizeitraum.

Von besonderer Bedeutung in der Modellregion Dresden ist der Umgang mit sich ändernden Risiken infolge klimatischer Extremereignisse sowie mit Unsicherheiten. Im gesellschaftlichen Wandel sind vor allem Prozesse zu beachten, die in ihren Einflüssen auf die Nutzung der Gewässer sowohl verstärkend als auch gegenläufig wirken können. Dies sind z. B. ein verringerter Wasserbedarf infolge der demographischen Alterung oder sich ändernde Bedürfnisse in der Bereitstellung land- und forstwirtschaftlicher Produkte für die Energieerzeugung.

Handlungsschwerpunkte

Vor dem Hintergrund sich ändernder Wasserhaushaltsgrößen im Zuge des Klimawandels ist die **Stabilisierung des ruralen und urbanen Wasserhaushaltes** eine der Leitprinzipien für die Anpassung an den Klimawandel. Sowohl im urbanen als auch im ruralen Raum ist es im Zuge der Landnutzung und der fortschreitenden Besiedelung zu einem umfangreichen Wirkungsgeflecht zwischen natürlichen und anthropogenen Kompartimenten des Wasserhaushalts gekommen. Ansätze für die Stabilisierung des Wasserhaushaltes vor dem Hintergrund zusätzlicher klimatisch bedingter Veränderungen sind die Verminderung der Entstehung von Oberflächenabfluss im Einzugsgebiet, der verstärkte Rückhalt von Wasser im Boden, am Gewässerlauf und in Feuchtgebieten sowie die Förderung der Grundwasserneubildung.

Die Maßnahmen in den folgenden Handlungsschwerpunkten bewirken letztlich in ihrer Gesamtheit die Stabilisierung des ruralen und urbanen Wasserhaushaltes.

Oberflächengewässer und Grundwasser sind **aquatische Ökosysteme** unserer Region. Sie stellen Lebens-, Ausbreitungs- und Vernetzungsraum für aquatische und wasserabhängige Tiere und Pflanzen dar. Um diese Funktionen auch unter geänderten klimatischen Bedingungen aufrechtzuerhalten, sind ihre Fähigkeiten zur Selbstregulation und -regeneration zu stabilisieren und zu stärken. Für die Oberflächengewässer setzen die europaweit einheitlich geregelten Zielvorgaben der Wasserrahmenrichtlinie bereits die richtigen Handlungsschwerpunkte. Der „gute ökologische und chemische Zustand der Oberflächengewässer", das „gute ökologische Potenzial und ein guter chemischer Zustand bei erheblich veränderten oder künstlichen Gewässern" sowie das „Verschlechterungsverbot" sind Ziele, die auch unter den neuen Herausforderungen des Klimawandels in der Modellregion Dresden in den angestrebten Zeiträumen anzustreben sind. Diese Ziele müssen auch für „kleine" Gewässer erreicht werden, die nicht zu den Berichtsgewässern nach EG-WRRL gehören, weil ihre Einzugsgebiete kleiner als zehn Hektar sind, denn gerade bei diesen Gewässern werden die Folgen des Klimawandels auf die aquatischen Ökosysteme besonders spürbar sein. Auch für das Grundwasser sind die bereits politisch beschlossenen Ziele der EG-WRRL und der Grundwasser-Tochterrichtlinie (2006/118/EG) Maßstab für Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung. Dazu gehören das Erreichen des guten mengenmäßigen und chemischen Zustands, die Umkehr signifikanter Belastungstrends sowie das Verschlechterungsverbot.

Zur Verbesserung der Resilienz von Oberflächenwasser- und Grundwasserkörpern gegenüber Klimaänderungen sollten verschiedene Ansätze gleichwertig und parallel verfolgt werden:

Die Oberflächengewässer und das Grundwasser sollten von anderen Stressoren befreit werden, sodass die Wirkungen des Klimawandels vom Gewässer selbst durch die ökosystemeigene Resilienz besser abgepuffert werden können (z. B. Verminderung des Eintrags erodierten Bodens in die Fließgewässer, Verminderung des Eintrags von Nähr- und Schadstoffen sowie Wärme in das Grundwasser, Verminderung von Grundwasserentnahmen).

Außerdem sollte den möglichen Folgen des Klimawandels durch strukturelle Maßnahmen direkt in und an den Oberflächengewässern entgegengewirkt werden (z. B. Verminderung der Erwärmung kleinerer Gewässer durch Schaffen von Beschattungen in den Gewässerrandstreifen). Für die ange-

strebte positive Wirkung ist es notwendig, dass die Gewässerunterhaltung abgesichert ist, um eventuelle Probleme verschiedener Nutzungsansprüche zu vermeiden.

Für aquatische und semiaquatische Organismen in und an Oberflächengewässern sollten zudem geeignete Rückzugs-, Wanderungs- und Wiederbesiedlungsstrukturen erhalten bzw. geschaffen werden, um deren Resilienz in Extremereignissen zu stärken (z. B. Erhalt bzw. Schaffen von Stillgewässern mit größeren Wassertiefen im Nebenschluss von Fließgewässern, Herstellen der Durchgängigkeit).

Oberflächengewässer und Grundwasser sind **als Ressource** für die sichere Versorgung mit Trink- und Brauchwasser in der Modellregion Dresden unerlässlich. Die bereits genannten Handlungsschwerpunkte zur Aufrechterhaltung der Funktionen aquatischer Ökosysteme sind auch für die Verfügbarkeit von Trink- und Brauchwasser von Bedeutung. Darüber hinaus sind langfristig angelegte Maßnahmen zum Sichern der Nutzbarkeit eines qualitativ und quantitativ ausreichenden Wasserdargebotes und Reduzieren unnötiger Inanspruchnahme des Wasserdargebotes notwendig.

Neben den erwarteten langfristigen klimawandelbedingten (Trend-)Veränderungen (z. B. Lufttemperatur), erfordert insbesondere das vermehrte Auftreten von Extremereignissen wie Hitzeperioden und Starkniederschlägen die Entwicklung von Anpassungsstrategien der **technischen Systeme der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung**.

Für die Sicherstellung der Versorgung mit Trinkwasser in ausreichender Menge und guter Qualität ist es notwendig, den technischen Standard bei Neuinstallationen oder Modernisierungen aufrecht zu erhalten bzw. anzupassen und die Auswirkungen von Wandelprozessen in die Planung stärker zu integrieren. Die für die Trinkwasseraufbereitung verwendeten Oberflächen- und Grundwasserressourcen sind zu schützen und die Wasserversorgungskonzepte sind hinsichtlich der Versorgungssicherheit mit Trinkwasser während langanhaltender Hitzeperioden zu überprüfen. Von grundlegender Bedeutung für die Aufrechterhaltung des Entwässerungskomforts und die Minimierung von lokalen Überflutungen im urbanen Bereich ist die Verringerung der Flächenversiegelung.

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung

Ziel 2.1: Langfristige Sicherstellung eines naturnahen Wasserhaushalts im ruralen Raum und naturnahe Bewirtschaftung der Niederschläge im urbanen Raum

Die Erhöhung der Temperatur und die Veränderung der Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf wirken sich auf die verfügbare Wassermenge und saisonale Verteilung des Wassers aus. In der Modellregion Dresden sollen deshalb die natürlichen Speicherkomponenten im Wasserhaushalt - wie z. B. in Bodenwasser, im Grundwasser oder in Standgewässern im Seitenschluss von Fließgewässern - gestärkt werden, um eine ausgleichende Wirkung auf zunehmende und länger anhaltende Trockenperioden zu erzielen. Der Anteil der versiegelten Flächen in der Modellregion Dresden ist möglichst gering zu halten. Für die urban genutzten, (teil)versiegelten Flächen ist ein naturnaher, dem Gebietstyp entsprechender Wasserhaushalt anzustreben.

Maßnahme 2.1.1 Förderung einer naturnahen Niederschlagswasserbewirtschaftung im urbanen Raum

Für die konsequente dezentrale Rückhaltung von Niederschlagswasser vor Ort, den Erhalt oder die Schaffung von Verdunstungsmöglichkeiten, die Versickerung von Teilen des gesammelten Wassers und nicht zuletzt für die gedrosselte, schadlose Ableitung des verbleibenden Wassers in Gewässern statt der Kanalisation sind erprobte technische und freiraumgestaltende Systeme vorzusehen. Nicht zuletzt sollten auch im Bestand Entsiegelungspotenziale zur Wiederherstellung eines naturnahen, gebietstypischen Wasserhaushaltes durch entsprechende Systeme genutzt werden. Die Maßnahmen werden im → Kapitel II.1 sowie im → Ziel 2.15 (Schutz der Ressource Oberflächengewässer zur langfristigen Sicherung der Bereitstellung von Trink-, Nutz- und Brauchwasser in guter Qualität) beschrieben.

Maßnahme 2.1.2 Sicherung eines naturnahen Wasserhaushaltes im ruralen Raum

Im ruralen Raum sollen eine gebietsangepasste Art der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung sowie der Schutz vorhandener bzw. die Wiederherstellung naturfern verbauter, trockengefallener oder devastierter Feuchtgebiete (z. B. Quellgebiete, Moore, Sümpfe, Fluss- und Bachauen, Teiche, Wälder auf

nassen Standorten) einen gebietstypischen Wasserhaushalt im Einzugsgebiet sicherstellen. Gerade im ländlichen Raum sollen schnelle oberirdische Abflusskomponenten vermindert und dadurch die Hochwassergefahren aus kleinen Einzugsgebieten reduziert werden. Die Maßnahmen werden im → Kapitel II.3 sowie → Kapitel II.5 beschrieben.

Maßnahme 2.1.3 Verbesserung der Rückhaltepotenziale von Fließgewässern und deren Vorländern

Entlang der Fließgewässer werden im urbanen und ruralen Raum in Abstimmung mit den lokalen Landnutzern Nutzungsformen gewählt, die eine wiederkehrende Überflutung ermöglichen und den Rückhalt von Wasser begünstigen. Natürliche und naturnahe Gewässer mit gewässertypischem Bewuchs und Auenbereichen „bremsen" den Abfluss und bewirken damit die sogenannte Fließretention im Gewässer bei Hochwasserereignissen geringer Jährlichkeit. Insbesondere im urbanen – aber durchaus auch im ruralen – Raum müssen die Gewässer dafür ausreichend Raum erhalten. Die Maßnahmen werden im → Kapitel II.1 sowie im → Ziel 2.5 (Sichern einer guten hydromorphologischen Ausprägung aller Fließgewässer zur Stärkung ihrer Resilienz gegenüber extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser)), im → Ziel 2.7 (Verminderung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer, um ein hohes Selbstreinigungspotenzial auch bei extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser) aufrechtzuerhalten), insbesondere → Maßnahme 2.7.2 (Freihaltung bzw. angepasste Landnutzung von Gewässerrandstreifen) beschrieben.

Maßnahme 2.1.4 Weitergehende Forschung zu Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt in der Modellregion Dresden

Die flächendeckende Bereitstellung belastbarer Wasserhaushaltsdaten für die Modellregion Dresden ist Voraussetzung für die Empfehlung von Bewirtschaftungsmaßnahmen und für die Formulierung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Der Freistaat Sachsen sollte die erfolgreichen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum Aufbau komplexer Wasserhaushaltsmodelle zur Beurteilung der Entwicklung von Menge und Beschaffenheit von Grund- und Oberflächenwasser fortführen (z. B. KliWES, Auswertung und Darstellung der Zusammenhänge zwischen Klima- und Wassertemperaturdaten in Oberflächengewässern). Zudem gilt es, die Möglichkeiten von Monitoring-Systemen zu nutzen.

Ziel 2.2: Anpassung der Bewirtschaftungsvorgaben für Gewässerökosysteme an die klimabedingten Herausforderungen für Oberflächengewässer und Grundwasser

Die Bewirtschaftung von Oberflächengewässern wird europaweit durch die Vorgaben der EG-WRRL dominiert. Verschiedene Strategiepapiere der EU-Komission zur Umsetzung der EG-WRRL wirken bereits auf eine Integration der Auswirkungen des Klimawandels in die verschiedenen Instrumente der EG-WRRL (Bestandsaufnahme, Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne) für die laufenden und künftigen Planungszyklen hin (z. B. Weißbuch zur Anpassung an den Klimawandel 2009, CIS Guidance document No 24. River Basin Management Planning in a changing climate 2009).

Für die anstehenden Aktualisierungen der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne im Jahr 2015 und die Fortschreibung der Bestandsaufnahme 2013 sollten bereits ausgewählte Aspekte Eingang finden, die im folgenden Bewirtschaftungszyklus noch verstärkt werden (z. B. qualitative Beschreibung der projizierten Auswirkungen der klimatischen Entwicklung, die mit Hilfe von Modellergebnissen und Monitoringprogrammen quantitativ untersetzt werden). Darüber hinaus sollte auch die Bewirtschaftung der „kleinen" Gewässersysteme an den Klimawandel angepasst werden, die aufgrund ihrer geringen Einzugsgebiete von kleiner 10 km² bzw. einer Fläche von kleiner 50 ha bei Standgewässern nicht von den Berichtssystemen der EG-WRRL erfasst werden. Diese sind von den Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen.

Alle vorgeschlagenen Maßnahmen zur Umsetzung dieses Zieles sind auf Landesebene (SMUL/LfULG) zu diskutieren und in die Bundesgremien zur Umsetzung der EG-WRRL (z. B. LAWA, Flussgebietsgemeinschaft Elbe) und die internationalen Gremien (z. B. IKSE, CIS-Arbeitsgruppen) einzubringen. Umsetzungsfristen sind durch die konkreten Fristen der EG-WRRL vorgegeben (z. B.

Aktualisierung der Bestandsaufnahme 2013, Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungsplanung 2015, 6 jähriger Aktualisierungsturnus).

Maßnahme 2.2.1 Aufnahme klimawandelrelevanter Parameter in die Instrumente der EG-WRRL

Mengenparameter und die Temperatur als Parameter wurden bei der Bewirtschaftung der Oberflächengewässer bisher vernachlässigt. Sie sollten vor dem Hintergrund zunehmend drohender Trocken- und Hitzeperioden in den bestehenden Umweltzielen der EG-WRRL und daraus folgend auch in die Bestandsaufnahme und Zustandsbewertung sowie in die Monitoringsysteme Eingang finden.

Maßnahme 2.2.2 Vorgaben zur einheitlichen Anwendung von Ausnahmeregelungen (Art. 4 EG-WRRL) im Zuge von Klimaanpassungsmaßnahmen

Es ist wahrscheinlich, dass indirekte Belastungen durch die gesellschaftlichen Reaktionen auf den Klimawandel (sowohl Klimaschutz als auch -anpassung) einen hohen Einfluss auf den Zustand der Gewässer haben werden, z. B. durch neue Hochwasserabwehrinfrastrukturmaßnahmen oder intensive Energiepflanzennutzung. Einheitliche Vorgaben zur Nutzung der Ausnahmeregelungen des Art. 4 EG-WRRL im Zuge von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung werden benötigt und sollten durch das Sächsische Umweltministerium in Abstimmung mit den Gremien auf europäischer und Bundes-Ebene bereitgestellt werden.

Maßnahme 2.2.3 Vorgaben zur Anpassung der Maßnahmenprogramme nach EG-WRRL an langfristige Anpassungserfordernisse infolge des Klimawandels

Ausführungen zu den langfristigen Anpassungserfordernissen infolge des Klimawandels sollten in die Maßnahmenprogramme nach EG-WRRL aufgenommen werden. Beobachtete und projizierte mittelfristige und langfristige Trends sollten als Kriterium in die (ökologische und ökonomische) Bewertung von Maßnahmen mit langer Lebensdauer und hohen Investitionskosten einbezogen werden.

Ziel 2.3: Sensibilisieren der Wasserbehörden für das Management von aquatischen Ökosystemen unter den neuen Herausforderungen des Klimawandels

Die Einwirkungen auf die Oberflächengewässern und das Grundwasser (Gewässerbenutzungen, Gewässerausbau) werden in der Regel von den unteren Wasserbehörden, z. T. auch durch die Landesdirektion Sachsen, genehmigt. Sollen die Herausforderungen des Klimawandels in der wasserrechtlichen Genehmigungspraxis Berücksichtigung finden, bedarf es einer Sensibilisierung und Unterweisung der verantwortlichen Verwaltung zum Thema sowie konkreter Verwaltungsvorgaben, die sich im täglichen Verwaltungsvollzug als praktikabel erweisen.

Maßnahme 2.3.1 Erarbeiten einer Verwaltungsanleitung zur Erteilung von wasserrechtlichen Gestattungen sowie zum Umgang mit privilegierten Rechten unter Berücksichtigung des Klimawandels

Im Zuge des Klimawandels sollte das SMUL eine Handlungsanleitung für den Verwaltungsvollzug in den unteren Wasserbehörden und der Landesdirektion erarbeiten, welche für die Erteilung wasserrechtlicher Gestattungen die Anforderungen der Klimaanpassung berücksichtigt. Sie würde einen einheitlichen Entscheidungsrahmen zur einzelfallbezogenen Bewertung in den Vollzugsbehörden darstellen. Auch für die Prüfung bestehender Erlasse und möglicherweise ihre Änderung aufgrund geänderter Anforderungen durch den Klimawandel wäre eine derartige Verwaltungsanleitung sinnvoll. Darin sollte auch eine Vorgabe zur Überprüfung genehmigungsfreier Nutzungen (z. B. Wasserentnahme zur Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen) bei Niedrigwasserständen enthalten sein.

➔ **Maßnahmenblatt 2.3.1a:** Erarbeiten einer Verwaltungsanleitung zur Erteilung von wasserrechtlichen Gestattungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen und projizierten klimabedingten Veränderungen

➔ **Maßnahmenblatt 2.3.1b:** Abbau privilegierter Rechte zur ungeregelten Nutzung von Oberflächenwasser insbesondere in Trockenperioden

Ziel 2.4: Sichern eines guten Zustands der Gewässerbiologie in allen Oberflächengewässern auch bei verstärkt auftretenden extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser)

Die Gewässerbiologie ist die wichtigste Komponente zur Beurteilung aquatischer Ökosysteme. Anpassungsmaßnahmen, welche direkt die Gewässerbiologie betreffen sind eher die Ausnahme, denn das Ziel zur Sicherung eines guten Zustands der Gewässerbiologie kann nur in Kombination mit den anderen Zielen erreicht werden, welche auf eine naturnahe Ausprägung des Lebensraumes (bzgl. Morphologie, Hydrologie, Temperatur, Chemismus) hinwirken (→ Ziele 2.1, 2.2, 2.3 bis 2.9).

Maßnahme 2.4.1 Gezieltes Monitoring und Ausweitung der Fördermöglichkeiten zur Bekämpfung von invasiven Neobiota im Zuge des Klimawandels

Im Zuge des Klimawandels werden mehr und neue invasive Arten erwartet. Als Grund für ihre Bekämpfung werden neben der Verdrängung einheimischer Arten auch Gründe des Hochwasserschutzes oder die Verschlechterung der Stabilität des Gewässerbettes und dadurch notwendiger Maßnahmen im Bereich der Gewässerunterhaltung (z. B. Nutria, Bisam, Staudenknöterich, Drüsiges Springkraut, Schlitzblättriger Sonnenhut) aufgeführt. In diesen Fällen gehört die Neobiota-Bekämpfung zu einer der Aufgaben der Gewässerunterhaltungslastträger, bei jagdbaren Arten u. a. in Abstimmung mit den Jagdausübungsberechtigten. Die Finanzierung dieser kontinuierlich zu erledigenden und an Bedeutung zunehmenden Aufgabe ist schwierig. Ein Monitoringprogramm, insbesondere für Neophyten, würde die Beobachtung der Bestandsentwicklung und Ausbreitung bereits eingeführter gebietsfremder Arten als Grundlage für eventuelle rechtzeitige Kontroll- oder Bekämpfungsmaßnahmen ermöglichen.

➔ **Maßnahmenblatt 2.4.1:** Gezieltes Monitoring und Ausweitung der Fördermöglichkeiten zur Bekämpfung von invasiven Neobiota im Zuge des Klimawandels

Ziel 2.5: Sichern eines guten hydromorphologischen Zustands aller Fließgewässer zur Stärkung ihrer Resilienz gegenüber extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser)

Eine natürliche Ausprägung der Gewässerstruktur bietet gute Voraussetzungen für die Gewässerorganismen, mit klimatisch bedingt verstärkt auftretenden Niedrigwasser- und Hochwassersituationen umzugehen. Verstärkte Extremwetterlagen führen zu stärkeren Wasserstandsschwankungen, zu verstärktem Eintrag von Sediment und Geschiebe und ihrer Ablagerung an anderer Stelle. Es ist daher zu erwarten, dass im Zuge des Klimawandels die Bedeutung der Gewässerunterhaltung und -pflege zunimmt, zu Mal teilweise auch zusätzliche Anlagen für das Hoch- und Niedrigwassermanagement erforderlich werden (z. B. Rückhaltebecken), die naturnah gestaltet und unterhalten werden sollten.

Gerade die Gewässer mit kleinen Einzugsgebieten, für welche Pflege, Entwicklung und Unterhaltung in die Zuständigkeit der Kommunen fällt, sind von den Auswirkungen des Klimawandels durch zunehmende Wasserstandsschwankungen und eine schnelle Rückkopplung erhöhter Lufttemperatur auf die Wassertemperatur besonders betroffen. In der Mehrzahl der mittleren und kleineren Gemeinden fehlen die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen bereits für die kommunale Pflichtaufgabe der Gewässerunterhaltung. Selbst Kommunen mittlerer Größe bis 50.000 Einwohner fühlen sich mit der Erfüllung der Aufgaben der Gewässerunterhaltung, -pflege und -entwicklung überfordert. Hier ist der Freistaat gefordert, die Unterhaltungslastträger in die Lage zu versetzen, auf die Herausforderungen des Klimawandels bereits vorsorgend zu reagieren.

Maßnahme 2.5.1 Beratung von Unterhaltungslastträgern und Förderung einer klimaangepassten Unterhaltung/Pflege und Entwicklung aller Fließgewässer

Die bestehenden Defizite bei der Planung und Realisierung von Gewässerunterhaltungs- und –entwicklungsmaßnahmen werden durch die zusätzlichen klimabedingten Herausforderungen noch verstärkt. Es bedarf der Unterstützung durch den Freistaat, um das bestehende Handlungsdefizit zu beheben. Zusätzlich sind Untersuchungen zu gewässerspezifischen Anforderungen, die aus geänderten klimatischen Bedingungen resultieren, notwendig. Dabei sollte es unerheblich sein, ob es sich um Gewässer handelt, welche unter die Größenvorgaben der EG-WRRL (Einzugsgebietsgröße Fließgewässer < 10 km² und Standgewässer < 50 ha) fallen.

Geeignete Mittel könnten die Förderung ganzheitlich ausgerichteter Gewässerentwicklungskonzepte, die Förderung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen, der Ausbau der Beratungsleistungen für Kommunen zur Gewässerunterhaltung/-pflege/-entwicklung (inklusive Umgang mit klimawandelbedingten Herausforderungen) sowie die Wiedereinführung von Vorkaufsrechten zur Umsetzung von Gewässerentwicklungsmaßnahmen sein; jeweils mit der Bedingung, sämtliche Ziele und die Effektivität von Maßnahmen nicht nur unter heutigen sondern auch unter geänderten klimatischen Bedingungen zu betrachten.

➔ **Maßnahmenblatt 2.5.1a:** Förderung integrierter kommunaler Konzepte der Gewässerentwicklung an Gewässern 2. Ordnung unter Berücksichtigung der Anforderungen des Klimawandels

➔ **Maßnahmenblatt 2.5.1b:** Ausbau der Beratungsleistungen für Kommunen zu Gewässerunterhaltung/-pflege/-entwicklung

Maßnahme 2.5.2 Anlegen natürlicher Sedimentationsbarrieren zur Verminderung der klimabedingt zunehmenden Kolmation der Gewässersohle

Verstärkt auftretende lokale Starkregenereignisse führen insbesondere in erosionsanfälligen Gebieten der Löss- und Sandlösslandschaften (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz) zu einem zunehmenden Eintrag erodierter Materialien. Die Gewässersohle kolmatiert bzw. versandet. Gegenmaßnahmen der Unterhaltungslastträger sind eine extensive, verdichtende Begrünung der Gewässerrandstreifen sowie das Anlegen von Aufwallungen und Sedimentationsbereichen im Auenbereich.

➔ **Maßnahmenblatt 2.5.2:** Anlegen natürlicher Sedimentationsbarrieren zur Verminderung der Kolmation der Gewässersohle bei zunehmenden Starkregenereignissen

Maßnahme 2.5.3 Schutz und Renaturierung von Quellen mit hoher Vulnerabilität gegenüber klimatischen Änderungen

Quellen stellen das Bindeglied zwischen Grund- und Oberflächengewässern dar. Um Veränderungen in den Quellschüttungen beobachten zu können, fehlen bisher grundlegende Daten. Der Aufbau eines zielgerichteten Monitorings von Quellen und ihrer Reaktion auf den Klimawandel steht aus. Der gesetzliche Schutz von Quellen als Teil von oberirdischen Gewässern sollte durch den Schutz ihrer umliegenden Bereiche in Form von Wasserschutzgebieten (§§ 51 ff. WHG, § 46 SächsWG) und regionalplanerisch ausgewiesenen Vorrang-/Vorbehaltsgebieten bzw. entsprechenden Konkretisierungen in den Flächennutzungsplänen verstärkt werden. Die unteren Wasserbehörden, Regional- und Stadtplanungsbehörden sollten dieses Instrument nach Identifizierung der Quellen mit besonderer Bedeutung und/oder besonderer Sensibilität im Zuge des Klimawandels verstärkt nutzen. In Niedrigwasserzeiten können Gewässernutzungen, Gewässerverbauungen und Landnutzungen zu einer kritischen Beeinträchtigung von Wassermenge und Wasserqualität führen. Ist dies der Fall, kann im Zuge des Klimawandels eine Renaturierung im Quellbereich eine sinnvolle Maßnahme sein. Sie umfasst einerseits die Beseitigung direkter Beeinträchtigungen an der Quelle und Anlagen zu ihrer Nutzung (z. B. Rückbau von Quellfassungen, Freilegen von Verrohrungen, Beseitigen von Ab-

stürzen und Querverbauungen), anderseits die Einschränkung von Benutzungen im Umfeld (z. B. Auszäunen bei Viehweiden, Verlegung oder Umgestaltung von Viehtränken, Schaffen von Puffer zu landwirtschaftlichen Flächen, naturnaher Waldumbau). Bei einem Rückbau von Quellfassungen sind etwaige negative Auswirkungen auf die Gewässergüte zu berücksichtigen.

Ziel 2.6: Thermische Stabilisierung aller Oberflächengewässer bei erhöhten Lufttemperaturen und verstärkt auftretenden Niedrigwasserperioden

Die Wassertemperatur beeinflusst eine Vielzahl anderer Parameter, die das Vorkommen aquatischer Lebewesen bestimmen. Hierzu zählen die Sauerstofflöslichkeit, Photosyntheseraten oder mikrobielle Abbauraten organischer Verbindungen. In Oberflächengewässern spielt die Wassertemperatur eine wichtige Rolle bei der Verbreitung von höheren Lebewesen wie z. B. Fischen oder benthischen Invertebraten. Die projizierten Auswirkungen des Klimawandels lassen für die Mehrzahl der aquatischen Ökosysteme der Modellregion Dresden einen Anstieg der Wassertemperatur erwarten, wenn auch in einer großen Streubreite zwischen den Gewässern. Eine thermische Stabilisierung wird für viele Fließgewässer in der Modellregion notwendig. Dafür werden sowohl die Überprüfung rechtlicher Vorgaben zur Wärme-Einleitung als auch Maßnahmen zur Verminderung der klimabedingten solaren Erwärmung erforderlich. Für Standgewässer (in der Region ausschließlich Talsperren) werden im →Ziel 2.12 „Schutz der Ressource Oberflächengewässer zur langfristigen Sicherung der Bereitstellung von Trink-, Nutz- und Brauchwasser in guter Qualität" Maßnahmen zum Umgang mit höheren Wassertemperaturen in Abhängigkeit von steigenden Lufttemperaturen formuliert.

Maßnahme 2.6.1 Überprüfen rechtlicher Vorgaben zur Wärme-Einleitung und zu Wasserentnahmen

Einheitliche Standards zum Wärmelastmanagement auf Bundesebene fehlen bisher, z. B. Qualitätsrichtlinien für die Messung der Wassertemperaturen. Die Möglichkeiten zur gesetzlichen Verankerung von Wärmelastplänen und ergänzenden ökonomischen Instrumente sind sowohl auf Landesebene als auch auf Bundesebene durch Beteiligung des SMUL in entsprechenden Bund-/Länder-Arbeitsgruppen (z. B. LAWA) zu diskutieren.

In wasserrechtlichen Verfahren (Erlaubnis, Bewilligung) ist der projizierte Temperaturanstieg durch den Klimawandel zu berücksichtigen.

Maßnahme 2.6.2 Maßnahmen zur Verminderung der klimabedingten solaren Erwärmung der Oberflächengewässer

Zur Verminderung der Wirkung des Klimawandels auf die maximalen Wassertemperaturen ist insbesondere an kleinen Fließgewässern eine naturnahe Ufervegetation mit schützenden Gehölzen zu etablieren. Auch der vollständige Aufstau fließender Gewässer bewirkt eine künstliche Temperaturerhöhung, die vor dem Hintergrund des Klimawandels unbedingt vermieden werden sollte. Ein bisheriger Aufstau des Hauptgewässers sollte entfernt werden und das Gewässer durch Umbinden der z. T. fischereiwirtschaftlich genutzten Stillgewässer vom Hauptgewässer in den Nebenschluss entlastet werden.

- ➔ **Maßnahmenblatt 2.6.2a:** Herstellen einer ausreichenden Beschattung durch standortgerechte Gehölze zur Temperaturstabilisierung
- ➔ **Maßnahmenblatt 2.6.2b:** Ausbinden von Fließgewässern aus bestehenden Stillgewässern zur Verminderung deren Erwärmung

Ziel 2.7: Verminderung der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer, um ein hohes Selbstreinigungspotenzial auch bei extremen klimatischen Bedingungen (Dürre, Hochwasser) aufrechtzuerhalten

Aufgrund des Klimawandels ist mit höheren stofflichen Belastungen im Gewässer zu rechnen. Zum einen verursachen verstärkt auftretende Starkregenereignisse höhere Sedimenteinträge, zum anderen kann es zu einer verstärkten Konzentration von Schadstoffen (welche u. U. zusätzlich aus dem Sediment gelöst werden) in Niedrigwassersituationen kommen. Die stoffliche (Vor-)Belastung eines Gewässers durch Einträge von Nähr- und Schadstoffen aus diffusen Quellen und Punktquellen im Einzugsgebiet sollte daher möglichst gering sein, um eine möglichst hohe Selbstreinigungskapazität im Gewässer während der angesprochenen Niedrigwasserperioden und Starkregenereignisse zu erreichen.

Maßnahme 2.7.1 Analyse der Auswirkungen klimatisch bedingter Änderungen der Abflussverhältnisse auf die Verlagerung von Schadstoffen in Fest- und Schwebstoffen

Die projizierte Zunahme von Starkregenereignissen und Niedrigwasserperioden wird Auswirkungen auf die Menge von Sedimenten und Schwebstoffen in Fließgewässern haben. So kann das Gefahrenpotenzial einer Region als Schadstoffquelle exponentiell mit den auftretenden Abflüssen und den entsprechend geänderten Sohlschubspannungen ansteigen.

Der innerhalb der Modellregion Dresden gelegene Elbabschnitt und Teile des Mulde-Einzugsgebiets sind bereits heute bekannte Gebiete mit höherer Schadstoffbelastung, die als Quellen für stromabwärts gelegene Regionen fungieren können.

Die Auswirkungen von Sedimentmenge und –qualität auf die Parameter zur Beschreibung des ökologischen und chemischen Zustands sind noch unzureichend bekannt.

Die Maßnahme umfasst daher die Durchführung eigener und die Beteiligung an ausgeschriebenen Forschungsarbeiten und Studien sowie die fortlaufende Integration der Ergebnisse in die Bewirtschaftungsplanung nach EG-WRRL.

➔ **Maßnahmenblatt 2.7.1:** Analyse der Auswirkungen klimatisch bedingter Änderungen der Abflussverhältnisse auf die Verlagerung von Schadstoffen in Fest- und Schwebstoffen

Maßnahme 2.7.2 Freihaltung bzw. angepasste Landnutzung in Gewässerrandstreifen

Gewässerrandstreifen haben grundsätzlich positive Wirkungen zur Reduzierung von Stoffeinträgen aus angrenzenden Flächen, die im Zuge der klimawandelbedingt zu erwartenden Zunahme von Erosion und kleinerer Hochwasserereignisse an Bedeutung gewinnen. Nach Möglichkeit sollten Gewässerrandstreifen daher von anderen Nutzungen freigestellt werden und die im sächsischen Wassergesetz für Gewässerrandstreifen festgelegten fünf bzw. zehn Meter auf beiden Seiten des Gewässers in voller Breite einnehmen. Bei land- und forstwirtschaftlicher Nutzung ist auf eine konsequente Umsetzung der dort geltenden Ge- und Verbote (§ 24 SächsWG i. V. m. § 38 WHG, z. B. Dünge- und Pflanzenschutzmittelverbot in einer Breite von 5 Metern, Bauverbote) zu achten. Maßnahmen zur angepassten Nutzung von Gewässerrandstreifen werden in den → Kapiteln II.3 (Land und Forstwirtschaft) sowie → II.5 (Naturschutz) formuliert. Für den städtischen Bereich können die Instrumente der Landschaftsplanung sowie Bauleitplanung zur Freihaltung noch vorhandener bzw. Wiederentwicklung verloren gegangener Gewässerrandstreifen genutzt werden.

Maßnahme 2.7.3 Erosionsmindernde Maßnahmen im Einzugsgebiet von Oberflächenwasserkörpern mit hoher stofflicher Belastung aus diffusen Quellen

Verstärkt auftretende lokale Starkregenereignisse führen insbesondere in erosionsanfälligen Gebieten der Löss- und Sandlösslandschaften (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz) zu einem zunehmenden Eintrag erodierter Materialien. Die Form der Landnutzung im Einzugsgebiet bestimmt bereits entscheidend die Menge des ausgetragenen Materials. Durch den Einsatz erosionsmindernder Verfahren der Bodenbewirtschaftung können insbesondere Land- und Forstwirtschaft entscheidend zur Aufrechterhaltung einer guten ökologischen Qualität der Gewässer beitragen.

➔ **Maßnahmenblatt 2.7.3**: Einsatz erosionsmindernder Verfahren zur Bodenbewirtschaftung im Einzugsgebiet von Talsperren und Oberflächenwasserkörpern mit hoher stofflicher Belastung aus diffusen Quellen

Ziel 2.8: Anpassen der Bewirtschaftungsvorgaben für die Ressource Grundwasser an die klimabedingten Herausforderungen

Die Bewirtschaftungsvorgaben werden heute insbesondere von den Zielen der WRRL bestimmt, in deren Folge die Flussgbietsgemeinschaften Bewirtschaftungspläne und Maßnahmeprogramme aufgestellt haben. Diese dienen in erster Linie dem Ziel, bis spätestens 2027 den guten Zustand der Gewässerkörper zu erreichen. Die Klimaänderung ist hierbei nur wenig berücksichtigt. Es besteht somit das Erfordernis, die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmeprogramme um die Aspekte des Klimawandels und der Klimaanpassung zu erweitern. Hierzu sind die in den Flussgebietsgemeinschaften vertretenen Landesbehördern aufgefordert. Ein interner Abgleich bei der Überarbeitung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme mit den Fachreferaten zum Klima ist dabei unerlässlich. Insbesondere werden die folgenden Maßnahmen als zielführend angesehen.

Maßnahme 2.8.1 Regelmäßiges Aktualisieren von Projektionen der klimatischen Entwicklung und ihrer Auswirkung auf Menge und Beschaffenheit des Grundwassers unter Einbeziehung der Szenariotechnik

Sowohl die globalen Emissionsverhältnisse als auch der Wissensstand der Klima- und Klimafolgenmodellierung entwickeln sich stetig weiter. Deshalb ist es erforderlich, Klimaprojektionen auf der Basis neuer Datengrundlagen zukünftig regelmäßig zu aktualisieren. Diese Aktualisierungen bilden die Voraussetzung für eine nachfolgende Abschätzung von Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und letztlich auch auf Menge und Beschaffenheit des Grundwassers. Die bestehenden Unsicherheiten insbesondere für den Parameter Niederschlag in den Projektionen sollten thematisiert werden. Bewirtschaftungsplanungen und Dargebotsberechnungen sollten deshalb neben Annahmen zu mittleren Verläufen auch Betrachtungen zur möglichen Spannbreite der Entwicklung umfassen.

Maßnahme 2.8.2 Überwachen der Ressource Grundwasser hinsichtlich Menge und Beschaffenheit und Bewertung klimatisch bedingter Änderungen

Die Entwicklung von Grundwasserständen und Grundwasserbeschaffenheit beinhaltet eine summarische Antwortfunktion auf den klimawandelbedingten Input in das System. Die derzeit verfügbaren Klimamodelle weisen Änderungssignale des Niederschlags aus, die oft klein sind im Vergleich zu seiner natürlichen Variabilität. Nur ein umfassendes und regelmäßiges Monitoring in ausreichender zeitlicher und flächenhafter Dichte erlaubt es den Behörden, auch jetzt schon Veränderungen rechtzeitig zu erkennen und soweit möglich auch steuernd einzugreifen.

Ziel 2.9: Sichern eines guten mengenmäßigen Zustands der Ressource Grundwasser auch bei geänderten Grundwasserdargeboten

Durch den Klimawandel wird sich die Menge des neugebildeten Grundwassers in der Modellregion nach dem jetzigen Kenntnisstand in der Zukunft im Jahresdurchschnitt verringern. Die genaue Größenordnung der Veränderung ist jedoch noch nicht hinreichend genauer bestimmbar.

Das Ziel der WRRL, bis zum Jahr 2015 einen guten mengenmäßigen Zustand des Grundwassers zu erreichen, gilt auch unter geänderten klimatischen Bedingungen. Damit sollen vor allem der Zustand der aquatischen Ökosysteme einschließlich des Grundwassers selbst und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt verbessert werden. Dazu ist ein Gleichgewicht zwischen Entnahme und Neubildung von Grundwasser zu gewährleisten.

Die Wasserbehörden sind deshalb gefordert, durch eine flexible Bewirtschaftung der Grundwasservorräte den vorhandenen guten mengenmäßigen Zustand des Grundwassers zu erhalten.

Nach dem derzeitigen Erkenntnisstand wird es in der Modellregion neben einem generellen Rückgang der Grundwasserneubildung zeitweise auch Phasen temporär erhöhter Neubildungsraten geben. Daraus resultiert vor allem eine erhöhte Schwankungsbreite der Grundwasserstände. Hier sind gezielte Maßnahmen zur Anpassung sowohl an Zeiten niedriger, aber auch an temporär gegenüber heutigen Verhältnissen erhöhte Grundwasserstände erforderlich.

Maßnahme 2.9.1 Flexibilisierung der Bewirtschaftung der Grundwasservorräte durch die Wasserbehörden zur Ermöglichung von Klimaanpassungsmaßnahmen

Die Entnahme von Grundwasser darf die neugebildete Grundwassermenge in einem Bilanzgebiet nicht überschreiten. Da die wasserbezogenen Zukunftsprojektionen gegenüber anderen Klimafaktoren deutlich größere Unsicherheiten aufweisen und die kumulierenden Effekte von aufeinanderfolgenden Trockenjahren noch wenig abschätzbar sind, soll bei *Entnahmeerlaubnissen* zukünftig in der Wasserbilanzbetrachtung eine *Ökosystemreserve* in Höhe von 20 % der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung berücksichtigt werden.

Wasserrechtliche Entscheidungen zur Entnahme von Grundwasser können befristet erteilt werden. Zukünftig soll die *Befristungsdauer* abhängig von der Entnahmemenge in Relation zum verfügbaren Dargebot und vom Nutzungszweck (Allgemeinwohlinteressen) stärker differenziert und deutlich verkürzt werden. Die Randbedingungen dafür sollen in einem Bewirtschaftungsleitfaden für Behörden zusammengestellt werden.

Die erlaubten Entnahmemengen können an die Festlegung ortsbezogener *Grenzgrundwasserstände* gebunden werden, die nicht unterschritten werden dürfen, um beispielsweise sensible Bebauung oder empfindliche Ökosysteme zu schützen.

Erlaubnisfreie Nutzungen wie die unbegrenzte Entnahme von Grundwasser für den landwirtschaftlichen Hofbetrieb aber auch in geringen Mengen für die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft oder den Gartenbau (vgl. § 1 Abs. 2 Erlaubnisfreiheits-Verordnung) sollten deutlich eingeschränkt werden. Eine Anzeigepflicht für erlaubnisfreie Nutzungen und die Erklärung über die entnommenen Wassermengen sollte geprüft werden.

➔ **Maßnahmenblatt 2.9.1:** Dargebots- bzw. grundwasserstandsabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmemengen

Maßnahme 2.9.2 Förderung von Maßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserneubildung

Die projizierten Defizite in der Grundwasserneubildung können nur durch eine Vielzahl dezentraler Einzelmaßnahmen (→ Kapitel II.1) langfristig gemildert und ausgeglichen werden. Insbesondere kommen dafür die Entsiegelung bislang befestigter Flächen und die gezielte Versickerung von Niederschlägen in Frage.

Für die Flächenentsiegelung könnten z. B. Förderprogramme einen geeigneten Anreiz setzen. Die Förderung der Niederschlagsversickerung erfolgt in der Modellregion (z. B. Stadt Dresden) auch durch die gesplittete Abwassergebühr.

Maßnahme 2.9.3 Identifizieren von Gebieten außerhalb zusammenhängend bebauter Ortsteile, in denen die Speicherfähigkeit von Grundwasserleitern durch gezielte Erhöhung der Versickerungsleistung aktiv genutzt werden kann

Grundwasserleiter eignen sich unter bestimmten Randbedingungen grundsätzlich, Wasser gezielt zwischenzuspeichern. Während Perioden mit erhöhtem Wasseranfall (Hochwasserereignisse, Stark- oder Dauerregen) könnte Wasser gezielt in Bereiche mit erhöhter Aufnahmekapazität umgelenkt und dort zwischengespeichert werden. Voraussetzung dafür ist, dass der zusätzliche Wassereintrag nicht zu Schäden an Ökosystemen oder Bebauung führt. Die Identifikation von geeigneten Gebieten ist wissenschaftlich zu begleiten. Ein umfassendes Monitoring ist unverzichtbar.

Maßnahme 2.9.4 Rücknahme von Bebauung aus dauerhaft vernässungsgefährdeten Bereichen

In der Modellregion hat die verstärkte Grundwasserneubildung im Herbst/Winter 2010/11 teilweise zu ganz erheblichen Problemen bei der Nutzbarkeit von Gebäuden, aber auch anderen Flächen wie beispielsweise Kleingartenanlagen, geführt. Flächen, auf denen diese Probleme in der Zukunft

häufiger auftreten können, sollten im Rahmen der Regionalplanung identifiziert werden. Bei einer Tendenz zu dauerhaften Vernässungen ist langfristig eine Verlagerung empfindlicher Nutzungen anzustreben. Voraussetzung für derartige Schritte sind jedoch zunächst zuverlässigere Projektionen für die Niederschlagsentwicklung.

Ziel 2.10: Sichern der langfristigen Nutzbarkeit ortsnaher Grundwasserdargebote für die Wasserversorgung und Reduzieren unnötiger Inanspruchnahme des Grundwasserdargebotes

Das Wasserhaushaltsgesetz schreibt den Vorrang der Nutzung ortsnaher Wasservorkommen bei der Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser fest (§ 50 WHG). Dazu ist es unerlässlich, vorhandene Dargebote umfassend zu erkunden und zu schützen. Eine Inanspruchnahme des Grundwassers für die Wasserversorgung soll dabei auf den notwendigen Umfang beschränkt bleiben. Neue dauerhafte Offenlegungen sollten vermieden werden.

Maßnahme 2.10.1 Aufrechterhalten bestehender bzw. Ausweisen neuer Wasserschutzgebiete

Bestehende Wasserschutzgebiete aufrecht zu erhalten erfordert nach § 51 WHG die Benennung eines direkt Begünstigten. Aus Sicht der klimatischen Veränderungen einerseits und der möglichen Bedarfsentwicklung in der Landwirtschaft andererseits kann es sich jedoch erforderlich machen, dass bestehende Wasserschutzgebiete auch bei derzeit aufgegebener Nutzung aufrecht erhalten und ggf. neue ausgewiesen werden, um bei veränderter Dargebotssituation in der Zukunft auf diese zurückgreifen zu können, ohne dass derzeit ein direkt Begünstiger benannt werden kann. Deshalb sind betreffende Gebiete als Vorbehaltsgebiete i. S. des § 8 Abs. 7 ROG auszuweisen.

Maßnahme 2.10.2 Vermeiden neuer dauerhafter Offenlegungen des Grundwassers

Nutzungen, die zur Offenlage von Grundwasser führen, wie z. B. Kiesabbau im Grundwasserschwankungsbereich, sollten zukünftig möglichst vermieden werden. Offene Wasserflächen haben neben den vielfältigen positiven ökologischen und wirtschaftlichen Effekten (z. B. Tourismus) durch die deutlich erhöhte Verdunstung einen negativen Einfluss auf die Wasserbilanz. Insbesondere bei der Rekultivierung bergbaulich genutzter Flächen ist künftig stärker zu beachten, dass offene Wasserflächen in einem Gebiet die wasserhaushaltlich verträgliche Größe nicht überschreiten. Die Umsetzung der Maßnahme ist einerseits durch Festlegungen in den Regionalplänen und Bauleitplänen zu erreichen, zum anderen sind die Genehmigungsbehörden (insbesondere das Sächsische Oberbergamt, die Landesdirektion und die Landratsämter) in der Verantwortung.

Maßnahme 2.10.3 Sparsamer Umgang mit Brauch- und Trinkwasser

Wassersparende Bewässerungstechnologien in der Landwirtschaft und im Gartenbau können dazu beitragen, den Bewirtschaftungsdruck auf die Ressource Grundwasser zu vermindern und sollten Vorrang vor anderen Technologien haben. Die Maßnahmen werden im → Kapitel II.3 beschrieben. Der sparsame Umgang mit der Ressource Trinkwasser hilft grundsätzlich, die Entnahme aus dem Grundwasser sowie aus den Talsperren zu minimieren und schont damit die Ressource insgesamt. Die Maßnahmen werden in → Ziel 2.14 (Änderung des Nutzungsverhaltens der Bevölkerung bzgl. Trinkwasser und Kommunikation von Handlungsempfehlungen bei längeren Hitzeperioden) beschrieben.

Ziel 2.11: Thermische Stabilisierung der Ressource Grundwasser

Eine verbindliche gesetzliche Regelung zur Stabilisierung des thermischen Zustandes des Grundwassers fehlt derzeit. Dieses rechtliche Defizit ist vor allem im unzureichenden Stand der Forschung zur ökologischen und hygienischen Wirkung von Temperaturerhöhungen im Grundwasser begründet. So ist auch in den Zustandsbeschreibungen des Grundwassers nach WRRL der Parameter Temperatur nicht erfasst.

Dennoch gibt es bereits heute vor allem in urbanen Bereichen Nutzungseinschränkungen durch höher temperiertes Grundwasser, anthropogenbedingt sowie auf Grund des Klimawandels.

Die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen zielen vor allem auf die anthropogenen Beeinflussungen des thermischen Zustandes des Grundwassers ab, den es zu stabilisieren gilt.

Maßnahme 2.11.1 Förderung besonders effizienter Technologien der thermischen Nutzung von aufgeheiztem Grundwasser

Bei der Kühlung und Klimatisierung von Räumen wird häufig Grundwasser als Kühlmedium eingesetzt und nach Gebrauch wieder in den Grundwasserleiter eingeleitet. Diese Kühlvariante führt langfristig zu einer Auftemperierung des Grundwassers im Untergrund. Der Freistaat Sachsen könnte eine gezielte Wärmerückgewinnung aus zu Klimatisierungszwecken erwärmten Grundwassers in der Hausinstallation durch eine Minderung der für das Gebäude zu entrichtenden Wasserentnahmeabgabe befördern.

Maßnahme 2.11.2 Identifizieren, Sanieren und Vorbeugen von Fehlstellen wärmeführender unterirdischer Versorgungssysteme

Unterirdische Versorgungsleitungen (v. a. Fernheiztrassen) können in einem erheblichen Maße zur Aufheizung des Grundwassers beitragen. Das gilt insbesondere, wenn es durch Leckagen zum direkten Austritt von erwärmten Flüssigkeiten in den Untergrund kommt. Fernwärmeversorgungsleitungen werden mit Temperaturen von 80 bis 130 °C betrieben. Tritt dieses Wasser durch Fehlstellen in den Untergrund aus, kann es lokal zu einer Aufheizung des Grundwassers auf 30 bis 40 °C kommen.

Automatische Lecküberwachungssysteme sollten daher standardmäßig bei der Verlegung neuer Leitungen zur Anwendung kommen. Leckagen müssen in der Verantwortung der Betreiber identifiziert und saniert werden.

Maßnahme 2.11.3 Auflegen von Forschungsprojekten zur Aufklärung der konkreten Auswirkungen von Temperaturveränderungen des Grundwassers auf Chemismus und Mikrobiologie in der Modellregion

Die konkreten Auswirkungen von Temperaturveränderungen im Hinblick auf Chemismus, Mikrobiologie und Selbstreinigungsvermögen des Grundwassers sind weitgehend unerforscht. Ebenso gibt es derzeit keine gesetzlich oder untergesetzlich normierten Grenz- oder Richtwerte für die Beurteilung der Erheblichkeit von Veränderungen der Grundwassertemperatur.

Damit fehlt den Behörden die Basis zur Bestimmung der Grenze der thermischen Belastbarkeit von Grundwasserkörpern. Durch das Auflegen von Forschungsprojekten können die fachlichen Grundlagen für die Festlegung entsprechender Richtwerte getroffen werden. Eine entsprechende Forschungsförderung sollte von der Landesfachbehörde oder vom Bund initiiert werden.

Ziel 2.12: Schutz der Ressource Oberflächengewässer zur langfristigen Sicherung der Bereitstellung von Trink-, Nutz- und Brauchwasser in guter Qualität

Die Bereitstellung von Trink-, Roh- und Brauchwasser erfolgt in der Modellregion zu einem Großteil aus Talsperren. Die im Zuge des Klimawandels projizierte Zunahme von Starkniederschlägen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass durch eine Zunahme von Bodenerosion Schwebstoffe und Dünge- bzw. Pflanzenschutzmittel direkt oder über die Vorflut in die Oberflächengewässer gelangen. Dies kann u. a. eine Beeinflussung der Rohwasserbeschaffenheit zur Folge haben. Die Zunahme von Trockenperioden kann zu Engpässen im Bereich der Brauchwasserversorgung führen.

Aufgrund des Klimawandels ist zudem mit einem Anstieg der Wassertemperaturen von Oberflächengewässern und Talsperren zu rechnen. Wärmere Wasserkörper begünstigen auch die Bildung von Algen, Bakterien und Kleinstlebewesen im Wasser. Es besteht die Möglichkeit einer zeitlichen Verschiebung der Sommerstagnation, was zu einer früheren Ausschöpfung des Wassers der unteren, kalten Wasserschicht (sog. Hypolimnion) führen kann.

Die Sicherung einer ausreichenden Wasserversorgung beginnt bereits bei der Qualitätssicherung des Wassers in den Talsperren und ihren Einzugsgebieten. Die Bewirtschaftung von Einzugsgebie-

ten und Talsperren muss sich durch verschiedene Maßnahmen auf die geänderten klimatischen Rahmenbedingungen und ihre Auswirkungen einstellen.

Maßnahme 2.12.1 Einsatz erosionsmindernder Verfahren zur Bodenbewirtschaftung im Einzugsgebiet von Talsperren

Durch die Anpassung der Bewirtschaftungsform kann der Eintrag von Bodenmaterial in die anliegenden Gewässer entscheidend minimiert werden. Solche erosionsmindernden Verfahren sind Maßnahmen der konservierenden Bodenbearbeitung, das Anpflanzen von Kurzumtriebsplantagen, der Anbau von Zwischenfrüchten und mehrjährigen Feldfrüchten (z. B. Luzerne), die Umwandlung von Acker in Grünland oder die Aufforstung in stark erosionsgefährdeten Lagen, eine quer zur Hanglinie gerichtete Bodenbearbeitung sowie das Anlegen von Gehölzstreifen (z. B. Feldhecken) bzw. der Erhalt und die Neuanlage von Baumreihen und Feldhecken entlang von Wirtschaftswegen, aber auch das Belassen bzw. die Neuanlage von Feldrainen entlang von Wirtschaftswegen und Schlaggrenzen (→ Kapitel II.3). Teilweise können dafür Agrarumweltmaßnahmenprogramme genutzt werden (z. B. Anlage von Bracheflächen und –streifen im Ackerland auf stark erosionsgefährdeten Ackerflächen).

Maßnahme 2.12.2 Minimierung des Düngemitteleinsatzes im Einzugsgebiet von Talsperren

Generell kann eine Reduzierung diffuser Stoffeinträge in Talsperrenzuflüssen durch die Minimierung des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf land- und forstwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen erreicht werden. Mögliche Maßnahmen sind die Anwendung von neuartigen Dosierverfahren für Düngemittel in der Landwirtschaft (Injektionsverfahren), wodurch die Abschwemmung von Nährstoffen während Regenereignissen und dadurch die Nährstoffbelastung von Talsperrenzuflüssen verringert werden. Auch die Auswahl der Feldfrucht entscheidet maßgeblich über den Düngermitteleinsatz. Ein Beispiel ist die Förderung der Luzerne als Futterpflanze. Sie bedarf keiner N-Düngung und keines Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und ist als mehrjährige Feldfrucht erosionsvermeidend. Auch durch den Anbau von Zwischenfrüchten (Nährstofffixierung im Boden) können der Einsatz von Düngemitteln reduziert und das Erosionsrisiko gesenkt werden. Weitergehende Maßnahmen beschreibt → Kapitel II.3. Pflanzenschutzmittel (PSM) beeinträchtigen die Wasserqualität negativ. Daher muss der Einsatz von PSM möglichst minimiert werden. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die Ausbringung von PSM nur bei geeigneter Witterung erfolgt, um die Abschwemmung und Anreicherung in Oberflächengewässern zu verhindern. Dies gilt nicht nur für den gewerblichen Einsatz von PSM, sondern in zunehmendem Maße auch für den häuslichen Gebrauch dieser Mittel.

Maßnahme 2.12.3 Maßnahmen zur Anpassung der Mengen- und Gütebewirtschaftung von Talsperren an höhere Wassertemperaturen

Eine direkte Beeinflussung der Wassertemperatur ist in der Regel kaum möglich. Die negativen Auswirkungen erhöhter Wassertemperaturen auf die Wasserqualität können jedoch bis zu einem gewissen Grad durch technische Maßnahmen abgeschwächt werden. So können beispielsweise Sauerstoffmatten einer verstärkten Sauerstoffzehrung bei erhöhten Wassertemperaturen entgegenwirken, eine chemische Sedimentkonditionierung kann eine Reduzierung der Nähr- und Schadstofffrachten sowie eine Stabilisierung des Sediments gegenüber Rücklösungsprozessen erreichen. Möglichkeiten des Umgangs mit höheren Luft- bzw. Wassertemperaturen bieten zudem steuernde Maßnahmen in Bezug auf Füllstand, Verweilzeit, Entnahmehorizont u. ä. (→ Maßnahme 2.12.5).

Maßnahme 2.12.4 Naturnahe Gestaltung der Talsperrenzuläufe

Eine naturnahe Gestaltung der Talsperrenzuläufe (bzgl. Uferrandstreifen, Gewässersohle und Laufentwicklung) wird als zentrales Element integrierter Schutz- und Sicherungskonzepte der Wasserversorgung aus Talsperren („Multibarrierensystem") eingestuft (ATT 2009: S. 38). Zielkonform mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie erhöht die Entwicklung naturnaher und speichernder Strukturen die Senkenkapazität der Talsperrenzuläufe für Wasser- und Abflussbildung (Wassermengenwirtschaft) ebenso wie für Sedimente, Schweb-, Nähr- und Schadstoffe (Wassergütewirtschaft). Dabei sinkt der relative Wirkungsgrad mit zunehmender stofflicher Belastung (Sättigungseffekt) und Abflussspende. Im Zuge des Klimawandels wirkt eine naturnahe Gestaltung der Talsperrenzuläufe Stoffeinträgen entgegen. Beispiele für konkrete Maßnahmen werden in → Maßnahmenblatt 2.5.2 (Anlegen natürlicher Sedimentationsbarrieren zur Verminderung der klimabedingt zunehmenden Kolmation der Gewässersohle) und → Maßnahmenblatt 2.6.2a (Herstellen einer ausreichenden Beschattung durch standortgerechte Gehölze zur Temperaturstabilisierung) beschrieben.

Maßnahme 2.12.5 Integrierte zeitlich dynamische Mengen- und Gütebewirtschaftung von Talsperren

Die Bewirtschaftung von Talsperren ist in der Regel eine Optimierungsaufgabe zwischen den Interessen des Hoch- und Niedrigwassermanagements, der Trinkwassernutzung, der Erholungsnutzung und des Naturschutzes.

Flexible Steuerungsmechanismen der Talsperren ermöglichen eine den tatsächlich auftretenden Abfluss- und Qualitätsparametern angepasste Bewirtschaftung, die auch im Zuge der beschriebenen Herausforderungen unter geänderten klimatischen Bedingungen zum Einsatz kommen können.

- → **Maßnahmenblatt 2.12.5a:** Technische Einrichtungen zur Rohwasserentnahme, Unterwasserabgabe und Hochwasserentlastung in verschiedenen Entnahmehorizonten von Talsperren
- → **Maßnahmenblatt 2.12.5b:** Ableiten von Schadstoffen über den Grundablass nach Starkregenereignissen, lang anhaltenden Niederschlägen und zur vorbeugenden Schadstoffentlastung

Ziel 2.13: Sicherstellung der quantitativen Versorgung mit Trinkwasser

Der spezifische Wasserverbrauch (Haushalt/Kleingewerbe) hat insbesondere in den neunziger Jahren stark abgenommen. Insgesamt hat der Wasserverbrauch in Sachsen ein niedriges Niveau erreicht. Für den Bereich Haushalt und Kleingewerbe beträgt der spezifische Wasserverbrauch 85 l/E*d. Das sind 72 Prozent des bundesweiten Durchschnitts von 122 l/E*d. Die Gründe für diesen Rückgang liegen in dem zunehmenden Einsatz von wassersparenden Haushaltsgeräten (‚Weiße Ware'), im Einbau wassersparender Spüleinrichtungen und der Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung im nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser. Im Einzelnen sind hier aber regionale Unterschiede zu verzeichnen.

Vor dem Hintergrund der projizierten klimawandelbedingten Zunahme von Hitzeperioden bzw. der Zunahme von Tropentagen und –nächten kann der Wasserbedarf für die außerhäuslichen Anwendungen (Gartenbewässerung, Betrieb eines Pools etc.) ansteigen und bedarf weiterer Betrachtungen. Da eine direkte Kopplung dieser aufgeführten Nutzungen mit der Temperatur besteht, kann mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass der Wasserbedarf in diesen Bereichen ansteigt. Im Hinblick auf die Nutzungsbereiche wie Trinken, Kochen, Wäsche waschen, Körperpflege etc. ist mit keinem signifikanten Verbrauchsanstieg zu rechnen.

Der Anstieg von Spitzenwasserverbräuchen im Bereich Trinkwasserversorgung muss durch die Weiterentwicklung und Umsetzung integrierter Wasserversorgungskonzepte aller Wasserversorgungsunternehmen in der Modellregion Dresden Rechnung getragen werden.

Maßnahme 2.13.1 Prüfung der Versorgungssicherheit des Wasserversorgungssystems inkl. aller notwendigen Unternehmensbereiche

Die derzeitigen Aussagen zum Klimawandel in der Region deuten auf eine Zunahme von Hitzeperioden hin. Für die Sicherstellung der Versorgung mit Trinkwasser ist die Überprüfung der Belastbarkeit der Aufbereitungs- und Verteilsysteme notwendig. Gegebenenfalls ist mit einer Zunahme von Spitzenverbräuchen zu rechnen, die durch ein angepasstes Trinkwasserverteilungs- und -speicherkonzept sichergestellt werden müssen.

Maßnahme 2.13.2 Minimieren von Verteilungs- bzw. Leitungsverlusten

Die Minimierung von Leitungsverlusten hat sowohl einen positiven Effekt auf die zur Verfügung stehende Menge an Trinkwasser, als auch auf die Qualität, wobei die Beseitigung von Leckagen die mikrobielle Verunreinigung des Trinkwassers minimiert.

Maßnahme 2.13.3 Installation von stationären und portablen Trinkwasserspendern im Stadtgebiet

Den Wasserversorgern obliegt die Bereitstellung von Trinkwasser. Um den negativen Einfluss von Hitzeperioden auf die menschliche Gesundheit zu verringern, ist die Installation von Trinkwasserbrunnen/-spendern im Stadtgebiet eine sinnvolle Maßnahme, die in enger Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung und den städtischen Versorgungsbetrieben durchgeführt werden sollte.

Maßnahme 2.13.4 Änderung des Nutzungsverhaltens der Bevölkerung in Bezug auf Trinkwasser

Neben der Optimierung der Konzepte der jeweiligen Wasserversorger ist die Information der Öffentlichkeit über notwendige Verbrauchseinschränkungen während ausgeprägter Hitzeperioden notwendig.

Ziel 2.14: Anpassung der technischen Infrastruktur zur Wasserversorgung der Landwirtschaft unter geänderten klimatischen Bedingungen

Die Anpassung der Landnutzung an die projizierten Klimaänderungen ist direkt mit dem Wasserhaushalt gekoppelt. Es ist davon auszugehen, dass landwirtschaftlich genutzte Flächen bei längeren Trockenperioden zunehmend bewässert werden, was einen erheblichen Anstieg des Wasserbedarfs der Landwirtschaft zur Folge hat. Da der Wasserhaushalt selbst den Auswirkungen des regionalen Klimawandels unterliegt, ist es erforderlich, nachhaltige Bewässerungsstrategien zu entwickeln. Mit diesen Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass eine Übernutzung der Ressource Wasser (quantitativer Aspekt) und die nachhaltige negative Beeinflussung (qualitativer Aspekt) verhindert werden.

Maßnahme 2.14.1 Erhalt vorhandener landwirtschaftlicher Bewässerungssysteme zum flexiblen Einsatz bei steigendem Bewässerungsbedarf landwirtschaftlicher Flächen

Derzeit nicht genutzte landwirtschaftliche Bewässerungssysteme sollten erst aufgegeben werden, wenn sicher ist, dass sie auch bei geänderten klimatischen Bedingungen zukünftig nicht wieder in Betrieb genommen werden. Beispiele für solche Speichersysteme (aus DDR-Zeiten) in der Region sind die Speicher Staucha (bei Riesa), die Talsperre Nauleis, die Talsperre Wallroda (südlich Großröhrsdorf) oder die Talsperre Kauscha. Die Unterhaltung bzw. Gewährleistung der Funktionalität der Anlagen im Bedarfsfall ist finanziell abzusichern. Derzeit übernimmt diese Leistung die LTV. Zukünftig ist über eine angemessene Beteiligung der potenziellen Nutzer (Landwirte) nachzudenken.

Ziel 2.15: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung als Instrument zur Unterstützung eines naturnahen Wasserhaushaltes im urbanen Raum und zum Hochwasserschutz

In der Modellregion Dresden sollen die natürlichen Speicherkomponenten im Wasserhaushalt gestärkt werden. Für die urban genutzten, (teil)versiegelten Flächen ist ein naturnaher, dem Gebietstyp entsprechender Wasserhaushalt anzustreben (→ Ziel 2.1). Eine konsequente dezentrale Rückhaltung von Niederschlagswasser vor Ort, seine Verdunstung oder Versickerung können gleichzeitig zu einer Verringerung von wild abfließendem Wasser an der Erdoberfläche sowie zur Verminderung von kleineren Hochwasserereignissen mit hoher Wiederkehrwahrscheinlichkeit beitragen.

Maßnahme 2.15.1 Verstärkte Integration von dezentraler Regenwasserbewirtschaftungstechnik bei Neubau und Rekonstruktion öffentlicher Gebäude

Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im Hoch- und Wohnungsbau sind:

- flache Rasenmulden (10 – 20 cm tief) im Grünflächenbereich
- oberflächige Einleitung von Regenwasser über schmale Pflasterrinnen
- (Retentions-) Teiche
- Parkflächen mit aufgeweiteten Pflasterfugen, Verbundpflaster mit Sickeröffnungen.

Bei den hier aufgeführten Maßnahmen handelt es sich um bauliche Maßnahmen, die bereits zu diesem Zeitpunkt dem Stand der Technik entsprechen. Diese Maßnahmen sind bei öffentlichen Gebäuden nachhaltig zu installieren und eine Funktionskontrolle ist langfristig sicherzustellen. Weiterhin sind bei der Planung solcher Anlagen konzeptionelle und technische Neuentwicklungen zu berücksichtigen.

Maßnahme 2.15.2 Abkopplung von öffentlichen Plätzen, Straßen und Wegen zur Verringerung der hydraulischen Belastung der Kanalisation

Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung können generell als Ausgleichsmaßnahmen betrachtet werden. Neben der stadtplanerischen Berücksichtigung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung können im Bereich öffentlicher Plätze, Straßen und Wege z. B. folgende Maßnahmen zur Verminderung der hydraulischen (Über-)Lastung des Kanalsystems umgesetzt werden:

- mäandrierende Pflasterrinnen zur Ableitung in Kombination mit Mulden-Rigolen-System im Randbereich (z. B. in (Schul-)Höfen)
- wasserdurchlässige Flächenbefestigungen für Geh- und Radwege (zum Beispiel Kies-Splitt) oder auf Parkplätzen (zum Beispiel Pflastersteine)
- offene Sammlung und Ableitung zum Beispiel in Pflasterrinnen in Kombination mit Springbrunnenanlagen

Ziel 2.16: Erhalt des vorhandenen Entwässerungskomforts bzw. –standards

In Bezug auf das System der Abwasserentsorgung kann der Anstieg von extremen Niederschlagsereignissen zu einer vermehrten hydraulischen Überlastung des Abwassersystems führen, wodurch z. B. Kanalüberstau- bzw. Überflutungsereignisse entstehen.

Maßnahme 2.16.1 Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Gefährdung durch Überstau- und/oder Überflutungsereignisse aus dem Kanalsystem

Mithilfe einer Gefährdungsanalyse kann bereits in der Planungsphase für Neubebauungen die Eintrittswahrscheinlichkeit für Schäden aus Überflutungsereignissen minimiert werden. Basierend auf den Ergebnissen des REGKLAM-Projektes wird folgende, auf andere städtische Gebiete übertragbare Vorgehensweise empfohlen:

- Rückstau- und Überstauprüfung zur Ermittlung der punktuellen Problemstellen und Entlastungsschwerpunkte (Stufe 1)
- Überflutungsprüfung mit Bewertung der potenziellen Gefährdung für identifizierte Überstaubereiche (Stufe 2)

- Überflutungsberechnungen zur Analyse der tatsächlichen Gefährdung für kritische Bereiche mit gekoppeltem Oberflächen- und Kanalnetzmodell (Stufe 3)

Für die identifizierten Gefahrenbereiche gilt es, flexible, anpassungsfähige und nachhaltige Lösungsansätze bzw. Maßnahmen zu entwickeln. Eine Auslegung von Entwässerungssystemen auf die Überstaufreiheit für seltene Häufigkeiten ist in der Regel wirtschaftlich nicht zu leisten. Die Möglichkeiten zur Minimierung der Risiken liegen vielmehr in den nachfolgend aufgeführten Maßnahmenpaketen, deren Umsetzung in der dargestellten Reihenfolge abzuprüfen ist.

➔ **Maßnahmenblatt 2.16.1**: Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Gefährdung durch Überstau- und / oder Überflutungsereignisse aus dem Kanalsystem und beispielhafte Entwicklung einer Anpassungsmaßnahme

Maßnahme 2.16.2 Aufklärung und Beratung zur fachgerechten Installation und Funktionskontrolle von Versickerungsanlagen und Rückstausicherungssystemen

Zum jetzigen Zeitpunkt ist der Nachweis der Funktionstüchtigkeit von Regenversickerungsanlagen und Rückstausicherungssystemen nicht rechtlich verankert. Aufklärung und Beratung sind notwendig, um das Schadenspotenzial durch Überstau- bzw. Überflutungsereignisse als Folge von Starkregen zu minimieren.

Maßnahme 2.16.3 Schaffung von Problembewusstsein für Überstau/Überflutung der Kanalisation und Akzeptanz von Maßnahmen bei der derzeitigen und zukünftigen Gruppe der Betroffenen

Die Schaffung von Problembewusstsein und die Kommunikation der notwendigen Erhöhung der Eigenvorsorge im Hinblick auf Überflutungsereignisse in Wohngebäuden werden derzeit bereits von einigen Abwasserentsorgern praktiziert (z. B. durch die Stadtentwässerung Dresden GmbH). Diese Aktivitäten müssen intensiviert werden und ggf. in Zusammenarbeit mit städtischen Behörden, Ver- und -entsorgen und Versicherungsunternehmen koordiniert werden.

Ziel 2.17: Minimierung von Geruchsbelastungen aus dem Kanalsystem

Das vermehrte Auftreten von Trockenperioden bzw. der Anstieg der mittleren Tagestemperatur kann – in Abhängigkeit der Randparameter des jeweiligen Abwasserkanalsystems – zu einer Zunahme mikrobieller Abbauprozesse im Abwasserkanal führen. Mögliche Auswirkungen sind vermehrte Geruchsbelastungen und Sedimentationsbildungen im Kanalsystem.

Maßnahme 2.17.1 Erfassung, Analyse von Geruchsbelastungen aus dem Kanalsystem

Die genaue Kenntnis der Bebauungsstruktur, der Art der angeschlossenen Abwassereinleiter (z. B. Wohnhäuser, Restaurants etc.), aber auch des Potenzials der Sedimentbildung ist eine wichtige Grundlage zur Identifizierung von Orten, an denen Geruchsbelästigungen im Kanalsystem entstehen. Eine detaillierte Aufnahme von Meldungen über Geruchsbelästigungen mit Ortsangaben ist die Basis einer effizienten Aufklärung der Ursache und Planung der notwendigen Maßnahmen. Eine Möglichkeit dafür ist die stetige Überprüfung der Funktion von Fettabscheideranlagen und Minimierung des Einleitens von Abwässern, die die Geruchsbildung im Kanal begünstigen.

3 Land- und Forstwirtschaft

Herausforderungen der Klimaanpassung für die Landwirtschaft

Anforderungen an die Leistungen und Funktionen der Landwirtschaft, wie z. B. die nachhaltige Produktion von hochwertigen Nahrungsmitteln und sonstigen Bioressourcen (z. B. nachwachsende Rohstoffe zur stofflichen und energetischen Nutzung), die Landschaftspflege/-gestaltung und die Bereitstellung von Umwelt- und Ökosystemdienstleistungen, aber auch die Anforderungen an den landwirtschaftlichen Umwelt- und Ressourcenschutz (Gewässer, Boden, Luft, Klima, Biodiversität etc.) werden zukünftig unter Klimawandelbedingungen ansteigen. Durch die zu erwartenden Änderungen von Temperatur und Niederschlag und deren räumlicher und zeitlicher Verteilung, aber auch v. a. durch Veränderungen von Extremereignissen in Häufigkeit und Intensität, wie lokale Starkniederschläge, Hagel- und Sturmereignisse, Dürre und Trockenperioden sowie Hochwasser, ergeben sich zunehmend folgende Gefahrenpotenziale:

- Erosion, Oberflächenabfluss, Stoffeinträge in Oberflächengewässer,
- Hochwasser,
- Nitratauswaschung in feuchten Perioden, geringere Nährstoffverfügbarkeit in Trockenperioden,
- THG-Emissionen bei steigenden Temperaturen,
- Humusabbau v. a. in höheren Lagen und
- verminderte Wirkung von Pflanzenschutzmitteln und Einwanderung neuer Arten.

Somit werden Mehraufwendungen und eine umfassende Anpassung an den Klimawandel erforderlich. Durch den Klimawandel verknappt sich zudem die Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen für Wachstum und Produktion. Eine mögliche Veränderung im Wasserdargebot und der Verfügbarkeit von Nährstoffen kann langfristig in bestimmten Regionen (z. B Heide – und Teichgebiet) zu einer Reduktion der Produktivität aktuell genutzter landwirtschaftlicher Systeme führen. Darüber hinaus kommt es zu einer verstärkten regionalen Ausdifferenziertheit der Probleme. Nachfolgend werden die Herausforderungen und Betroffenheiten, denen sich die sächsische Landwirtschaft mit Acker-, Obst- und Weinbau stellen muss, kurz aufgezeigt. Grundlage der nachfolgenden Ausführungen ist die „Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel" (SMUL 2009) und die entsprechenden „Fachlichen Grundlagen zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel" (LfULG 2009b), in denen sich u. a. auch weiterführende Hinweise und Literatur finden lassen, ebenso unter: www.smul.sachsen.de/lfulg, (siehe auch Literaturangaben im Text).

Im Bereich **Acker- und Pflanzenbau** ist unter den für die Region zu erwartenden Klimaveränderungen der nächsten Dekaden davon auszugehen, dass die **Ertrag**svariabilität infolge häufigerer Extremereignisse, wie längeren Trockenphasen in Verbindung mit hohen Temperaturen, aber auch Starkniederschlägen und Feuchteperioden, sowie lokalen Hagel-, Sturmereignissen und Spätfrösten weiter zunehmen wird und die Ertragsstabilität tendenziell abnimmt. In Jahren mit günstiger Niederschlagsverteilung und ohne extrem hohe Temperaturen werden standortabhängig sehr hohe Erträge, z. B. auch durch Ausschöpfung des gestiegenen Ertragspotenzials neuer Sorten möglich sein (LfULG 2009a, b). Dagegen sind drastische Ertragsdepressionen bei zeitig einsetzendem Wassermangel während der Hauptvegetationsperiode in Verbindung mit hohen Temperaturen, wie z. B. in den Jahren 2003 und 2007, zu erwarten. Vor allem leichte und flachgründige Böden mit geringem Wasserspeichervermögen im nördlichen Teil der Modellregion Dresden werden hiervon betroffen sein. Die feucht-kühlen Verwitterungsstandorte im Süden (Mittelgebirgslagen und Vorland) werden künftig vom Temperaturanstieg und der verlängerten Vegetationszeit eher profitieren können, vorausgesetzt die Wasserversorgung ist in den pflanzenbaulich wichtigen Entwicklungsabschnitten relativ ausgeglichen. Auf fehlende Niederschläge reagieren aber auch flachgründige Verwitterungsböden mit ähnlichen Ertragsausfällen wie Sandstandorte. Die tiefgründigen Lössstandorte sind aufgrund ihrer hohen Wasserspeicherkapazität und -nachlieferung aus dem Boden in der Lage kürzere Trockenperioden zu kompensieren, so dass hier auch künftig hohe und relativ stabile Erträge zu erwarten sind. Grundsätzlich wird bei zunehmendem Trockenstress in der Vegetationsperiode das Wasserspeichervermögen des jeweiligen Standortes eine ausschlaggebendere Bedeutung für die Höhe und die Stabilität des Ertrages erlangen. Hinsichtlich der angebauten Kulturen werden generell die Winterungen durch eine längere Herbstentwicklung und das zeitigere Einsetzten des Wachstums im Frühjahr begünstigt und können zusätzlich die während des Winters aufgefüllten Bodenwasservorräte gut zur Ertragsbildung nutzen. Die Sommerkulturen, insbesondere Mais, hingegen dürften künftig zunehmend unter Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit leiden, was die Höhe und die Stabilität der Erträge negativ beeinflusst. Bei optimaler Umsetzung geeigneter Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel können die Auswirkungen auf den Acker- und

Pflanzenbau in der Modellregion Dresden zumindest auf ein Minimum beschränkt werden. Allerdings wird die Häufigkeit des Auftretens und die Intensität von Extremereignissen, v. a. von Hitze- und Trockenperioden, Hagel und Starkniederschläge, sowie die Veränderungen der Niederschlagsverteilung in der Vegetationsperiode künftig die Hauptprobleme des Acker- und Pflanzenbaus in der Modellregion Dresden sein.

Auch **Nährstoffverfügbarkeit, Bodenfruchtbarkeit und Humusgehalte** sind vom Klimawandel betroffen. *Zunehmende* Wetterextreme und eine wachsende Klimavariabilität führen in der Modellregion Dresden zu einer Zunahme der Variabilitäten hinsichtlich Bodenwassergehalten und Ertragshöhe. Folglich werden auch die Nährstoffentzüge und damit der Düngebedarf größeren Schwankungen unterworfen sein. Hinzu kommt, dass die Verfügbarkeit der Nährstoffe unter Trockenbedingungen stark gemindert ist, diese aber auch unter sehr feuchten Bedingungen Auswaschungsprozessen (z. B. winterliche Nitratauswaschung auf leichten und flachgründigen Standorten) unterliegen. Daher sind künftig Düngesysteme zu entwickeln und neue Applikationstechniken anzuwenden, die flexibel auf die Witterungsbedingungen während der Wachstumsperiode reagieren können. Durch den zu erwartenden Klimawandel mit steigenden Temperaturen, abnehmenden Niederschlägen v. a. im Frühsommer und veränderter Niederschlagsverteilung (→ Teil I) werden sich auch der Humusabbau und damit auch die Stickstofffreisetzung und andere im Humus gebundene Nährstoffe (P, S) besonders in Vorgebirgslagen verstärken. Der Temperaturanstieg bewirkt nach LfULG (2009a, b) eine Abnahme des Humusgehaltes durch Freisetzung an CO_2 und aller Voraussicht nach auch eine Erhöhung der N_2O-Emissionen auf Grund der mineralisierten N-Äquivalente aus dem Humus. Die Freisetzung dieser Spurengase kann wiederum tendenziell zur Verstärkung des Klimawandels beitragen.

Die im Rahmen des Klimawandels im Trend zu erwartende Zunahme der Intensität von Starkregenereignissen insbesondere im Sommerhalbjahr, führt zu einer Zunahme der **Wassererosionsgefährdung** v. a. auf schluffreichen, stärker geneigten Ackerböden der Löss- und Sandlössregionen (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz). Vor allem bei konventioneller Bodenbearbeitung mit dem Pflug und im Zeitraum direkt nach der Saatbettbereitung bis zur Ausbildung eines schützenden Pflanzenbestandes führen hier Starkniederschläge zu einer Zunahme des Oberflächenabflusses durch infiltrationshemmende Oberflächenverschlämmung und einer verminderten Infiltration (LfULG 2009a, b). Somit kommt es vor allem auf stärker geneigten, großen, strukturarmen Schlägen zu verstärkter Erosion mit möglichen on-site Schäden (z. B. Beeinträchtigung der Bodenfunktionen wie Filter-, Puffer- und Speicherfunktion für Nährstoffe und Niederschlagswasser, Verletzung und Vernichtung von Kulturpflanzen, Verlagerung von Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln) und off-site Schäden (z. B. Einträge von Sedimenten, Nähr- und Schadstoffen in Gewässer, Verschmutzung von Verkehrswegen, Siedlungsflächen und Gräben). Die diluvialen, weitgehend ebenen Ackerflächen im nördlichen Bereich der Modellregion Dresden (Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal) sind wegen der dort vorherrschenden feinsandreichen Böden winderosionsgefährdet. Besonders betroffen sind trockene, nichtbedeckte Flächen mit hohem Feinsandanteil bei gleichzeitig windoffener Landschaft. Vergleichbar zur Wassererosion tritt Winderosion besonders auf ausgedehnten und konventionell mit dem Pflug bearbeiteten Ackerflächen im Zeitraum nach der Saatbettbereitung bis zum Aufwuchs einer schützenden Pflanzendecke auf (LfULG 2009a, b). Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass ein großer Teil der stark winderosionsgefährdeten Flächen in der Region unter Wald- oder Grünlandnutzung steht.

Die klimatischen Veränderungen werden sich auch auf den Druck durch **Pflanzenkrankheiten, Unkräuter und Schädlinge** auf landwirtschaftliche Kulturen auswirken. Steigende Temperaturen in Verbindung mit sinkenden Niederschlägen v. a. im Frühsommer sowie ungünstige Temperatur- und Niederschlagsverteilungen in den entscheidenden Vegetationsabschnitten können das Spektrum an **Krankheitserregern** und deren Bedeutung verändern. Weiterhin können z. B. Hitze- oder Kältestress, heftige Regenfälle, Schadstoffe, UV-Strahlung und mangelhafte Ernährung der Pflanzenbestände einen Krankheitsausbruch begünstigen. Zukünftig werden tendenziell Wärme liebende Krankheiten, denen kurze Feuchte- oder Tauphasen zur Ausbreitung ausreichen, zunehmen (z. B. Brand- und Rostpilze), wohingegen Krankheiten, die für ihre Entwicklung Niederschläge und längere Feuchtephasen und eher mäßig warme Bedingungen benötigen (z. B. der Rhynchosporium Blattfleckenkrankheit der Gerste, der Blatt- und Spelzenbräune des Weizens sowie der Krautfäule an Kartoffeln) tendenziell eher abnehmen. Dennoch ist in einzelnen Jahren auch mit stärkeren Ausbreitungen solcher Krankheiten zu rechnen. Mildere Winter können zu raschem und heftigerem Ausbruch von einzelnen Krankheiten (z. B. echtem Mehltau, Zwergrost, Gelb- und Braunrost) im Frühjahr führen. Weiterhin können insbesondere nach milden Wintern häufig Viruskrankheiten auftreten, die durch Blattläuse oder Zikaden übertragen werden (LfULG 2009a, b). Das Wachstum von **Unkräutern** wird ebenso wie das landwirtschaftlicher Kulturen durch veränderte Klimabedingungen beeinflusst. Unkräuter können bei einer Erwärmung mehrere Generationen in einem Jahr hervorbringen, damit könnte ihre Verbreitung generell zunehmen. Bei zunehmend milderen Wintern

könnten Herbstkeimer, wie z. B. Ackerfuchsschwanz, Klettenlabkraut, Taubnessel, Ehrenpreis und Stiefmütterchen Vorteile haben und z. B. im Frühjahr ein fortgeschrittenes Entwicklungsstadium erreichen. Dies kann zu Minderwirkungen beim Einsatz von Herbiziden führen. Des Weiteren können durch klimatische Veränderungen neue Unkrautarten aus wärmeren Klimaten auftreten. Nach LfULG (2009a, b) lässt sich die Tendenz der Ausbreitung wärmeliebender Arten bereits heute am Beispiel der Arten Samtpappel, Weißer Stechapfel, Giftbeere oder Beifußblättrige Ambrosie erkennen. Hinsichtlich der **Schädlinge** könnten wärmeliebende Insekten (z. B. Kartoffelkäfer und Blattläuse) tendenziell zunehmen. Bei milderen Wintern wird eine zunehmende vitale Überwinterung von Schädlingen und damit ein höherer und früherer Befallsdruck im darauffolgenden Frühjahr erwartet. Dies kann im Frühjahr auch zu einer explosionsartigen Vermehrung mit der Folge einer stärkeren Selektion zur Anpassung an die Wirkmechanismen der Pflanzenschutzmittel führen. Bei hohen Temperaturen und zunehmender Trockenheit im Behandlungszeitraum von Pflanzenschutzmitteln wird deren Wirkung vermindert und unsicherer. Zum Beispiel wirken bei Trockenheit Blattherbizide schlechter wegen der Ausbildung einer starken Wachsschicht der Zielpflanzen und Bodenherbizide schlechter wegen verminderter Wirkstoffaufnahme. Ebenso erhöht sich auch die Gefahr von Phytotoxizität bei Anwendung unter trockenen Bedingungen (Herbizide, Wachstumsregulatoren, z. T. auch Fungizide, LfULG 2009a, b). Die beschriebenen Auswirkungen werden v. a. in den Regionen der Sächsischen Heide- und Teichlandschaften mit vorwiegend sehr leichten Böden aber auch teilweise in den Sächsischen Lössgebieten auftreten. Die Vorgebirgslagen bzw. die kühleren und feuchten Verwitterungsstandorte im Süden Sachsens werden dagegen eher weniger betroffen sein.

Im Bereich des **Gartenbaus** können eine längere Vegetationsperiode und höhere Temperaturen zu einer Änderung in der Anbauwürdigkeit wirtschaftlich interessanter **Obst**sorten führen (z. B. div. Apfelsorten). Lange, warme Herbstperioden können z. B. beim Apfel für etwa 10 % größere Früchte sorgen (LfULG 2009a, b), so dass der Ertrag und die Fruchtqualität steigen. Ein früherer Knospenaufbruch infolge milderer Winter erhöht jedoch die Spätfrostgefahr bei allen früh blühenden Obstarten, besonders bei Süßkirschen und Birnen. Gleichzeitig steigt jedoch mit dem Ausbleiben ausreichend langer Perioden mit Temperaturen unter 7 °C die Gefahr von Austriebsstörungen bei den Baumobstarten. Sommerliche Hitzeperioden mit extrem hohen Temperaturen können zu erheblichen Qualitätseinbußen durch Sonnenbrandschäden führen. Auf der anderen Seite werden sich durch die erhöhte Sonneneinstrahlung die Ausfärbung und der Zuckergehalt der Früchte erhöhen. Langanhaltende Hitzewellen im Sommer in Verbindung mit Trockenheit können zu Ertrags- und Qualitätsverlusten führen. Ein Anbau von qualitativ hochwertigen Früchten wird beim Kern- und Beerenobst vorrangig mit Zusatzbewässerung möglich sein. Durch starken Regen während der Ernte wird die Qualität von Süßkirschen (Platzen der Früchte), Erdbeeren und Himbeeren enorm beeinträchtigt. Besonders gefährlich für alle Obstarten sind Hagelschläge. Der Schutz der Apfelanlagen vor Hagel wird ein zentrales Problem im Kernobstanbau. Beim Pflanzenschutz ist, wie im Ackerbau, mit der Einwanderung bisher in Sachsen nicht vorkommender Wärme liebender Schädlingsarten zu rechnen. Die Verlängerung der Vegetationsperiode führt bei Schädlingen auch zu einer Vervielfachung von Generationen sowie stärkeren Populationen. Beim Apfelwickler ist diese Tendenz schon heute nachweisbar (LfULG 2009a, b). Ansteigen wird die Bedeutung von Krankheiten wie Feuerbrand und Apfeltriebsucht.

Im **Weinbau** werden auf Grund des projizierten Temperaturanstiegs der Rebaustrieb und die Traubenreife in Zukunft tendenziell früher einsetzen. Bestehen bleibt die Gefahr durch Spätfröste. Die Anbauwürdigkeit von Sorten mit hohem Temperaturanspruch steigt. Der Rebsortenspiegel kann sich dadurch verändern. Spät reifende Sorten wie 'Riesling' und 'Spätburgunder' werden profitieren. Für Rotweinsorten wird sich die Anbaueignung in Sachsen verbessern. Hohe Temperaturen bei gleichzeitig lang anhaltender Trockenheit erzeugen jedoch Stresssituationen bei den Reben, die in Verbindung mit hohen Erträgen zu einer schlechteren Weinqualität führen können. Die Gefahr von Trockenstress wird besonders an Standorten mit flachgründigen Böden ansteigen. Auch im Weinbau könnte dadurch die Zusatzbewässerung zur Absicherung von Ertrag und Qualität unter veränderten Klimabedingungen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Durch die Zunahme von Starkregen erhöht sich die Erosionsgefahr besonders in Steillagen. Auf Grund von extremen Hagelereignissen sind hohe Ertrags- und Qualitätsverluste zu erwarten. Die Intensität der UV-B-Strahlung wird tendenziell zunehmen, was eine veränderte Zusammensetzung von Most- und Weininhaltsstoffen zur Folge haben kann. Hohe Einstrahlungen können auch hier zu Qualitätseinbußen durch Sonnenbrandschäden führen. Im Schaderregerspektrum ist mit der Zunahme des Auftretens von Zikaden und Traubenwicklerarten zu rechnen. Die Veränderungen in den Niederschlagsverhältnissen lassen eine Verschiebung der Gewichtung vom Falschen zum Echten Mehltau erwarten (LfULG 2009a, b).

Einhergehend mit den projizierten Temperatursteigerungen und der Verlängerung der Vegetationsperiode wird es im **Gemüsebau** zu einer Verlängerung der Anbaudauer sowie zur Ernteverfrühung bei vielen Gemüsearten kommen. Unter den Gemüsearten wird es Verschiebungen in Richtung Wärme liebender Arten geben. Der Anbau von Buschbohnen, Freilandgurken, Kürbisgewächsen,

Tomaten sowie Spargel kann dadurch profitieren. Langanhaltende Hitzewellen und Trockenheit bedingen neben Ertragsminderungen zusätzlich qualitative Beeinträchtigungen an den Erntepro-dukten, wodurch ihre Vermarktungsfähigkeit stark eingeschränkt wird. Zukünftig wird dadurch der Anbau von Feldgemüse wie auch von Obst und Sonderkulturen ohne Zusatzbewässerung nicht mehr wirtschaftlich vertretbar sein. Schon heute wird in Sachsen der Anbau von Gemüse ohne Zu-satzbewässerung, mit Ausnahme bei Gemüseerbsen und Zwiebeln, nicht empfohlen (LfULG 2009a, b). Extremereignisse (Hagel, Starkregen) haben auf das Gemüse katastrophale Auswirkungen. Neben erosionsbedingten Schäden (→ Ackerbau) ist meist mit dem kompletten Verlust der Ver-marktungsfähigkeit der Produkte und somit einem Totalausfall zu rechnen. Schäden durch Krank-heiten und Schädlinge werden in der Zukunft zunehmen. Ein Anstieg, speziell von Bakteriosen so-wie vektorenübertragbaren Virosen, ist zu erwarten. Einzelne Pilzarten, wie z. B. Echte Mehltaupilze oder Wärme und Trockenheit liebende bodenbürtige Arten (Phoma spp., Fusarium spp.), werden je nach Witterungsverlauf in ihrer Schadwirkung stärker in Erscheinung treten. Ein zunehmendes Auf-treten tierischer Schaderreger (z. B. Kohlmottenschildlaus, Thripse, Schad-Lepidopteren) aufgrund milderer Winter ist zu erwarten. Für den Gartenbau lässt sich feststellen, dass besonders die zu erwartenden Klimaextreme für die Branche enorme Kostenbelastungen zur Absicherung der Erzeu-gung bereits innerhalb des Zeitraums bis 2020/2030 verursachen werden. Schwerpunkte liegen in der Erschließung und Sicherstellung der Wasserversorgung der Bestände sowie in der Errichtung von Schutzeinrichtungen gegen extreme Wetterereignisse (Starkregen, Hagel, Sturm) für beson-ders wertvolle Obstkulturen.

Herausforderungen der Klimaanpassung für die Forstwirtschaft

Der Klimawandel in der Region führt zu Standortveränderungen, die durch abnehmende Nieder-schläge während der Vegetationsperiode charakterisiert sind. Dabei unterscheidet sich die **klimati-sche Ausgangssituation** des nördlichen und südlichen Teils der Modellregion grundlegend. Wäh-rend die Tief- und angrenzenden Hügellandbereiche sowie das Elbtal bereits heute eine negative klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode aufweisen, ist das Verhältnis zwischen Nieder-schlagsangebot und potenzieller Verdunstung in den Berglagen noch positiv oder zumindest ausge-glichen. Dieser Zustand wird sich allerdings in den nächsten Jahrzehnten gravierend verändern. Im Tief- und Hügelland gehen die Klimaprojektionen von einer Veränderung der klimatischen Wasser-bilanz aus, welche überwiegend „nur" den Übergang in die nächst trockenere dynamische Klimastu-fe zur Folge hat. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Baumartenzusammenset-zung, die Waldstruktur und das Waldwachstum bzw. die Ertragsleistung in diesem Gebiet bereits heute durch die Wasserversorgung während der Vegetationsperiode und temporären Trockenstress charakterisiert werden. Die gravierendsten Veränderungen sind allerdings in den Mittelgebirgslagen zu erwarten. In den nächsten 90 Jahren ist im Extremfall von einem Gradienten von bis zu vier Klimastufen auszugehen. Als Konsequenz vollzieht sich der Übergang vom aktuellen Wasserüber-schuss zu einem Defizit in der Wasserversorgung der Wälder (→ REGKLAM-Produkt 3.3.2c). Nega-tive Auswirkungen auf die Grund- und Quellwasserneubildung sind zu erwarten. Das Osterzgebirge als Bestandteil der Modellregion Dresden ist hiervon in besonderem Maße betroffen.

Mit dieser Tendenz verändern sich die Produktionsbedingungen für die Forstwirtschaft in folgender Weise:

Die Prädisposition der Fichtenforste in der ***Standortregion Mittelgebirge*** gegenüber Buchdru-ckerbefall nimmt generell zu. Damit steigt das Risiko von großflächigen, destruktiv wirkenden Buchdruckerkalamitäten. Die Wirkung eines Höhen- bzw. Temperaturgradienten auf die Populati-onsdynamik des Buchdruckers wird hingegen zunehmend abgeschwächt. Die fortschreitende Tem-peraturerhöhung bedingt eine Häufung von Nassschnee-Ereignissen. Dabei kann nicht mehr von einer Nassschneezone im bisherigen Sinne ausgegangen werden, d. h. durch Nassschnee bedingte Kalamitäten können in der gesamten Region auftreten. Disponiert sind sowohl Fichtenbestände etwa bis zur Phase des allmählich abnehmenden laufenden Höhenzuwachses, als auch Buchen- und Eichenbestände etwa bis zur Kulmination des laufenden Höhenzuwachses. Eine signifikante Zu-nahme von Sturmereignissen ist bisher nicht nachgewiesen. Die Schadverteilung und Schadensin-tensität nach Kyrill, Emma und Lancelot folgt der durch den Standort (Höhe über NN, Bodeneigen-schaften, Exposition), die Bestandeslagerung (äußere räumliche Ordnung) und die Bestandeshöhe determinierten Prädisposition in Verbindung mit der Disposition von Einzelbäumen und Beständen zum Zeitpunkt des Schadereignisses. Gleichzeitig steigt von den Kamm- bis in die mittleren Berg-lagen des Osterzgebirges, wo in der Vergangenheit das Wärmeangebot das Baumwachstum limi-tiert hat, bei ausreichender Wasserversorgung die Produktivität der Fichten-forste. Im Gegensatz dazu ist in den unteren Berglagen und auf trockenheitsdisponierten Standorten der mittleren Berg-lagen mit einem Produktivitätsrückgang der Fichtenbestände bis zum Totalausfall zu rechnen. Ins-gesamt kann auf Standorten, wo der Bodenwasserhaushalt oder die Exposition eine tendenziell

negative klimatische Wasserbilanz ausgleichen, eine Temperaturerhöhung eine steigende Produktivität der Fichtenforste bedingen. Demgegenüber nimmt das Produktionsrisiko mit der Disposition gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren zu. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass sich die Wuchsleistung gegenläufig zur ökologischen Stabilität der Fichtenforste entwickelt. Da Fichtenforste auch noch in den nächsten Jahrzehnten im Mittelgebirgsraum dominieren werden, nimmt die Eintrittswahrscheinlichkeit von großflächigen funktionalen Einbrüchen (z. B. Holzproduktion, Abflussregulation, Erosion) in dieser Standortsregion zu.

Die ***Standortsregion Lösshügelland*** nimmt nur einen geringen Raum der Untersuchungsregion ein. Für den Waldzustand im Lösshügelland sind zwei waldökologisch und funktional konträre Situationen charakteristisch: ökologisch instabile Fichtenreinbestände mit hohen funktionalen Risiken mit dabei eingeschlossener Degradation von physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften und ein breites Spektrum von Beständen aus standortsgerechten Baumarten mit einem hohen Anpassungspotenzial gegenüber den Veränderungen von klimatischen Standortsfaktoren. Aus diesem Bestandesmosaik resultiert ein hohes spontanes Ausbreitungspotenzial von standortgerechten Baumarten, welches für die Überführung insbesondere von Kiefern- und Birkenreinbeständen in standortgerechte Wirtschaftswälder genutzt werden kann.

In der ***Standortsregion Tiefland*** liegen die realen und projizierten Veränderungen von klimatischen Standortsfaktoren im Rahmen der physiologischen (fundamentalen) Nische der Stieleiche und der Kiefer. Eine zunehmende Prädisposition der Kiefernbestände gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren kann bisher nicht nachgewiesen werden. Dieser Status kann sich allerdings im Fall von Arealverschiebungen und veränderter Fluktuation von forstlich relevanten kambio- und phyllophagen Insekten grundlegend ändern. Die Resilienz der Kiefernforste ist insbesondere durch das geringe Potenzial zur natürlichen Verjüngung stark eingeschränkt. Das Potenzial zur Ausbreitung von standortsgerechten Mischbaumarten in den Kiefernbeständen ist überwiegend gering, unterliegt aber, zunächst unabhängig von der Verbissbelastung, einer ausgeprägten regionalen bis örtlichen Differenzierung. Insbesondere auf Standorten mit höheren Feinbodenanteilen schöpft die Kiefer das Leistungspotenzial der Standorte auch bei einer Veränderung der klimatischen Standortfaktoren nicht aus. Gleiches gilt für das landschaftsökologische Wirkungspotenzial (z. B. Einfluss auf die Grundwasserneubildung und –qualität).

Leitbild

„Multifunktionale, resiliente Kulturlandschaft"

Die beiden Sektoren Land- und Forstwirtschaft verfolgen das Leitbild der langfristigen Sicherung einer stabilen, funktionsfähigen Kulturlandschaft, die nachhaltig mit hoher Ertragssicherheit Biomasse und Wirtschaftsleistungen produziert und Ökosystemdienstleistungen erbringt. Diese umfassen

- die Bereitstellung von lebenswichtigen Bioressourcen (Nahrungsmittel, Futtermittel, Rohstoffe, Energieträger),
- die Regelung und den Schutz abiotischer Ressourcen (Boden, Wasser und Luft),
- den Schutz biotischer Ressourcen (Biodiversität) und
- die Bereitstellung von Lebens- und Erholungsraum, aber auch den direkten Beitrag zur regionalen Wirtschaft (Arbeitsplätze in Produktion und Dienstleistung, regionale Cluster und Struktursicherung des ländlichen Raumes).

Für beide Sektoren stellt die Bereitstellung zahlreicher Ökosystemdienstleistungen das zentral steuernde Element der Bewirtschaftung und der Bewertung von Klimawandelfolgen dar. Das integrative Anpassungskonzept an den Klimawandel soll durch die Berücksichtigung von Wechselwirkungen die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen verschiedener Bereiche ermöglichen. Nach dem Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005) werden die Ökosystemdienstleistungen in bereitstellende (z. B. Nahrung, Tierfutter, Rohstoffe wie Holz und Fasern), regulierende (z. B. Regulierung von Klima, Überflutungen, Wasserqualität), kulturelle (z. B. Erholung, Naturtourismus, ästhetisches Vergnügen, Erhaltung dörflicher Strukturen) und unterstützende Dienstleistungen (z. B. Bodenbildung, Nährstoffkreislauf, Erhaltung der genetischen Vielfalt) unterteilt. Neben den Ökosystemdienstleistungen müssen jedoch auch ökonomische Leistungen, wie z. B. die Bereitstellung von Arbeitsplätzen oder die Wertschöpfung aus Absatz in die Analyse von Wechselwirkungen zur Abwägung von Anpassungsoptionen einbezogen werden. Die Leistungen, die von der Landwirtschaft im ländlichen Raum erbracht werden, dienen nicht nur einem Wirtschaftszweig oder einer

Zielgruppe, sondern haben unmittelbaren Einfluss auf alle Verbraucher, Kultur und Landschaft. Neben den unmittelbar wirtschaftlich anrechenbaren Leistungen übernimmt die Landwirtschaft noch eine Reihe von Aufgaben, die dem Gemeinwohl dienen, derzeit aber noch nicht monetär bewertet sind. Für die Forstwirtschaft trifft das noch in einem weitaus höheren Maße zu. Gemeinsam übernehmen die sächsische Land- und Forstwirtschaft die Pflege und Erhaltung von ca. 1,52 Mio. ha Landwirtschafts- und Waldflächen, das sind 82,5 % der Gesamtfläche Sachsens (LfULG 2009a). Eine multifunktionale, resiliente Kulturlandschaft kann nur dann erhalten werden, wenn die Ökosystemdienstleitungen ausgeglichen entwickelt werden. Der Beitrag der Land- und Forstwirtschaft zum **Ressourcenschutz** und zur **Sicherung der Multifunktionalität des ländlichen Raumes** hat eine große Bedeutung für die Gesellschaft (→ Abbildung II-3.1). Diese steigt unter den Bedingungen des Klimawandels noch an und macht eine umfassende Anpassung der Landwirtschaft und der Waldökosysteme als langlebiges Produktionsmittel der Forstwirtschaft an Klimaveränderungen wie Temperatur- und Niederschlagsveränderungen und Extremereignisse (Hagel, Starkniederschläge, Trockenheit, Sturm, zunehmende Disposition gegengegenüber biotischen Schadfaktoren) zu deren Sicherung notwendig.

Abbildung II-3.1: Landwirtschaft und Ressourcenschutz (SMUL 2007)

Neben den klimatischen Veränderungen der nächsten Dekaden sind auch die Veränderungen anderer Sektoren für die landwirtschaftliche Produktion, und damit auch für die Anpassungsmöglichkeiten ausschlaggebend. Abbildung II-3.2 zeigt qualitativ mögliche Entwicklungen bis 2030.

Bei einer zunehmenden Globalisierung der Weltagrarmärkte und Liberalisierung des Weltagrar- und Holzhandels und gleichzeitig weiter sinkenden Subventionen werden die land- und forstwirtschaftlichen wirtschaftlichen Betriebe einem zunehmenden Wettbewerbsdruck ausgesetzt sein und konkurrieren mit Produzenten aus anderen Regionen der Welt.

Für die Weltforstwirtschaft gilt, dass diese im Gegensatz zum integrativen System der Waldbewirtschaftung in den mitteleuropäischen Kulturlandschaften strikt segregativ an der Holzproduktion bzw. Holznutzung ausgerichtet ist. Weltweit erfolgt die Sicherung der Rohstoffbasis von Forst-Holz-Industrie-Komplexen (Konzernen) in Plantagen bzw. durch eine exploitative Holznutzung. Auf Grund von zunehmenden Transportkosten, einer tendenziell höheren Veredelung und zunehmenden Importrestriktionen für Rohholz nimmt die Bedeutung der Holzbereitstellung aus der Region zu. Bereits heute besteht eine erhebliche Deckungslücke gegenüber dem realen regionalen Holzbedarf. Des Weiteren wird der Beitrag der Forstwirtschaft zum Klimaschutz weniger durch die forstliche Urproduktion als durch die Holzverwendung bestimmt. Die Substitution von fossilen Rohstoffen durch eine innovative Holzverarbeitung und von fossilen Energieträgern durch Holz wird zu einer anhaltend hohen Nachfrage führen. Aus dieser Entwicklung folgen enorme Chancen für die Forstwirtschaft der Region.

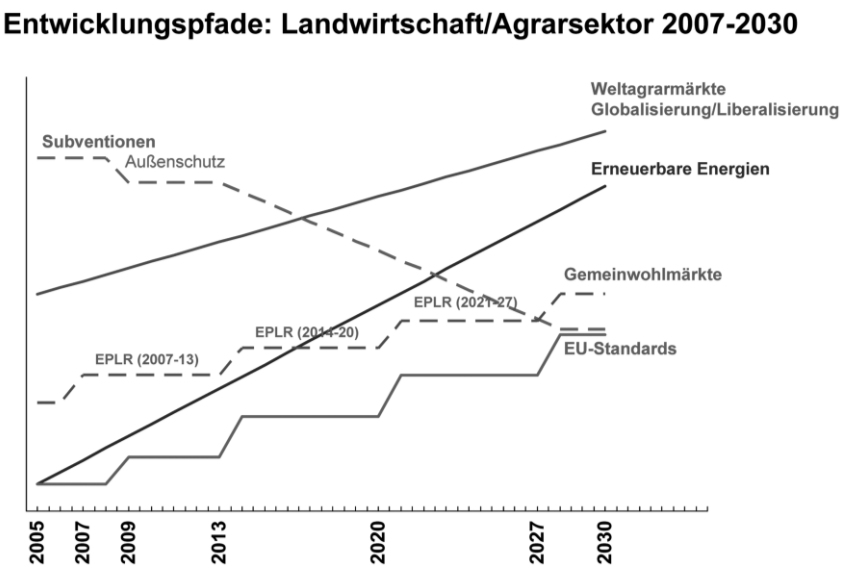


Abbildung II-3.2: Entwicklungspfade: Landwirtschaft/Agrarsektor 2007-2030 (SMUL 2007, verändert)

Demgegenüber sind die Chancen für die Landwirtschaft differenzierter zu bewerten. Die stärker ausgeprägte globale Konkurrenz zwingt zur Kostensenkung und damit zum effizienteren Einsatz von Betriebsmitteln (z. B. Düngern und Pflanzenschutzmitteln). Auf der anderen Seite steigt dadurch auch die Variabilität der zu erzielenden Preise, da die Preisschwankungen auf den Weltmärkten unter den Bedingungen des Klimawandels zunehmen werden.

Auch bei einem grundsätzlichen Erhalt des EU-Agrarmodells über 2013 hinaus sind abnehmende Direktzahlungen (1. Säule) zu erwarten. Bei steigenden Anforderungen der Gesellschaft an den Landwirtschaftssektor bleiben Ausgleichzahlungen in der 2. Säule auch in Zukunft notwendig.

Handlungsschwerpunkte

Ein erklärtes Ziel besteht darin, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit der sozio-ökologischen Wirkungsgefüge in den beiden Sektoren auch unter veränderten klimatischen Rahmenbedingungen zu erhalten. Dies beinhaltet die Entwicklung und Bereitstellung geeigneter Anpassungsmaßnahmen durch eine angepasste Wirtschaftsweise innerhalb beider Sektoren sowie ggf. die Nutzung von Übergangsformen (KUP, Agroforstsysteme, Gehölzstreifen/Feldgehölze, Integration schnellwachsender Baumarten in einen ökologisch orientierten Waldbau). Das schließt eine etwaige Veränderung prioritärer Nutzungssysteme auf Flächen mit besonderen Klimawandelrisiken (Trockenheit, Erosion) oder einer Verminderung bislang standörtlich limitierender Faktoren durch Klimawandel (in Erzgebirgslagen ggf. weiter rückgängige Aufforstungsaktivitäten) ein.

In der Modellregion ist die Robustheit der forst- und landwirtschaftlichen Systeme zu fördern. Neben den betroffenen Forst- und Landwirten sind vor allem regionale Entscheidungsträger sowie Planungsinstitutionen gefragt, regional wirksame und konsistente Pläne zu entwickeln, um auf regionaler Ebene eine Wirksamkeit zu erzielen. Alle Anpassungsmaßnahmen sollten unter der Prämisse des Klimaschutzes geprüft werden; auch im Rahmen der Klimawandelanpassung ist die Minimierung der Emission von Treibhausgasen ein zentrales Ziel.

Handlungsschwerpunkte in der Landwirtschaft für unterschiedliche Teilregionen:

Vor dem Hintergrund sich ändernder Randbedingungen aufgrund klimatischer Veränderungen ist die Förderung der Robustheit und die Stabilisierung, Erhaltung und Verbesserung der Funktionsfähigkeit landwirtschaftlicher Nutzungssystem das Leitprinzip für die Anpassung an den Klimawandel. Auf Grundlage der nachfolgenden regionalen Handlungsschwerpunkte und daraus abgeleiteter Ziele werden in den erarbeiteten Maßnahmen eine Vielzahl von Anpassungsmöglichkeiten der Landwirtschaft (Acker-, Obst- und Weinbau) aufgezeigt, welche die möglichen Auswirkungen klimatischer Veränderungen (→ Kapitel I.2) in der Region minimieren und so eine optimierte, sektoren- und regionsbezogene Anpassung ermöglichen sollen. Viele der vorgeschlagenen Maßnahmen beinhalten Synergien zu anderen Themenbereichen; insbesondere zu Naturschutz, Wasserwirtschaft und Wassergütemanagement. Hinsichtlich der Ziele und Maßnahmen wird auf Grundlage der unterschiedlichen Randbedingungen und damit auch Betroffenheiten eine Unterteilung in drei Bodenregionen vorgenommen:

- D-Standorte: Böden diluvialer Herkunft, meist sandige Substrate, im nördlichen Teil der Modellregion Dresden,
- Lö-Standorte: Löss- und Sandlössböden im mittleren Teil der Region und
- V-Standorte: Verwitterungsböden der Mittelgebirgs- und Vorgebirgslagen im südlichen Teil der Region.

1. Steigerung der Robustheit landwirtschaftlicher Nutzungssysteme; Risikomanagement

Um die negativen Folgen klimatischer Veränderungen für die Landwirtschaft zu minimieren und gegebenenfalls auch Chancen der Klimaänderung zu nutzen, kommt der Steigerung der Robustheit landwirtschaftlicher Systeme eine zentrale Bedeutung zu. Bei zunehmender Variabilität des Wetters im Vegetationsverlauf und zunehmender Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen müssen die landwirtschaftlichen Systeme an diesen veränderten Bedingungen ausgerichtet werden, um auch zukünftig eine nachhaltige Produktion von Nahrungs-, Futtermitteln und Energieträgern in der Region sicher zu stellen. Ein umfassendes (betriebliches) Risikomanagement, das auf diese Veränderungen ausgerichtet ist, stellt ein wesentliches Element dar. Ein Ziel ist z. B. ein angepasstes Düngemanagement, um eine ausreichende Nährstoffversorgung sicher zu stellen und Auswaschungsprozessen vorzubeugen. Weiterhin kann mit angepassten Bodenbearbeitungsverfahren Erosion verhindert und der Bodenwasserhaushalt positiv beeinflusst werden.

2. Sicherung einer ausgewogenen und nachhaltigen Produktion von qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln und Energieträgern und Sicherung der Wasserversorgung

Primäre Aufgabe der Landwirtschaft ist die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln von hoher Qualität. Um dieser Aufgabe in Zukunft, unter veränderten Klimabedingungen und steigendem Anspruch der Produktion nachwachsender Rohstoffe, gewachsen zu sein, ist die Sicherung, Umsetzung und Etablierung einer ausgewogenen und nachhaltigen Produktion mit entsprechend angepassten landwirtschaftlichen Systemen ein wichtiger Punkt. Hierfür sind zum einen Maßnahmen zur Sicherung der Ertragshöhen und –stabilität, sowie Qualitäten, z. B. durch ein angepasstes Düngemanagement v. a. auf Trockenstandorten oder wassereffiziente Bewässerungsverfahren zu integrieren. Zum anderen sind Maßnahmen zur Diversifizierung, z. B. KUP, Agroforst, trockenstresstolerantere Arten (Hirsen u. a.), auch im Hinblick auf die nachhaltige Erzeugung nachwachsender Rohstoffe zur energetischen und stofflichen Nutzung, zu berücksichtigen.

3. Minderung von Agrarumweltproblemen

Der Klimawandel kann künftig durch eine Zunahme von Oberflächenabflüssen, erhöhte Bodenerosion, verstärkten Humusabbau, geringere Ausnutzung von Nährstoffen und Düngern usw. zu einer Verschärfung von Agrarumweltproblemen führen. Um einer durch den Klimawandel ggf. zusätzlichen Belastung der Umwelt zu begegnen und entgegen zu wirken, sind Maßnahmen notwendig, die diesen Veränderungen Rechnung tragen. Hierzu zählen u. a. die Minderung von Erosion bei Starkregenereignissen, Minderung des Humusabbaus v. a. in Mittel- und Vorgebirgslagen, ein angepasstes Dünge – und Nährstoffmanagement und die Nutzung technischer Innovationen (z. B. precision farming, Injektionsdüngung, Düsentechnik).

4. Erhaltung der Funktionalität der Ökosysteme

Im Zuge des Klimawandels kommt einer Erhaltung der Funktionalität der Ökosysteme eine besondere Bedeutung zu. Ökosysteme erfüllen eine Vielzahl von Funktionen in der Region (Wasserspeicherung, Habitate, Biodiversität etc.) auch in Bezug zur Anpassung der Region an klimatische Veränderungen, der Steigerung der Resilienz und der Minderung von Klima- und Umweltwirkungen. Wesentliche Beiträge zur Erhaltung dieser Funktionalität sind beispielsweise ein angepasstes Humusmanagement, Minimierung der negativen Umweltwirkungen und der Erhalt der regionaltypischen Artenausstattung.

5. Alternative Landnutzungen; u. a. auch Nutzung technischer Möglichkeiten und Innovationen

Bei fortschreitendem Klimawandel könnten langfristig auch alternative Landnutzungen wie z. B. KUP und Agroforstsysteme oder neue Kulturen, wie z. B. Hirse, Miscanthus, v. a. auf Trockenstandorten eine Anpassungsoption darstellen, bestehende Landnutzungssysteme ergänzen und an Bedeutung gewinnen. Hierbei spielt auch die Nutzung und Weiterentwicklung technischer Möglichkeiten und Innovationen eine wichtige Rolle, um die Möglichkeiten solcher Anpassungsoptionen regions-, standort- und betriebsbezogen zu optimieren. Dazu besteht zukünftig in der Modellregion Dresden noch weiterer Forschungs-, Förderungs- und Entwicklungsbedarf.

6. **Bereitstellung umfassender Informationen zu Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel für die Landwirtschaft und speziell den Pflanzenbau in der Modellregion Dresden**

   Durch den Klimawandel werden Landnutzer zum einen mit einer Verschärfung bestehender Probleme, wie z. B. Erosion, Humusabbau, Nitratauswaschung etc., und zum anderen mit neuen Problemfeldern, wie z. B. dem Auftreten neuer Unkräuter und Schadinsekten, konfrontiert. Um Landwirte auf diese Herausforderung vorzubereiten und für diese zu sensibilisieren, ist eine Bereitstellung und Vermittlung umfassender, regional differenzierter Informationen zu Anpassungsmaßnahmen an zukünftige Klimaveränderung notwendig. Diese sollten durch die Landesbehörden (SMUL, LfULG etc.) erarbeitet, bereitgestellt und stetig durch praxisnahe Versuche in Betrieben und auf Versuchsstationen angepasst werden, sowie in geeigneter Form (Workshops, Feldtage, Informationsbroschüren, Schriftenreihen, Internet etc.) kommuniziert werden.

Handlungsschwerpunkte in der Forstwirtschaft für unterschiedliche Teilregionen:

1. **Waldumbau der dominanten Fichtenforste im Mittelgebirgsraum**

   Waldbauliche Maßnahmen zur Veränderung der Baumartenzusammensetzung (Waldumbau) konzentrieren sich auf die unteren Berglagen, das gesamte Standortsspektrum der mittleren Berglagen ohne ganzflächig etablierte Fichten-Naturverjüngung. Trockenheitsexponierte Standorte sind lokale Schwerpunkte für den Waldumbau. Gleichaltrige Fichtenreinbestände, die insbesondere in den Hoch- und Kammlagen des Erzgebirges aber auch in den mittleren Berglagen vorkommen, werden in kleinflächig horizontal und vertikal differenzierte Fichten-Wirtschaftswälder überführt. Die spontane Ausbreitung von Mischbaumarten wird gefördert. Die Umwandlung der Bestände aus Interims- und Pionierbaumarten in den Hoch- und Kammlagen des Erzgebirges in Fichten-Wirtschaftswälder erfolgt in Abhängigkeit von der Entwicklung des Risikos für die funktionale Stetigkeit dieser Bestände durch Alterung, Zerfall sowie den Einwirkungen von biotischen und abiotischen Schadfaktoren. Die betroffenen Standorte ermöglichen überwiegend auch unter dem Einfluss des Klimawandels den Aufbau von hoch produktiven Fichten-Wirtschaftswäldern. Aus dem Waldumbau ergeben sich Synergien zum Gewässer- und Naturschutz.

2. **Umwandlung standortswidriger Fichtenforste im Lösshügelland und Waldumbau in unteren Berglagen**

   Über 80-jährige Fichtenreinbestände werden mit dem Ziel einer standortsgerechten Baumartenzusammensetzung umgewandelt, Kiefer- und Birkenreinbestände in eine solche umgebaut oder überführt. Die Ausrichtung der waldbaulichen Behandlung der Bestände erfolgt prozessorientiert. Dabei wird die spontane Ausbreitung von standortsgerechten Baumarten gefördert. Ein waldbaulicher Schwerpunkt ist die Regeneration der natürlichen Bodenfunktionen von Pseudogleyen. Mehrere Generationen von Fichtenreinbeständen haben zur Degeneration der physikalischen und chemischen Zustandseigenschaften dieser Böden geführt. Übergeordnetes Ziel waldbaulicher Maßnahmen ist die dauerhafte Regeneration des potenziell durchwurzelbaren Bodenraumes.

3. **Waldumbau und Überführung der Kiefern-Forste des Tieflands zu Eichen-, Kiefern-Eichen- und Kiefern-Mischwäldern**

   Auf Grob- und Mischsanden mit geringem Feinboden- und Humusanteil, bleibt die Kiefer die dominierende Wirtschaftsbaumart. Die Verjüngung der Kiefer muss weitgehend künstlich durch Anbau erfolgen. Die natürliche Ausbreitung von Mischbaumarten wie Eberesche, Birke, Eiche und Buche ist die Grundlage für die Erziehung von Kiefern-Mischbeständen. Für einen Wechsel der Wirtschaftsbaumart (Waldumbau) sind Standortsbereiche mit höherem Feinbodenanteil, begünstigtem Mikroklima oder Bodenwasserhaushalt konsequent zu nutzen. Auf den Sandböden des Tieflandes bilden der Auflagehumus und der Humusgehalt der oberen Mineralbodenhorizonte einen entscheidenden Puffer von klimatischer Trockenheit. Die durch die Elster-Saale-Kaltzeit geprägten Sandböden schließen als Voraussetzung für eine ökologisch nachhaltige Bodennutzung eine Intensivierung der Biomasseentzug mittels Ganz- oder Vollbaumnutzung aus. Diese Prämisse trifft für den weit überwiegenden Teil der Waldböden in Sachsen zu.

Für **alle Standortregionen** ist der **Bodenschutz** durch standortgerechten Technikeinsatz eine elementare Voraussetzung für den weitgehenden Erhalt der Produktionspotenziale und der Puffereigenschaften der Waldböden gegenüber extremen Witterungsverläufen (klimatische Trockenheit oder Überangebot an Niederschlägen). Darüber wird das landschaftsökologische Wirkungspotenzial von Wäldern positiv beeinflusst (Reduktion des schnellen Oberflächenabflusses bei Niederschlagsereignissen, Erosionsschutz). Synergien zum Naturschutz sind zu erwarten.

Des Weiteren ist die strikte Ausrichtung der **Jagd** an den Vorgaben des SächsWaldG, SächsNatschG und SächsJagdG die elementare Voraussetzung für eine erfolgreiche Anpassung der Forstwirtschaft an den Klimawandel. Eine Populationsdichte der wiederkäuenden Schalenwildarten, die dramatisch unter dem heutigen Niveau liegen muss, ist die Voraussetzung für einen dauerhaft erfolgreichen Umbau oder die Überführung von Fichten- und Kieferreinbeständen in ökologisch stabile und anpassungsfähige Wirtschaftswälder. Ohne, dass ein solcher Waldzustand langfristig und kontinuierlich an Fläche gewinnt, ist unter dem Einfluss des Klimawandels die Stetigkeit von landschaftsökologisch bedeutenden Waldwirkungen (Erosionsschutz, Abflussregulation, Klimaschutz) in Frage gestellt.

Der Waldumbau ist mittel- und langfristig das entscheidende Instrument um das **Widerstandspotenzial** von Waldbeständen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren zu erneuern. Hierunter versteht man das Potenzial von Waldbeständen, die Aktivierung von biotischen Schaderregern und die Einwirkungen abiotischer Schadfaktoren zu verhindern bzw. einzuschränken *(Resistenz)* sowie eingetretene Störungen durch Regenerationsprozesse zu kompensieren *(Resilienz)*. Dementsprechend ist auch die Förderung von nicht staatlichen Waldbesitzern auszurichten.

Neben der Erneuerung des Widerstandspotenzials von Waldbeständen gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren (Prävention) gewinnt der **kurzfristige, operative Waldschutz** mit dem Klimawandel an Bedeutung. Ursachen sind der noch langfristig durch gleichaltrige Kiefern- und Fichtenreinbestände dominierte Waldzustand und die reale Standortsdrift. Letztere kann zu Veränderungen der Einzelbaum- und Bestandesdisposition gegenüber biotischen Schadfaktoren sowie zu einer veränderten Populationsdynamik dieser Organismen führen, so dass es zu destruktiven Einwirkungen auf die Waldbestände kommen kann. Um derartige Entwicklungen zu erkennen und auf diese ggf. durch Bekämpfungsmaßnahmen reagieren zu können, ist ein Eigentumsarten-übergreifendes Waldschutzmonitoring nach einheitlichen methodischen Standards, eine zentrale Auswertung und letztendlich die Ableitung von konsistenten Handlungsempfehlungen unverzichtbar. Auf Grund des Waldzustandes dominiert die operative Kontrolle biotischer Schadfaktoren, gegenüber der mittel- bis langfristig wirksamen Prävention durch den Waldumbau.

Die eigentliche Herausforderung an die Anpassungsstrategie der Forstwirtschaft ist deren konsequente **Ausrichtung nach funktionalen Kriterien** auf forstbetrieblicher und auf Landschaftsebene und die darauf aufbauende, in der Intensität räumlich und zeitlich differenzierte, Umsetzung.

Durch den Ersatz von fossilen Energieträgern und Rohstoffen durch erneuerbare, wird Holz zu einem strategischen Rohstoff. Der zunehmende Holzbedarf bewirkt einerseits, dass die Holzproduktion erneut zum Kern forstwirtschaftlichen Handelns wird, anderseits erzwingt diese Entwicklung den ökonomischen Umgang mit dieser nur begrenzt verfügbaren nachwachsenden Ressource.

Die Erneuerung von funktionaler Artenvielfalt auf der Ebene von Wald-Biozönosen ist eine der elementaren Voraussetzungen für eine nachhaltige und stetige forstwirtschaftliche Urproduktion bei einem geringen Input an anthropogener Zusatzenergie in die Ökosysteme. Dabei ist anzumerken, dass sich die Energiebilanzen von forstlichen Produktionssystemen zu einer zentralen Steuerungsgröße für die Forstwirtschaft und (über den Holzpreis) für die Holz verarbeitende Industrie entwickeln werden. Die Basis für eine Low-Input Strategie der forstwirtschaftlichen Urproduktion – Erneuerung der funktionalen Biodiversität von Wäldern – ist heute zu schaffen.

Die Vulnerabilität von funktionalen Landschaftseinheiten kann durch die landschaftsökologischen Wirkungen von Wald als Landschaftselement wirksam gepuffert werden. Im generellen Trend des Klimawandels und mit der Häufung von Extremereignissen nimmt die Bedeutung von Wald als funktional stabilisierend wirkendes Landschaftselement erheblich zu. Forstwirtschaft muss folglich auf die Stetigkeit und, räumlich differenziert, auf eine intensivere Ausprägung von landschaftsökologisch bedeutenden Waldwirkungen gerichtet sein. Steuergrößen sind der Waldanteil, der Waldaufbau und die Art der Waldbewirtschaftung auf der Ebene von funktionalen Landschaftseinheiten.

Relativ zuverlässiges Wissen über den grundlegenden Trend in der Veränderung klimatischer Standortfaktoren, aber ungenügendes Wissen über deren zeitliche und räumliche Ausprägung erfordern eine dynamische Anpassungsstrategie nach dem Prinzip der Risikoverteilung, der Prozessorientierung bezogen auf den realen Klimawandel und die Entwicklung des Waldzustandes. Die Konsequenz ist eine Diversifizierung der forstwirtschaftlichen Urproduktion.

Die Umsetzung der im folgenden Abschnitt beschriebenen Maßnahmen wird nur dann flächendeckend möglich, wenn Waldbesitzer auf der Grundlage ihrer Ziele entsprechend standort- und bestandesspezifisch beraten und betreut werden. Deshalb ist eine Beratung der forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse (FWZ) als Dienstleister erforderlich.

Sektorenübergreifende Handlungsschwerpunkte

1. Bessere Einbeziehung fachlicher Planungsgrundlagen bei räumlichen Fragestellungen

Eine wesentliche Handlungsnotwendigkeit auf Landschaftsebene ergibt sich durch die unterschiedlichen Planungsgrundlagen in Land- und Forstwirtschaft (z. B. Bodenkonzeptkarte/Forstliche Standortkartierung). Damit könnten fachliche Planungsgrundlagen bei räumlichen Fragestellungen besser einbezogen werden und konsistente Prüfungen alternativer Landnutzungsszenarien erfolgen.

Für eine Integration sektoraler Aspekte in ein an den Klimawandel angepasstes Management auf Landschaftsebene ergibt sich die Notwendigkeit, insbesondere in Bereichen, in denen Flächen- oder Ressourcenkonkurrenzen auftreten können, eine Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien vorzunehmen, um die relative Vorteilhaftigkeit verschiedener Alternativen beurteilen zu können. Dies setzt einen Konsens zu Leistungen und deren Umfang voraus, die auch unter dem Klimawandel von der Modellregion erbracht werden sollen.

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft

Ziel 3.1: Kompensation veränderter Wasser- und Nährstoffverfügbarkeiten im Vegetationsverlauf zur Sicherung einer hohen Produktivität und der Ökosystemdienstleistungen

Durch den Klimawandel kann sich die Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen (z. B. Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode, in der Folge veränderte Verfügbarkeit von Nährstoffen) für Wachstum und Produktion verändern. Die Verknappung von Wasser und Nährstoffen in pflanzenbaulich wichtigen Phasen kann zu einer Reduktion der Produktivität aktuell genutzter landwirtschaftlicher Systeme führen. Um dem zu erwartenden Rückgang der Wasserverfügbarkeit zu begegnen, gibt es eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen, die von der aktiven Bewässerung in Trockenphasen bis zu acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen der Bestandesführung reichen. Besonders betroffen in der Modellregion Dresden sind das Sächsische Heidegebiet und das Riesaer-Torgauer Elbtal. Ergänzend zu den zu diesem Ziel aufgeführten Maßnahmen sind weiterhin die unter → Ziel 3.3 aufgeführten Maßnahmen zum Erosionsschutz zu nennen, da diese zu einer Erhöhung des Wasserspeichers Boden und zur Schaffung eines stabilen Bodengefüges (biologische Aktivität, Humusreproduktion) führen. Hierdurch kann der unproduktive Wasserverbrauch (Verdunstung) reduziert werden (z. B. nur flache Lockerung und ausreichende Bodenbedeckung mit Mulchmaterial > 30 %). Bei großflächiger Anwendung erosionsmindernder Maßnahmen ist darüber hinaus auch von einer positiven Wirkung auf den Wasserrückhalt in der Fläche und somit von einer Reduzierung von Hochwasserereignissen auszugehen. Insbesondere in Gebiete mit einer besonderer Bedeutung für die Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes sollten Maßnahmen, die gleichzeitig zur Erhöhung des Wasserrückhaltes in der Landschaft beitragen können, bevorzugt umgesetzt werden (→ Maßnahmen 5.2.1, 2.1.2). Weiterhin sind die unter → Ziel 3.4 genannten Maßnahmen zur Sicherung der Humusgehalte im Boden zu nennen. Humus hat durch die Eigenschaften der organischen Substanz Auswirkungen auf die Stabilisierung des Bodenwasserhaushaltes. Maßnahmen zur Humusstabilisierung gehen von der Fruchtfolgegestaltung über die Strohnutzung und den Einsatz organischer Dünger bis zur Nutzung von aussagekräftigen Bilanzierungsverfahren und sind in → Ziel 3.4 genauer beschrieben.

Maßnahme 3.1.1 Bewässerung zum Ausgleich von Wasserdefiziten und der Ertrags- und Qualitätssicherung

Die Bewässerung ist bei zunehmenden Trockenperioden eine wirksame Anpassungsmaßnahme, um mittelfristig den Feldaufgang sowie die Ertragshöhe und die Qualität der Ernteprodukte zu sichern.

Schwerpunkte für eine wirtschaftliche Bewässerung in der Modellregion liegen vor allem auf Standorten mit sandigen Böden und geringen Niederschlägen (z. B. Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal, Nord- und Ostsachsen) und bei speziellen Kulturen, Gemüsebau (z. B. Lommatzscher Pflege), Obstbau (→ Ziel 3.10), Kartoffeln, Sonderkulturen (z. B. Wein, → Ziel 3.11) und Ackerfrüchten in Fruchtfolgen dieser Kulturen. Unter diesen Bedingungen kann eine Wirtschaftlichkeit der Beregnungsmaßnahme erreicht werden, welche durch den Klimawandel zukünftig ansteigen wird. Ein wirtschaftlicher Anbau von Kartoffeln, Obst, Gemüse und einiger Sonderkulturen ist ohne Bewässerung künftig weitgehend nicht mehr möglich. Schwerpunktmäßig ist daher für diese

Kulturen eine Bewässerung sicherzustellen, soweit dies nicht bereits realisiert ist.

Für eine Bewässerung muss jedoch stets die nachhaltige Wasserverfügbarkeit ohne Beeinträchtigung des Wasser- und Naturhaushalts maßgebend sein. Die Prüfung der Wasserverfügbarkeit erfolgt durch die zuständige Untere Wasserbehörde. Ist eine nachhaltige Wasserverfügbarkeit nicht gesichert, so ist auf den betreffenden Standorten auf andere Anbaukulturen (oder wenn möglich mit den Kulturen auf andere Standorte) auszuweichen (→ REGKLAM-Produkt 3.3.1e). Dabei sind weiterhin die Zusammenhänge und Maßnahmen in → Kapitel II.2 (→ Maßnahmen 2.1.2, 2.3.1, 2.9.1, 2.10.1) sowie in → Kapitel II.5 (→ Maßnahmen 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4) zu berücksichtigen.

Bei der Bewässerung sollten Landwirte, Obst-, Gemüse- und Weinanbauer wassersparende und nach der Bodenfeuchte gesteuerte Bewässerungsverfahren mit hoher Wassernutzungseffizienz einsetzen. Weiterhin sind durch entsprechende förderpolitische Maßnahmen (SMUL, LfULG) geeignete Rahmenbedingungen für die Umsetzung effizienter Bewässerungsverfahren zu schaffen.

Maßnahme 3.1.2 Anpassung und Erweiterung von Fruchtfolgen

Eine Anpassung und Erweiterung von Fruchtfolgen unter Einbeziehung von standortangepassten Sorten und ggf. neuen, eher trockenstresstoleranteren Arten (z. B. Hirse), sowie Zwischenfruchtanbau und Untersaaten sollte kurz- bis mittelfristig durch Landwirte umgesetzt und durch Behörden/Ämter (SMUL, LfULG) unterstützt und forciert werden. Generell sind ausgewogene Fruchtfolgen anzustreben, die einen Wechsel der Hauptkulturen zwischen Halm- und Blattfrüchten, sowie Winterungen und Sommerungen enthalten und weiterhin angepasste und an der Hauptkultur orientierte Zwischenfrüchte integrieren. Auf Trockenstandorten sind darüber hinaus Kulturen und Kulturfolgen zu bevorzugen, die temporäre Trockenphasen besser verkraften (z. B. Roggen), sowie Sorten auszuwählen, die sich auf diesen Standorten bewährt haben. Hierzu wird auf die Ergebnisse der Sortenprüfung des LfULG verwiesen, die regionsbezogene Empfehlungen herausgeben und jährlich durch Versuchsauswertungen anpassen. Nachfolgend einige mögliche zukünftige regionale Entwicklungen (LfULG 2009a, b):

Im **Sächsischen Heidegebiet und im Riesaer-Torgauer Elbtal** besteht der größte Anpassungsbedarf zur Risikominderung bei zunehmenden Trockenperioden. Der Roggen als besonders anspruchslose Fruchtart könnte künftig weiter an Bedeutung gewinnen. Wintergerste bleibt eine wichtige Anbaufrucht aufgrund ihrer effizienten Ausnutzung der Winterfeuchte. Hinsichtlich Trockentoleranz und Risikostreuung kann mittel- bis langfristig durch den Anbau von z. B. Sudangras, Zuckerhirse und Miscanthus das Anbauspektrum sinnvoll erweitert werden. Bei zunehmender Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit steigt das finanzielle Risiko des Rapsanbaus.

Für **Erzgebirgskamm und –vorland** ist aufgrund der Erwärmung und längerer Vegetationszeit mit einer Ausdehnung des Anbaus von Winterweizen und Silomais zu rechnen. Auch die Anbaubedingungen für Zwischenfrüchte, Kurzumtriebsplantagen zur Energiegewinnung sowie den Zweitfruchtanbau verbessern sich künftig.

Aufgrund der negativen Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz in der **Oberlausitz und der Sächsischen Schweiz** werden sich anspruchsvolle Kulturen wie Winterweizen und Zuckerrüben auf die besten Böden zurückziehen und der Roggen könnte sich dafür stärker ausdehnen.

Im **Mittelsächsischen Lösshügelland** ist wegen der hohen Wasserspeicherfähigkeit der tiefgründigen Lössböden davon auszugehen, dass alle anspruchsvollen Kulturen weiterhin anbauwürdig bleiben. Körnermais könnte künftig mehr Bedeutung erlangen, da die Abreife früher stattfindet und somit geringere Trocknungskosten die Wirtschaftlichkeit verbessern. Luzerne als trockentolerante Futterpflanze bietet sich für den Futterbau vor allem in den niederschlagsärmeren Gebieten an.

Generell sind auf Trockenstandorten bei zunehmendem Trockenstress relativ dünne Bestände mit kräftigen Einzelpflanzen anzustreben, um das verfügbare Wasser- und Nährstoffangebot aus dem Boden besser ausnutzen zu können. Das setzt reduzierte Aussaatmengen mit gleichmäßiger Verteilung und Saattiefe voraus und stellt damit höhere Anforderungen an die Technik und Arbeitsausführung. Weiterhin sind bei dieser Maßnahme die ökonomischen Folgen und ggf. betrieblichen Mindererlöse durch Kulturartenwechsel mit zu berücksichtigen und ggf. Ausgleichsmaßnahmen zu prüfen.

Maßnahme 3.1.3 Düngeverfahren an trockenere Bedingungen anpassen, um eine optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen zu gewährleisten

Durch Landwirte in Betrieben einerseits und das LfULG andererseits (mit Beratung, Förderungen, Praxisversuchen, Informationsveranstaltungen) sind folgende Anpassungen der Düngeverfahren zu empfehlen:

1. Sicherung einer optimalen Grundnährstoffversorgung. Hier bestehen z. T erhebliche Defizite, vor allem bei Kalium und Phosphor. Eine Nährstoffunterversorgung wirkt sich unter Trockenbedingungen gravierend auf die Ertragsbildung aus.
2. auf trockenen Standorten und Standorten mit verstärkter Gefahr für Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit die Anwendung besonderer Applikationsverfahren wie die Injektions- und die Unterfußdüngung sowie stabilisierte Dünger. Vor allem die Injektionsdüngung (→ Maßnahme 3.1.3) bietet die Möglichkeit, auch bei ausgetrockneter Bodenoberfläche eine gute Stickstoffwirkung zu erzielen.
3. auf heterogenen Standorten die teilschlagspezifische Düngung unter Beachtung des Bodenwasserangebotes und des Ertragspotenzials zu nutzen. Nach Abschätzungen des LfULG (2009a, b) könnte hierdurch eine Verminderung des Düngemitteleinsatzes um bis zu 25 % möglich sein.

Die Anpassung der Düngeverfahren lassen Synergien zum Gewässerschutz und somit auch zum Naturschutz erwarten.

→ **Maßnahmenblatt 3.1.3:** Anwendung moderner Applikationsverfahren wie Injektionsdüngung und Einsatz stabilisierter Dünger zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz unter trockenen Bedingungen

Ziel 3.2: Etablierung neuartiger Technologien und Konzepte für die Bewirtschaftung und Finanzierung der damit einhergehenden erhöhten Produktionskosten sichern

Unter Klimawandel sind neuartige Technologien und Konzepte in der Bewirtschaftung zur Minderung von und Anpassung an die Klimafolgen erforderlich. Dadurch steigen die Kosten für Produktion und Bereitstellung der Produkte.

Ergänzend zu den hier (→ Ziel 3.2) aufgeführten Maßnahmen ist weiterhin die langfristige → Maßnahme 3.6.3 zur Einführung von Agroforstsystemen unter → Ziel 3.6 zu nennen. Die Weiterentwicklung grundlegender Konzepte und regionaler Anpassungsmöglichkeiten von Agroforstsystemen zur Anpassung an eine Vielzahl von Klimawirkungen (z. B. an erhöhtes Wassererosionsrisiko, erhöhtes Winderosionsrisiko in Windoffenheit von Landschaften) bei gleichzeitiger zusätzlicher Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist in Zusammenarbeit von Forschung und Wissenschaft sowie Behörden, Landwirten und ggf. Abnehmern nachwachsender Rohstoffe hierfür notwendig. Die Erfahrungen mit Agroforstsystemen sind derzeit noch begrenzt und regional innerhalb der Modellregion Dresden nicht erprobt. Daher bietet diese Maßnahme eher eine langfristige Option bei sich weiter verschärfenden Klimawirkungen.

Alle unter diesem Ziel gelisteten Maßnahmen haben Synergiepotenzial zum Naturschutz, zu Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft.

Maßnahme 3.2.1 Verbesserung der Technik und Kostenminderung durch reduzierte Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat

Durch Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung und Direktsaat und damit einhergehender Reduzierung der Bearbeitungsmaßnahmen kann eine Reduzierung der Arbeitserledigungs- und Treibstoffkosten etc. durch geringere Mechanisierungsgrade, Reduktion der Arbeitsgänge und Optimierung der Bo-

denbearbeitung erreicht werden (=*Technologiekonzepte zur Kostenminderung)*. Weitere Vorteile, Effekte und Synergien der konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren sind in → Ziel 3.3 dargestellt.

Zudem ist die *Einführung neuer Technologien und Konzepte* notwendig. Weiterentwicklung, Test und Erprobung von Techniken der Bodenbearbeitung (konservierende Bodenbearbeitung) und Aussaattechnik (z. B. Direktsaat) ist in Zusammenarbeit von Landtechnikfirmen, Forschung und Wissenschaft, sowie Behörden und Landwirten bedeutsam, um im Zuge des Klimawandels für eine fortschreitende Weiterentwicklung und Anpassung der Bodenbearbeitung als wichtigen Teil des landwirtschaftlichen Produktionssystems mit vielfältigen Auswirkungen auf Ressourcenschutz, Funktionen und Umwelt zu sorgen.

Maßnahme 3.2.2 Entwicklung und Verbesserung von Verfahren zur nutzungseffizienten Düngerapplikation unter Trockenbedingungen und Optimierung (Extensivierung) des Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatzes

Im Bereich der Düngung sollten alle Möglichkeiten der optimalen Düngebedarfsermittlung einbezogen werden, um eine möglichst effiziente und umweltschonende Düngung zu ermöglichen. Zu *Technologiekonzepten zur Kostenminderung* zählen die Bestimmung des Bodenvorrates an Nährstoffen (z. B. N-Min-Methode beim Stickstoff), pflanzenanalytische Verfahren (z. B. N-Tester), moderne Applikationsverfahren (z. B. N-Sensor, Injektionsdüngung) und der Einsatz stabilisierter Dünger. Weiterhin gehören dazu die Optimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes durch die Weiterentwicklung und Anwendung neuer Applikationstechniken (z. B. Düsentechnik) im Pflanzenschutz und die Optimierung der Aufwandmengen und damit die Minimierung von Umweltwirkungen.

Ein weiterer Bereich ist die Entwicklung, Optimierung und Verbesserung *neuer Technologien und Konzepte* zur nutzungseffizienten Düngerapplikation unter Trockenbedingungen sowie Entwicklung und Etablierung neuer Sensoren zur teilschlagspezifischen Bewirtschaftung in Zusammenarbeit von Landtechnikfirmen, Forschung und Wissenschaft, Behörden und Landwirten. Weitere Ausführungen sind unter → Ziel 3.1, → Maßnahme 3.1.3 zu finden.

Maßnahme 3.2.3 Wasser- und energiesparende Beregnungstechnik und –steuerungsverfahren

Die Optimierung und Weiterentwicklung von Verfahren der wassereffizienten Bewässerung, z. B. Tröpfchenbewässerung und der Nutzung der gleichzeitigen Gabe von Nährstoffen (Fertigation), sowie die Weiterentwicklung von wassereffizienten Steuerungsverfahren sind notwendig. Diese Entwicklungen sollten in Zusammenarbeit von Landtechnikfirmen, Forschung und Wissenschaft, sowie Behörden und Landwirten erfolgen. Diese Maßnahme ist in Kombination und Ergänzung zu → Maßnahme 3.1.1 (Pflanzenbau), → Maßnahme 3.7.3 (Obst- und Gemüsebau) und → Maßnahme 3.8.1 (Weinbau) zu sehen.

Maßnahme 3.2.4 Weiterentwicklung, Einsatz und Etablierung von Innovationen zur Reduzierung von Bodenverdichtungen (Reifen-, Fahrwerks-, Fahrzeug-, Sensortechnik)

Diese Maßnahme umfasst Weiterentwicklung, Einsatz und Etablierung innovativer Technik zur Minderung von Bodenverdichtungen durch den Einsatz schwerer Landmaschinen. Hierbei sind zum einen die Reifen- und Bandlaufwerkstechniken, sowie die Fahrzeugtechnik zu nennen, aber auch innovative Sensorsysteme zur Anzeige von Überbelastungen und der Reifendruckregelung. Die Umsetzung sollte in Zusammenarbeit von Landtechnikfirmen, Forschung und Wissenschaft, sowie Behörden und Landwirten erfolgen.

Maßnahme 3.2.5 Ausweitung des Ökolandbaus

Weiterentwicklung, Förderung und Etablierung von regionalen Konzepten des ökologischen Landbaus zur fortlaufenden Anpassung an die klimatischen Veränderungen in Zusammenarbeit von Forschung und Wissenschaft, sowie Behörden und Landwirten sind mittelfristig anzustreben.

Ziel 3.3: Umsetzung und Etablierung eines Erosionsschutzkonzeptes

Die Verminderung von Erosion unter Klimawandel mit zunehmenden Intensitäten von Starkniederschlägen und einer veränderten Niederschlagsverteilung ist v. a. im mittelsächsischen Lössgebiet und den Vor- und Mittelgebirgslagen eine der wesentlichen Zielsetzungen bei der Anpassung an den Klimawandel. Wegen der aktuell schon hohen Wassererosionsgefährdung vieler sächsischer Ackerflächen ist besonders auf erosionsgefährdeten Flächen eine Anwendung erosionsverhindernder Maßnahmen erforderlich. Unter Berücksichtigung der Klimaprojektionen steigt die Notwendigkeit der Anwendung von vorsorgenden Maßnahmen. Gleichzeitig ist die Optimierung der Schutzwirkung dieser Maßnahmen unerlässlich. Derzeit werden rund 50 % der Ackerflächen Sachsens konservierend bearbeitet, ca. 20 % davon auch dauerhaft. Wichtige Maßnahmen sowohl gegen Bodenerosion durch Wasser (vorrangig im mittelsächsischen Lössgebiet, Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz) als auch gegen Bodenerosion durch Wind (vorrangig im Sächsischen Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal) sind nachfolgende kurz- und mittel- bzw. langfristig umsetzbare Maßnahmen. Ergänzend zu den hier aufgeführten Maßnahmen sind weiterhin die unter → Ziel 3.4 aufgeführten Maßnahmen der Umsetzung und Etablierung einer nachhaltigen Humuswirtschaft zu nennen, da durch Maßnahmen der Humusstabilisierung und –reproduktion der Aufbau und Erhalt stabiler Bodenaggregate und biologischen Aktivität im Boden gefördert werden kann. Die Erhöhung der Stabilität von Bodenaggregaten an der Bodenoberfläche bewirkt eine geringere Oberflächenverschlämmungsanfälligkeit, da zur Zerstörung von Bodenaggregaten durch Regentropfenaufschlag eine höhere kinetische Energie des Niederschlages notwendig ist. Weiterhin ist eine wirksame Winderosionsminderung/-verhinderung durch eine geringere Anfälligkeit von stabilen Bodenaggregaten vor der Zerstörung durch Aufprall springend bewegter Teilchen an der Bodenoberfläche gegeben. Die Realisierung des Erosionsschutzkonzeptes ist jedoch stark von der Einbindung der lokalen Akteure abhängig (→ Maßnahme 3.16.4).

Alle drei im Folgenden gelisteten Maßnahmen haben ein hohes Synergiepotenzial mit dem Naturschutz und dem Fachgebiet Wasserhaushalt (→ Maßnahme 2.7.3, → Maßnahme 2.12.1).

Maßnahme 3.3.1 Dauerhafte Umsetzung von Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat

Die konservierende Bodenbearbeitung sowie die Direktsaat stellen die effektivsten Maßnahmen zur Verminderung von Bodenerosion dar (LfULG 2009a, b). Sie sollte möglichst ohne Saatbettbereitung (im Sinne einer möglichst hohen Bodenbedeckung durch Pflanzenreste) und der Vermeidung hangabwärts gerichteter Fahrspuren mit möglichst flacher Bearbeitungstiefe durch den Landwirt ausgeführt werden. Die kurz- bis mittelfristig umsetzbare dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat im gesamten Fruchtfolgeverlauf bewirkt eine höhere Bodenbedeckung, höhere Stabilität von Bodenaggregaten und Oberflächenrauigkeit und eine dauerhafte Wirkung. Die Direktsaat, ohne Eingriff in das Bodengefüge, bewirkt durch hohe Mulchbedeckung und stabile Bodenaggregate, sowie eine höhere biologische Aktivität einen weitergehenden Schutz vor Bodenerosion. Die dauerhafte konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat wird derzeit in Sachsen im Rahmen der Förderung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds zur Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) gefördert (www.eler.sachsen.de) und durch das SMUL und das LfULG in der Region unterstützt.

Bei der Umsetzung der konservierenden Bodenbearbeitung/Direktsaat ist es wichtig, standörtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen und die Fruchtfolge entsprechend anzupassen (→ Maßnahme 3.1.2). Darüber hinaus ist eine Kombination mit weiteren Maßnahmen empfehlenswert (→ Maßnahmen 3.3.2, 3.3.3). Daher ist bei der Umsetzung von Konzepten der konservierenden Bodenbearbeitung auf eine Optimierung des gesamten pflanzenbaulichen Systems zu achten, da bei nicht fachgerechter Umsetzung auch negative Wirkungen, wie z. B. ein höherer Pflanzenschutzmittel-Bedarf möglich sind.

→ **Maßnahmenblatt 3.3.1:** Strip-till-Verfahren zu verschiedenen Reihenkulturen

Maßnahme 3.3.2 Minimierung der Zeitspannen ohne Bodenbedeckung

Durch geeignete Fruchtartenauswahl (z. B. früh deckende anstatt spät deckender Kulturpflanzen), Zwischenfruchtanbau, Untersaaten und eine ausreichende Strohmulchbedeckung kann die Erosion in Phasen der geringeren Bedeckungsgrade der Hauptfrucht erheblich gemindert bzw. vermieden werden.

Die mit diesen kurz- bis mittelfristig umsetzbaren acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen verbundene höhere Bodenbedeckung bewirkt eine geringere Oberflächenverschlämmungsanfälligkeit, da Bodenaggregate vor Regentropfenaufschlag geschützt sind. Gleichzeitig vermindern bzw. verhindern Pflanzen bzw. Pflanzenreste die Bodenverlagerung durch Wind. Eine langfristige Fruchtfolgegestaltung (Nutzung natürlicher Vorteilswirkungen einzelner Fruchtarten z. B. Bodenstrukturstabilisierung, lang anhaltende Bodenbedeckung durch Pflanzen, Reduzierung der Befahrungs- und Bearbeitungshäufigkeit) kann im Hinblick auf dieses Problemfeld auch mittel- bis langfristig hohe Wirkungen erzielen. Die Landwirte werden dabei durch Informationsbereitstellung seitens des LfULG unterstützt.

➔ **Maßnahmenblatt 3.3.2:** Minimierung der Zeitspanne ohne Bodenbedeckung

Maßnahme 3.3.3 Wasser- und winderosionsmindernde Flurgestaltung

Die Anlage paralleler Streifen quer zum Gefälle mit Wechsel der Fruchtart oder Einsaat abflussbremsender Grasstreifen bewirkt eine Erhöhung der Bodenbedeckung und Oberflächenrauhigkeit, sowie eine Verkürzung der Hanglänge und stellt damit eine wirksame Maßnahme zur Minimierung der Bodenerosion durch Wind und Wasser dar. Weiterhin bewirkt eine Schlagunterteilung durch Anlage von Erosionsschutzstreifen (z. B. Gehölze und Feldraine) zum einen eine Verkürzung der Hanglänge, zum anderen mindern Flurelemente die Windoffenheit der Landschaft. Begrünte Hangrinnen (grassed waterways) tragen schlagbezogen mittel bis langfristig zu einer z. T erheblichen Minderung der Erosion bei. Hierbei sind jedoch auch die Flächenanteile der Begrünungen und die Bestimmungen für Grünlandumwandlungen zu beachten. Langfristig kann auch die Anlage von Agroforstsystemen eine wirksame Maßnahme zur Strukturierung der Landschaft und der Wasser- und Winderosionsminderung darstellen. Hierfür sind jedoch weitere Forschungstätigkeiten notwendig (→ Ziel 3.2). Während die Rahmenbedingungen mittelfristig durch das SMUL und das LfULG geschaffen werden können, kann die Umsetzung der Maßnahmen durch die jeweiligen Landwirte vor Ort kurz- bis mittelfristig erfolgen.

Maßnahme 3.3.4 Einsatz geeigneter Software-tools zur Umsetzung und Etablierung eines Erosionsschutzkonzeptes

Mit Hilfe geeigneter Software-tools (z. B. EROSION-3D, GISCAME, AdvanGeo) sollten hot-spot Gebiete in der Modellregion Dresden genauer untersucht werden, um flächen- und regionsbezogene Anpassungsmaßnahmen abzuleiten und diese in ihrer Wirkung zu überprüfen. Die Analysen können kurzfristig durch wissenschaftliche Institutionen und Ingenieurbüros durchgeführt werden; die Umsetzung der Anpassungsstrategie muss mittel- bzw. langfristig durch die Landwirte und das LfULG gemeinsam erfolgen.

Ziel 3.4: Umsetzung und Etablierung einer nachhaltigen Humuswirtschaft

Klimabedingt kann es vor allem in den bislang feucht-kühlen Vor- und Mittelgebirgslagen zu einem stärkeren Humusabbau kommen. Auf den leichten Sandstandorten in Nord- und Ostsachsen wirkt sich eine geringe Abnahme des bereits niedrigen Bodenhumusgehaltes negativ aus. Dadurch wird die ohnehin geringe Wasserspeicherfähigkeit der leichten Böden weiter vermindert. Einer nachhaltigen Humuswirtschaft kommt daher in Zukunft eine wichtige Bedeutung zu. Ergänzend zu den hier aufgeführten Maßnahmen ist weiterhin die unter → Ziel 3.1 aufgeführte → Maßnahme 3.1.2 Anpassung und Erweiterung der Fruchtfolgen zu nennen. Hierbei ist v. a. auf die Integration von z. B. Leguminosen, Kleegras etc. in die Fruchtfolge sowie den Zwischenfruchtanbau hinzuweisen. Die Maßnahmen zur Etablierung einer nachhaltigen Humuswirtschaft wirken sich positiv auf den Wasserhaushalt aus und haben Synergiepotenzial zum Naturschutz.

Maßnahme 3.4.1 Anwendung praktikabler Humusbilanzierungsverfahren

Um die mittel- bis langfristigen Wirkungen der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Veränderung der Humusgehalte abschätzen zu können und Anpassungen der Bewirtschaftung zur Stabilisierung der Humusgehalte vornehmen zu

können, sollten Landwirte künftig praktikable Humusbilanzierungsverfahren anwenden. Hierzu existieren verschiedene Ansätze:

- VDLUFA obere Werte, VDLUFA untere Werte (CC-relevant), Standortangepasste Methode
- oder Einsatz von Modellen (z. B. REPRO, etc.)

Maßnahme 3.4.2 Vermeidung zusätzlichen Humusabbaus durch Einhaltung von Abfuhrgrenzen

Vor allem in den Mittel- und Vorgebirgslagen, aber auch auf den sandigen Böden und der Lössregion ist in jedem Fall zu vermeiden, dass es bewirtschaftungsbedingt zu einer zusätzlichen Abnahme der Bodenhumusgehalte kommt. Diese Befürchtung besteht zum Beispiel bei einer Ausweitung des Energiemaisanbaus mit Ganzpflanzenabfuhr oder der vollständigen energetischen Nutzung von Getreidestroh. Die gezielte Einhaltung von Abfuhrgrenzen ist hier geboten. Hinsichtlich der Größenordnung von Abfuhrgrenzen gibt es unterschiedliche Angaben. Hier besteht kurz- bis mittelfristig Forschungsbedarf zur nachhaltigen Sicherung der Humusgehalte bei gleichzeitiger Nutzung nachwachsender Rohstoffe. In den Vor- und Mittelgebirgslagen erscheint jedoch eine vollständige und mit den Anforderungen des Gewässerschutzes verträgliche Kompensation des projizierten Humusabbaus allein durch Bewirtschaftungsmaßnahmen und ohne gravierende Nutzungsumstellungen (z. B. Umwandlung in Grünland) kaum realisierbar (LfULG 2009a, b). Daher sollte durch Landwirte, unterstützend durch LfULG und SMUL, angestrebt werden, den klimabedingten Humusabbau durch umweltverträgliche Anpassungsmaßnahmen (z. B. Kleegrasanbau, organische Düngung) zumindest teilweise zu kompensieren.

Maßnahme 3.4.3 Vermeidung eines erhöhten, humusabbaubedingten Austrags von Stickstoff

Vor allem in den Vor- und Mittelgebirgslagen sind kurz- bis mittelfristig gezielte Maßnahmen (z. B. Zwischenfrucht- und ggf. langfristig auch der Zweitfruchtanbau) durch Landwirte erforderlich, um die Auswaschung des Stickstoffs, der aus dem klimabedingten nicht vermeidbaren Humusabbau freigesetzt wird, weitgehend durch Pflanzenaufnahme zu minimieren. Mit einer Verlängerung der Vegetationszeit verbessern sich künftig die Bedingungen für die Durchführung dieser Maßnahmen. Zukünftig sollten, wegen der zu erwartenden höheren Mineralisation in Vorgebirgslagen, Düngesysteme unter Anrechnung der Mineralisation optimiert werden, um diesem Faktor zukünftig Rechnung zu tragen. Unterstützend stehen den Landwirten auch in diesem Bereich Informationen und Forschungsergebnisse des LfULG zur Verfügung.

Ziel 3.5: Integrierter Pflanzenschutz

Im Pflanzenschutz ist klimabedingt künftig mit einem wachsenden Problemdruck sowohl in der Befallsstärke als auch der Einwanderung neuer Arten (Krankheiten, Unkräuter, Schädlinge) zu rechnen. Nord- und Ostsachsen bzw. der nördliche und nord-östliche Teil der Modellregion werden davon schneller betroffen sein als die übrigen Gebiete. Damit dies möglichst nicht zu einem erhöhten Pflanzenschutzmitteleinsatz führt, sind die Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes, auch im Sinne des Naturschutzes, konsequent auszubauen.

Maßnahme 3.5.1 Vorbeugende Maßnahmen

Maßnahmen einer geeigneten Fruchtfolgegestaltung (→ Maßnahme 3.1.2), der Einhaltung von kulturspezifischen Empfehlungen von Anbaupausen/-abständen, sowie eine geeignete Wahl von Zwischenfrüchten (Brechen von Infektionslinien) sind geeignete Maßnahmen zum vorbeugenden Pflanzenschutz (→ Maßnahmen unter → Ziel 3.3).

Maßnahme 3.5.2 Verfahren des biologischen Pflanzenschutzes weiterentwickeln und anwenden

Innovative Verfahren des biologischen Pflanzenschutzes sind kurz- bis mittelfristig weiterzuentwickeln, den veränderten klimatischen Bedingungen anzupassen und durch Landwirte anzuwenden. Hierfür notwendige Rahmenbedingungen (ein umfassendes Monitoring, weitere Forschungsaktivitäten und Praxisversuche) sind durch das LfULG und das SMUL weiterzuentwickeln bzw. neu zu schaffen.

Maßnahme 3.5.3 Anwendung geeigneter Zusatzstoffe bei Trockenheit

Bei hohen Temperaturen und zunehmender Trockenheit im Behandlungszeitraum von Pflanzenschutzmitteln wird deren Wirkung vermindert und unsicherer. Zum Beispiel wirken bei Trockenheit Blattherbizide schlechter wegen der Ausbildung einer starken Wachsschicht der Zielpflanzen und Bodenherbizide schlechter wegen verminderter Wirkstoffaufnahme. Ebenso erhöht sich auch die Gefahr von Phytotoxizität bei Anwendung unter trockenen Bedingungen (Herbizide, Wachstumsregulatoren, z. T. auch Fungizide). Die Anwendung von Zusatzstoffen sowie einer verbesserten Beiz- und Düsentechnik kann die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auch bei Trockenheit verbessern. Diese Verfahren sollten durch Landwirte kurz- bis mittelfristig angewendet und durch Wissenschaftler sowie Experten des LfULG kontinuierlich weiterentwickelt und angepasst werden.

Maßnahme 3.5.4 Weiterentwicklung von Precision Farming

Zu einer deutlichen Verminderung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes können künftig auch neue teilflächenspezifische Applikationsverfahren beitragen. Diese sind weiterzuentwickeln und an die Veränderungen anzupassen. Diese Verfahren sollten durch Landwirte kurz- bis mittelfristig angewendet und durch Wissenschaftler sowie Experten des LfULG kontinuierlich weiterentwickelt und angepasst werden.

Maßnahme 3.5.5 Intensivierung des Monitorings

Für das Monitoring von neuen und potenziell gefährlichen Schadorganismen sind die bisherigen Überwachungsverfahren mittelfristig auszuweiten. Auch sind wirtschaftliche Schadens- und Bekämpfungsschwellen sowie schnelle und sichere Diagnose- und witterungsbasierte Prognoseverfahren durch Wissenschaftler und Experten des LfULG neu- bzw. weiterzuentwickeln und fortwährend an neue Bedingungen anzupassen.

➔ **Maßnahmenblatt 3.5.5:** Anwendung witterungsbasierter Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz

Maßnahme 3.5.6 Anpassung und Nutzung der Informationsbereitstellungs- und Weiterbildungsangebote

Die pflanzenschutzfachlichen Anforderungen an die Landwirte werden aufgrund der Erweiterung des Schaderregerspektrums, Veränderungen der Entwicklungszyklen und häufigerer Witterungsextreme, sowie der Ausweitung von Resistenzen und einem verringerten Wirkstoffspektrum künftig zunehmen. Hierfür sind Informationsveranstaltungen, Weiterbildungen und Informationen, die z. B. durch Wissenschaftler sächsischer Universitäten, das SMUL oder das LfULG für Landwirte, Berater etc. durchgeführt werden, kurz-mittelfristig zu entwickeln, bereitzustellen und kontinuierlich anzupassen. Dazu gehört z. B. auch eine breitere Nutzung des vom Pflanzenschutzdienst angebotenen Warndienstes (Abonnement).

Ziel 3.6: Den steigenden Bedarf an biogenen Energieträgern decken

In den letzten Jahren hat ein sprunghafter Anstieg des Einsatzes und der Verwendung nachwachsender Rohstoffe zur stofflichen und energetischen Nutzung stattgefunden. Durch steigende Energiepreise und die Abhängigkeit von Ölpreisen und –förderländern wird in Zukunft mit einem weiteren Anstieg der Nachfrage zu rechnen sein. In Kombination mit den zu erwartenden Klimaverände-

rungen müssen hierfür geeignete Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden, um zum einen negative Entwicklungen zu vermeiden und andererseits mögliche positive Synergien (z. B. zwischen Land- und Forstwirtschaft) zu nutzen. Ergänzend zu den hier aufgeführten Maßnahmen ist weiterhin die unter → Ziel 3.3 aufgeführte → Maßnahme 3.3.4 Strukturierung der Landschaft z. B. durch Pflanzung von Gehölzstreifen zur Winderosions- und Verdunstungsminderung und periodischer Nutzung im Zusammenhang mit → Maßnahme 5.6.1 (Kapitel II.5) zu nennen.

Maßnahme 3.6.1 Nutzung von Nebenprodukten (z. B. Getreidestroh), jedoch bei gezielter Einhaltung von Abfuhrgrenzen zur Stabilisierung des Humushaushaltes

Die Nutzung von Nebenprodukten der landwirtschaftlichen Produktion, wie z. B. Getreidestroh, bietet die Möglichkeit anfallende Reststoffe energetisch zu nutzen. Hierbei ist jedoch auf die Einhaltung von Abfuhrgrenzen zur Stabilisierung des Humusgehaltes zu achten. Weitere Ausführungen unter → Ziel 3.4, → Maßnahme 3.4.3. Ein weiterer Punkt ist z. B. auch die Nutzung von Gülle in Biogasanlagen. Auch hier sollte auf einen weitestgehend geschlossenen Stoffkreislauf und die Rückführung der Nährstoffe über die Ausbringung von Gärresten, unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, zunehmend geachtet werden.

Maßnahme 3.6.2 Anlage von Kurzumtriebsplantagen (KUP), vor allem auf stark erosionsgefährdeten Flächen

Zur nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und der steigenden Nachfrage ist die Anlage von Kurzumtriebsplantagen kurz- bis mittelfristig eine mögliche Maßnahme. Dies beinhaltet die Nutzung schnellwachsender Baumarten auf Ackerflächen. Um die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion zu minimieren, sollten KUP im Zuge des Klimawandels auf Standorten mit geringem ackerbaulichen Nutzungspotenzial (Marginalstandorten) oder auf Standorten oder Teilflächen mit hoher Erosionsgefährdung, jedoch unter der Berücksichtigung der Anforderungen der verwendeten Baumarten angebaut werden. Synergiepotenzial besteht zum Naturschutz (→ Maßnahme 5.6.2, → REGKLAM-Produkt 3.3.1f).

Maßnahme 3.6.3 Einführung von Agroforstsystemen

Agroforstsysteme können bei fortschreitendem Klimawandel vorteilhaft eingesetzt werden, da sie zum einen den Anbau der gängigen Hauptkulturen erlauben, zum anderen aber auch energetisch oder stofflich nutzbare Biomasse erzeugen und weiterhin für eine Strukturierung der Landschaft sorgen und das Mikroklima positiv beeinflussen. Hierzu bedarf es aber noch weitergehender Untersuchungen zur Anpassung an die regionalen Bedingungen, da bisher wenige Erfahrungen hierzu im Gebiet vorliegen. Somit ist die Umsetzung durch Wissenschaft, Landwirte und Behörden langfristig, in der weiteren Zukunft auf Grundlage gesicherter Erkenntnisse zur Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit, orientiert.

Maßnahme 3.6.4 Erhöhung des Ertrags durch Zweitfruchtanbau

Bei einer Verlängerung der Vegetationszeiten könnte langfristig auch der Zweitfruchtanbau zur Nutzung als nachwachsender Rohstoff sinnvoll sein. Nach derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnissen wird darin jedoch erst ab der zweiten Hälfte des Jahrhunderts eine umsetzungswürdige Option gesehen. Ebenso besteht weiterer Forschungsbedarf und die Notwendigkeit der Entwicklung und Umsetzung von Konzepten in Praxisversuchen.

Ziel 3.7: Anpassung von Anbaustrategien und –verfahren im Obst- und Gemüsebau

Mit den sich verändernden Klimabedingungen stehen die Obstanbauer vor neuen z. T. sich verschärfenden Herausforderungen, wie z. B. Hagelabwehr und Absicherung der Wasserversorgung in Trockenzeiten. Hauptproblemfelder im Obst- und Gemüseanbau unter Klimawandelbedingungen sind Trockenheit/Dürreperioden, Extremereignisse (Hagel, Starkniederschlag) sowie Schädlinge und Krankheiten.

Da insbesondere der Gartenbau von den nur schwer zu prognostizierenden, aber bereits heute immer häufiger auftretenden Klimaextremen (Hitze, Dürre, Starkregen, Hagel) in hohem Maße betroffen ist, müssen gegen diese Ausprägungen des Klimawandels kurzfristig Maßnahmen eingeleitet werden, um die wirtschaftliche Existenz des Gartenbaus auf lange Sicht abzusichern. Dazu gehören vorrangig die Ausrüstung der Anbauflächen mit Bewässerungssystemen, Hagelschutznetze und Überdachungen gegen Starkregen sowie das Versichern der Kulturen gegen Elementarschäden.

Maßnahme 3.7.1 Regenschutzüberdachungen bei Süßkirschen etablieren

Ein großes Problem im Süßkirschanbau stellt das Platzen der Kirschen durch Starkregenereignisse während der Fruchtreife dar. Eine Möglichkeit dieses zu verhindern ist die Erstellung einer Überdachung. Eine Süßkirschüberdachung ist jedoch mit sehr hohen Investitionskosten verbunden. Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit einer Süßkirschüberdachung sind jährlich hohe Erträge bei gleichzeitig sehr guter Fruchtqualität. Nach Berechnungen des LfULG sollten mindestens 65 % der Süßkirschenanbaufläche mit Regenschutzüberdachungen ausgestattet werden (ca. 100 ha). Die Investitionskosten hierfür belaufen sich auf ca. 35.000 € pro Hektar und demzufolge für die zu überdachende Anbaufläche von 100 ha auf rund 3,5 Mio. €. Eine solche Anpassung sollten Obstbauern, unter Nutzung der Empfehlungen des LfULG, kurz- bis mittelfristig umsetzen.

➔ **Maßnahmenblatt 3.7.1:** Schutz von Süßkirschenanlagen durch Überdachung gegen Starkregenereignisse

Maßnahme 3.7.2 Hagelschutz für Kernobst und Kulturschutznetze gegen schwer bekämpfbare Schädlinge oder gegen Hagel und Starkregen im Gemüsebau einsetzen

Bei Kernobst ist der Schutz der Kulturen vor Hagel eine der vordringlichsten, kurz- bis mittelfristig umzusetzenden Aufgaben. Da Hagelereignisse immer einen lokalen Charakter haben, sollten vordringlich besonders wertvolle Bestände durch die jeweiligen Obstbauern mit Hagelschutznetzen ausgerüstet werden. Nach Einschätzungen des LfULG handelt es sich dabei um ca. 10 bis 20 % der momentanen Apfelanbauflächen (rund 1.000 ha). Nach Berechnungen des LfULG belaufen sich die Investitionskosten für eine Hagelnetzanlage auf ca. 18.000 €/ha. Für die Gesamtkalkulation wird von einer zu schützenden Fläche von rund 1.000 ha ausgegangen. Hier würden Investitionskosten von ca. 18 Mio. € auf die Obstanbauer zukommen.

Im Gemüsebau sollten klimabedingt besonders wertvolle Kulturen und Bestände durch Kulturschutznetze gegen schwer bekämpfbare Schädlinge sowie gegen Hagel und Starkregen geschützt werden. Schätzungen des LfULG gehen von einem Umfang von ca. 500 ha aus. Bei Kosten von 0,55 €/m² für Schutznetze belaufen sich die Anschaffungskosten für die Gesamtfläche auf rund 2,8 Mio. €.

➔ **Maßnahmenblatt 3.7.2:** Schutz wertvoller Apfelanlagen mit Hagelnetzen gegen Hagelereignisse

Maßnahme 3.7.3 Bewässerung im Obst- und Gemüseanbau abwägen

Investition in Bewässerungsanlagen

Vor allem im Obstbau steht als mittel- bis langfristige Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel die Absicherung der Wasserversorgung der Anlagen mit an erster Stelle. Im Bereich Baum- und Strauchbeerenobst sind dabei Wasser sparende Tropfbewässerungssysteme vorzugsweise einzusetzen. Die Erdbeeren dagegen werden analog dem Freilandgemüse vorrangig mit Regenmaschinen bewässert. Nach Schätzungen des LfULG wird die zu bewässernde Obstfläche (ohne Erdbeeren) im Freistaat Sachsen mit bis zu ca. 2.400 ha rund 60 % der Obstanbaufläche einnehmen. Da diese Flächen bewässerungstechnisch komplett zu erschließen sind, kommt auf die Betriebe in den nächsten Jahren erheblicher Investitionsbedarf zu. Derzeit liegen die Kosten für 1 ha Tropfbewässerungsanlage im Obstbau bei ca. 4.000 €. Hinzu kommen noch Erschließungskosten für Brunnen, Pumpen, Anschlüsse, Erdleitungen, Hydran-

ten von rund 1.200 € pro ha (bezogen auf die Erschließung von 100 ha Beregnungsfläche), so dass die Gesamtkosten mit 5.200 €/ha zu beziffern sind. Die zu erwartenden Gesamtinvestitionen für die Bewässerung im Obstbau würden sich demzufolge auf bis zu 12,5 Mio. € belaufen. Wichtig ist ebenfalls die Berechnung des zukünftigen Bedarfs an Beregnungswasser in den sächsischen Obstanbaugebieten, da sich bereits heute erhebliche Defizite in der Verfügbarkeit von Beregnungswasser an einzelnen Standorten abzeichnen. Hinzuweisen ist auch auf die besonderen Qualitätsanforderungen an das Beregnungswasser, die die Verfügbarkeit an Wasser zusätzlich einschränken (trifft auch für den Gemüsebau zu). Für die sächsische Obstanbaufläche lässt sich bei einem derzeit angenommenen täglichen Wasserbedarf pro Baum von 4 Liter und einer jährlichen Bewässerungsperiode von 150 Tagen ein Wasserbedarf von bis zu 5,0 Mio. m³ Wasser kalkulieren. Bei dem Wasserpreis von ca. 0,30 € pro m³ (inklusive Fest- und variable Kosten) würden auf den Obstbau Zusatzkosten für die Bewässerung in Höhe von bis zu 1,3 Mio. € pro Jahr zukommen.

Bewässerung im Gemüse- und Erdbeeranbau

Im Gemüsebau, einschließlich Erdbeeren, steht analog zum Obst- und Weinbau kurz- bis mittelfristig die Absicherung der Kulturen mit Wasser an. Zukünftig wird auf der gesamten Anbaufläche Zusatzbewässerung erforderlich sein. Von der gegenwärtig rund 5.300 ha großen Anbaufläche ist nur ein Teil (ca. 2.100 ha) bereits mit Zusatzbewässerung ausgestattet, so dass in den Jahren bis 2020/2030 weitere rund 3.200 ha Fläche bewässerungsseitig zu erschließen sind. Da sich die Gemüsekulturen und Erdbeeren vorrangig in landwirtschaftliche Fruchtfolgen einordnen, ist bei einem angenommenen vierjährigen Fruchtwechsel eine Gesamtfläche von rund 13.000 ha für die Zusatzbewässerung nutzbar zu machen. Die Erschließungskosten belaufen sich für die Bewässerung der Kulturen mit Beregnungsmaschinen (übliches Verfahren im Gemüsebau) auf rund 1.540 € pro ha (Lattauschke 2009). Die Gesamtinvestitionssumme würde demzufolge rund 20,0 Mio. € betragen. Bei der Installation von Wasser sparenden Bewässerungssystemen (z. B. Tropfbewässerung), was auf Teilflächen sicher möglich sein wird, würde sich diese Summe noch erhöhen. Aus den Erfahrungen des Trockensommers 2003 ist bekannt, dass die Wasservorräte in den Gemüseanbaugebieten, besonders im Hauptanbaugebiet Lommatzscher Pflege als Teil der Modellregion, sehr begrenzt sind. Soll hier zukünftig flächendeckend bewässert werden, so sind neue Wasserquellen zu erschließen und darüber hinaus neue Kleinspeicherbecken zu errichten. Die Hochrechnung für den zusätzlichen zukünftigen Wasserbedarf geht dabei von einer Beregnungsmenge von 100 mm auf einer Anbaufläche von 3.200 ha aus. Auf dieser Fläche würden dann zusätzlich rund 3,2 Mio. m³ Beregnungswasser für den Gemüse- und Erdbeeranbau benötigt werden. Bei durchschnittlichen Kosten von 0,30 € pro m³ (inklusive Fest- und variable Kosten) würden sich jährliche Extrabelastungen für die Zusatzbewässerung von 0,96 Mio. € für die sächsischen Betriebe ergeben. Der Gesamtwasserbedarf (gegenwärtiger + zusätzlicher Bedarf) für den sächsischen Gemüse- und Erdbeeranbau (5.300 ha) würde sich dann auf insgesamt 5,3 Mio. m³ Beregnungswasser mit einem Kostenvolumen von 1,6 Mio. €/Jahr belaufen. Hierbei sind sowohl die Belange des Wasserschutzes (Menge, Güte etc.) zu berücksichtigen, die rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen sowie bestehende und zukünftige Förderschwerpunkte und -bedingungen bei der Umsetzung dieser Anpassungsmaßnahme zu prüfen.

Für eine Bewässerung muss jedoch stets die nachhaltige Wasserverfügbarkeit ohne Beeinträchtigung des Wasser- und Naturhaushalts maßgebend sein. Andernfalls ist auf den betreffenden Standorten auf andere Anbaukulturen (oder wenn möglich mit den Kulturen auf andere Standorte) auszuweichen (→ Maßnahme 3.1.1).

Diese Maßnahme ist in Kombination und Ergänzung zu den → Maßnahmen 3.1.1 (Pflanzenbau), 3.2.3 (Innovationen) und 3.8.1 (Weinbau) sowie dem → REGKLAM-Produkt 3.3.1e zu sehen.

➔ **Maßnahmenblatt 3.7.3:** Bewässerung von Apfelanlagen

Maßnahme 3.7.4 Förderung von Versicherungslösungen

Im Obst- und Gemüsebau wird es mittelfristig unerlässlich sein, Schäden durch Hagel oder Starkniederschläge über Einrisikenversicherungen abzudecken. Die Förderung dieser Versicherung bietet sich als günstige Maßnahme zur Krisenprävention an. Hierbei ist durch Wissenschaftler sowie Experten des SMUL zu prüfen, ob die durch diese Anpassungsmaßnahme entstehenden Zusatzkosten von staatlicher Seite in Form von Fördermaßnahmen/-programmen/-schwerpunkten unterstützt werden können.

Ziel 3.8: Anpassung von Sortenanbaustrategien des Weinbaus im sächsischen Elbtal

Das Klima bestimmt, zusammen mit den Bodenbedingungen, dem Relief und den Kulturmaßnahmen die Ausprägung des spezifischen Weincharakters bestimmter Sorten und damit die Charakteristik des jeweiligen Anbaugebietes. Daher spielen Klimaveränderungen, die sowohl mit einer Verschiebung in der Anbaueignung bestimmter Rebsorten als auch der Veränderung im spezifischen Charakter des Weines einhergehen können, eine große Rolle für den Weinbau. Dies gilt sowohl für den Anbau der Reben als auch für den Ausbau und die Vermarktung des Weines. Neben der Veränderung der mittleren klimatischen Verhältnisse spielen aber auch Veränderungen im Auftreten und der Intensität von Extremereignissen, wie Hagel, Starkniederschlägen, Dürreperioden, aber auch längere Barfröste (z. B. Probleme bei Müller-Thurgau in Sachsen 2009/2010, z. T. verbunden mit der Rodung ganzer Weinberge und Aufrebung mit anderen Rebsorten) eine zunehmende Rolle. Nur durch die Anpassung an den Klimawandel, z. B. durch Sortenwechsel oder Bewässerung, kann der Weinbau Gefahren durch Qualitäts- und Ertragseinbußen begegnen. Zukünftig wird bei steigender Anbauwürdigkeit verschiedener Rebsorten (v. a. rote Rebsorten) die Wasserversorgung der Bestände, v. a. in heißen Sommern, und somit verschärfte Trockenstressgefahr zunehmend zum Problem werden. Hinsichtlich der Erosionsproblematik führen zunehmende Intensitäten von Starkniederschlagsereignissen besonders in Steillagen z. T. zu erheblichen Bodenabträgen. Untersuchungen von Schultz und Jones (2008) zeigen den Einfluss der Temperatur auf einige Weininhaltsstoffe. In der Zunahme des Zuckergehaltes, der Abnahme der Säuren (Wein- und Äpfelsäure) und der Veränderung der Aromen wird bei fortschreitendem Klimawandel ein Problem gesehen. Weiterhin wird befürchtet, dass durch zunehmenden Krankheitsdruck (z. B. pilzliche Schaderreger) Fehlaromen, wie Mäuseln, Ethanolnote etc., zunehmen könnten.

Maßnahme 3.8.1 Einsatz moderner Tröpfchenbewässerungssysteme

Rückläufige Niederschläge und Verschiebungen in der Niederschlagsverteilung lassen die Bewässerung auch von Reben mittelfristig zu einem relevanten Thema werden. Hierbei ist z. B. auch zu beachten, dass die Aromaausprägung weißer Rebsorten deutlich empfindlicher auf lange Trockenperioden reagiert, als dies z. B. bei einigen roten Traubensorten der Fall ist. Die Bewässerung von z. B. Steillagen, wie im Elbtal, ist jedoch schwierig, da sie mit erheblichen Kosten, Energieaufwand und z. T. ungelösten Fragen der Wasserentnahme bzw. Wasserbevorratung verbunden ist. Um die Rentabilität einer solchen Maßnahme abzuschätzen, muss durch Wissenschaftler zunächst eine Risikoabschätzung vorgenommen werden, die sowohl die zukünftigen Veränderungen als auch die Kosten (Infrastruktur, Wasser etc.) und den Nutzen einer solchen Maßnahme einbezieht. Hierbei geben nur kleinräumige Betrachtungsweisen wertvolle Hinweise für die zukünftige Risikoausprägung (Schultz 2009). Da im Weinbau Wassermangel zur Ausbildung von Fehlaromen führen oder auch hohe Ernteverluste verursachen kann, ist ebenfalls mittelfristig eine flächendeckende Abschätzung des Wasserhaushalts der Weinbauregion eine Aufgabe der Wissenschaft.

Zur Bewässerung sind vorzugsweise Wasser sparende Tröpfchenbewässerungssysteme mit gleichzeitiger Möglichkeit der Gabe von z. B. Düngemitteln o. ä. (Fertigation) einzusetzen. Für eine Bewässerung muss jedoch stets die nachhaltige Wasserverfügbarkeit ohne Beeinträchtigung des Wasser- und Naturhaushalts maßgebend sein.

Diese Maßnahme ist weiterhin in Kombination und Ergänzung zu den → Maßnahmen 3.1.1 (Pflanzenbau), 3.2.3 (Innovationen), und 3.7.3 (Obst- und Gemüsebau), sowie dem → REGKLAM-Produkt 3.3.1e zu sehen.

Maßnahme 3.8.2 Veränderung des Sortenspektrums

Bei steigenden Temperaturen werden zukünftig mittel- bis langfristig temperaturbedürftige Rebsorten, v. a. rote Rebsorten, eine nennenswerte Anbauwürdigkeit erreichen können. Im Gegensatz dazu kann es durch veränderte Temperaturen bei den etablierten Rebsorten, wie z. B. dem Müller-Thurgau durch Verschiebungen in den Säure- und Zuckergehalten zu einer veränderten Weincharakteristik kommen, die nicht mehr der gebietstypischen Charakteristik entspricht. Durch den Anbau mehrerer Sorten, die sich in Wuchs- und Abreifeverhalten unterscheiden, können Winzer das Anbaurisiko weiterhin gezielt vermindern. Die mittelfristige Anpassung des Rebsortenspektrums in der Weinbauregion des REGKLAM-Gebietes ist daher eine sinnvolle Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. Es ist jedoch auch darauf hinzuweisen, dass sich derzeit schon über 50 verschiedene Rebsorten in der Weinbauregion Sachsen im Anbau befinden und daher Anpassungspotenzial und -erfahrungen bestehen und weiterentwickelt werden und werden müssen.

Maßnahme 3.8.3 Erosionsschutz im Weinbau

Zum Erosionsschutz im Weinbau wird den Winzern kurz- bis mittelfristig eine dauerhafte Begrünung oder Mulchbedeckung der Zwischenbereiche der Rebstöcke empfohlen. Bei flachgründigen Steillagen wird jedoch oft der Wasserbedarf dieser Begrünung in Konkurrenz zu den Reben als Problem gesehen.

Ziel 3.9: Durch Risikoanalysen besser auf den Klimawandel vorbereitet sein

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft in der Region vor eine Vielzahl von Herausforderungen, die sowohl Probleme aufwerfen als auch Chancen bieten können. Für eine sinnvolle Anpassungsstrategie sowohl auf Betriebsebene als auch auf regionaler Ebene ist daher eine umfassende Risikoanalyse notwendig, die bestehende und mögliche zukünftige Betroffenheiten aufzeigt, die sich zukünftig ggf. ergebenden Risiken analysiert und die notwendigen Anpassungsmaßnahmen erarbeitet und so zu einer steigenden Robustheit der Systeme unter veränderten Randbedingungen beiträgt.

Maßnahme 3.9.1 Risikoanalyse auf Betriebsebene

Oberste Priorität kommt dabei betrieblichen Anpassungsmöglichkeiten zu. Ergänzend können marktbezogene Maßnahmen des Risikomanagements in Frage kommen, wie langfristige Abnahmeverträge, Warenterminkontrakte und auch privatwirtschaftliche Versicherungslösungen.

Die Risikoanalyse sollte kurz- bis mittelfristig durch Landwirte, Winzer sowie Obst- und Gemüsebauern, mit Unterstützung durch Wissenschaftler, Experten des LfULG, ggf. spezialisierte Ingenieurbüros etc. erfolgen und dabei mindestens die folgenden Schritte enthalten:

1. Analyse des Ist-Zustands: Betriebscharakteristik, Lage, Anbaustruktur/-verfahren, Technikausstattung etc.
2. Analyse des Ausmaßes und der Betroffenheiten möglicher zukünftiger Klimaveränderungen/-wirkungen
3. Analyse der möglichen Anpassungsmaßnahmen, deren Umsetzbarkeit, Gegenüberstellung möglicher Aufwendungen, zeitlicher Horizont
4. Entscheidung des Umsetzungsumfangs, möglicher Änderungen oder Versicherungslösungen, zeitlicher Horizont

Maßnahme 3.9.2 Ableitung von Handlungsempfehlungen auf regionaler Ebene

Ableitung von Handlungsempfehlungen auf der Grundlage von Risikokarten (Ausweisung von hot-spot-Gebieten) für unterschiedliche Problemfelder und Erarbeitung von Handlungsempfehlungen unter Zuhilfenahme von sDSS mit geeigneter Zielstellung (z. B. GISCAME, → Maßnahme 3.16.1).

Abbildung II-3.3: Systematik der unternehmerischen Risiken (nach Wolke 2008)

Abbildung II-3.4: Spezifizierung der klimawandelbedingten Naturrisiken – Extremereignisse

Abbildung II-3.5: Spezifizierung der klimawandelbedingten Naturrisiken – Änderung der mittleren Verhältnisse

Maßnahme 3.9.3 Nutzung modellgestützter Klimafolgenszenarien für die Risikoanalyse

Die Maßnahme beinhaltet die Anwendung eines modellgestützten Entscheidungshilfesystems (LandCaRe-DSS), um Risiken und die Betroffenheit von Betrieben durch den zukünftigen regionalen Klimawandel anhand von Klimaprojektionen zu analysieren und Optionen von Anpassungsmaßnahmen virtuell zu testen. Dies geschieht durch die modellhafte Kombination von regionalen Klimaprojektionen und ökonomischen Szenarien mit den jeweiligen standörtlichen und betriebsspezifischen Bedingungen.

Die Klimafolgenszenarien können insbesondere folgende Sachverhalte beschreiben:

1. Untersuchung der Variabilität von Klimawirkungen aufgrund unterschiedlicher regionaler Klimaprojektionen (WEREX, WETTREG, CCLM, REMO)

2. Vergleich von Agrarstrukturgebieten hinsichtlich der Entwicklung von mittleren Erträgen, Ertragsschwankungen und Bewässerungsbedarf unter verschiedenen Anbauverteilungsszenarien

3. Untersuchungen auf Betriebs- und Schlagebene:

- Entwicklung der mittleren Erträge und Ertragsschwankungen unterschiedlicher Fruchtfolgen;
- Einfluss von Bewässerung, Bodenbearbeitung und N-Düngung (Nmin);
- Einfluss von Kosten- und Agrarpreisszenarien auf Deckungsbeiträge und prozesskostenfreie Leistungen.

Akteure: LfULG, landwirtschaftliche Beratung, betriebliche Arbeitskreise, Weiterbildung

➔ **Maßnahmenblatt 3.9.3:** Modellgestützte Klimafolgeszenarien für die Risikoanalyse

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung in der Forstwirtschaft

Ziel 3.10: Struktur und Baumartenzusammensetzung von Forsten und Wäldern an sich ändernde Standortfaktoren anpassen

Der Klimawandel kann während der Vegetationszeit auf der gesamten Waldfläche zu einer negativen klimatischen Wasserbilanz führen. Dies hat erhebliche Wirkungen auf die Struktur, die Baumartenzusammensetzung und die Nettoprimärproduktion von Wäldern.

Maßnahme 3.10.1 Ableitung von standortgerechten Zielzuständen der Waldentwicklung

Für die Modellregion Dresden wurden auf der Basis des realen Klimas, der regionalen Klimaprojektion, von physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften und der modifizierenden Wirkung von Exposition und Relief 18 Zielzustände für die Waldentwicklung formuliert, die mit entsprechenden Verbreitungsschwerpunkten die gesamte Waldfläche der Modellregion abbilden. Diese gliedern sich in 15 zonale sowie drei azonale Zielzustände (Moorwald, Bachtälchen, Auwald).

Verbreitungsschwerpunkte von flächenrelevanten Zielzuständen nach Standortsregionen und Lokalstandorten:

Tiefland: Mittel- und Grobsande: Kiefern-Mischbestandstypen auf Böden mit ausreichender Wasserspeicherkapazität (anlehmige und lehmige Sande): Eichen-, Buchen-, Roteichen- und Douglasientypen auf der Grundlage einer tiefer gegliederten standörtlichen und funktionalen Differenzierung

Hügelland und untere Berglagen: Buchentypen, Eichen-Typen, Douglasientypen auf gut durchlüfteten Gesteinsverwitterungsböden

Mittelgebirge: Buchen- und Fichten-Mischbestandstypen in Abhängigkeit von den klimatischen Standortsfaktoren (Niederschlag, Temperatur, Globalstrahlung); Fichtentypen nur in den in den Hoch- und Kammlagen, in den mittleren Berglagen als Übergangstypen bei etablierten Fichten-Naturverjüngungsvorräten in Fichten-Altbeständen.

➔ **Maßnahmenblatt 3.10.1:** Ableitung und Anwendung von standortgerechten Zielzuständen der Waldentwicklung

Maßnahme 3.10.2 Anpassung der Bestandsstruktur an sich ändernde Standortsfaktoren – tendenzielle klimatische Trockenheit

Die Bestandsstruktur beeinflusst unter den Einwirkungen des Klimawandels die Ressourcenverfügbarkeit für das Waldwachstum entscheidend. Darüber hinaus wirkt sie auf die Resistenz oder Disposition von Einzelbäumen und Waldbeständen gegenüber Schneedruck und Sturm sowie biotischen Schadfaktoren. Durch die Wirkung auf das Bestandesklima wird die Aktivierung von biotischen Schadfaktoren beeinflusst. Nach eingetretenen Störungen bestimmt die Bestandsstruktur die Resilienz von Waldbeständen, als Fähigkeit zur strukturellen Erneuerung.

Folgende Maßnahmen sind erforderlich:

- standörtlich differenzierte Anpassung der Durchforstungskonzepte (Stammzahlhaltung, Grundflächenhaltung, Genese der horizontalen und vertikalen Bestandesstruktur);
- prozessorientierte Eingriffsintensität in Abhängigkeit vom Produktionsziel des jeweiligen Bestandes mit der Orientierung am natürlichen, konkurrenzbedingten Differenzierungsprozess, praktische Umsetzung in Durchforstungsmodellen bzw. Durchforstungskonzepten;
- Vermeidung von Konkurrenznischen als Folge der Durchforstung, die dauerhaft durch verdämmend wirkende Arten der Bodenvegetation oder die Verjüngung von nicht standortsgerechten Baumarten besetzt werden;
- Einzelbaumhabitus, die Wurzel-Stamm-Kronen-Relation an die veränderte Wasserverfügbarkeit anpassen (höhere Effizienz der Wasseraufnahme und des Wassertransports) und

- standörtlich differenzierte Anpassung des Verjüngungsprozesses (Regulation der Konkurrenz zwischen Altbestand und Verjüngung mit Auswirkungen auf deren Disposition gegenüber abiotischen Schadfaktoren - Trockenheit, Schneedruck).

Mit zunehmender standörtlicher Trockenheit erfordert die Etablierung der Verjüngung eine frühere und stärkere Auflockerung bis Auflösung der Konkurrenz des Altbestandes. Für Befundeinheiten der forstlichen Standortskartierung werden als Synthese aus klimatischer Wasserbilanz und Bodeneigenschaften baumartenabhängige Konzepte ausgewiesen. Deren örtliche und zeitliche Spezifizierung erfolgt durch den örtlichen Wirtschafter operational mit der Entwicklung der Verjüngung (Wachstum und Differenzierung als Indikator für die Notwendigkeit der Konkurrenzauflockerung).

Ausgehend vom aktuellen örtlichen Standortspotenzial erfolgt eine prozessorientierte Anpassung der Konkurrenzregulation zwischen Altbestand und Verjüngung.

Maßnahme 3.10.3 Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut von wirtschaftlich bedeutenden Baumarten mit hohem Anpassungspotenzial an regionale Standortveränderungen für die Forstwirtschaft

Um diese Maßnahme wirkungsvoll umzusetzen, sind die folgenden mittelfristigen Schritte durch die Wissenschaft bzw. den Staatsbetrieb Sachsenforst umzusetzen:

- Analyse der fundamentalen (physiologischen) Nischen unter Berücksichtigung der Beziehung zwischen Standort und Wuchsleistung (Schlutow und Gemballa 2007);
- Untersetzung der fundamentalen Nische durch einen standörtlich definierten Vorkommensgradienten für die jeweilige Baumart (Schlutow und Gemballa 2007);
- Untersetzung dieses standörtlich determinierten Vorkommensgradienten durch reale Vorkommen der jeweiligen Baumart, auf der Grundlage von langfristig dokumentierten Anbau-, Herkunfts- und Züchtungsversuchen (Krabel et al. 2010);
- vertiefende Auswertung von bestehenden Herkunftsversuchen und Ergänzung durch Anbauversuche von Baumarten mit mittlerer bis hoher Wuchsleistung bei hinreichendem synökologischen Intergrationspotenzial;
- Erweiterung der Importmöglichkeiten von forstlichem Vermehrungsgut aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der jeweiligen Baumart auf der Grundlage von standörtlich und genetisch definierten Beerntungseinheiten;
- Dokumentation und empirische, prozessorientierte Analyse der Standortseignung von forstwirtschaftlich bedeutenden Baumarten mit Bezug zu standörtlich und genetisch definierten Beerntungseinheiten;
- prozessorientierte Aktualisierung und Spezifizierung der Herkunftsempfehlungen für die Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut.

Ziel 3.11: Widerstandspotenzial von Forst- und Waldbiozönosen gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren erhöhen

Mit der dauerhaften Veränderung von klimatischen Standortsfaktoren steigt die Prädisposition der Forste (Wälder) gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren. Das Risiko von funktionalen Einbrüchen, insbesondere für eine nachhaltige und stetige Holzproduktion, nimmt zu.

Maßnahme 3.11.1 Monitoring der Aktivierung biotischer Schaderreger und von Einwirkungen abiotischer Schadfaktoren auf Forst- und Waldökosysteme sowie deren Entwicklungsphasen

Um eine Verstetigung und Qualifizierung des Waldschutzmeldewesens in Sachsen zu erreichen, sind folgende, insbesondere an die jeweiligen Ämter und Behörden gerichtete Schritte, notwendig:

- Einhaltung und zentrale Weiterentwicklung von verbindlichen methodischen Standards für die Erfassung der Populationsdynamik biotischer Schaderreger als Grundlage für aktuelle Bekämpfungsentscheidungen;
- zentrale standardisierte Datenhaltung als Grundlage für überregionale Auswertungen unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Situationen der Prädisposition von Forst- bzw. Waldökosystemtypen und deren Entwicklungsphasen gegenüber biotischen Schadfaktoren;
- Verortung der Aktivierung von biotischen Schadfaktoren und der Einwirkungen von abiotischen Schadfaktoren als Grundlage für die Analyse der aktuellen Prädisposition und deren Verschiebung in Folge des realen Klimawandels in Abhängigkeit vom Ökosystemtyp;
- überregionale Erfassung und Monitoring von neuen biotischen Schadfaktoren;
- Einsatz von Prognosemodellen für die Abschätzung der Populationsdynamik von biotischen Schadfaktoren einschließlich Arealverschiebungen, als Grundlage für deren rationelle Kontrolle und ggf. effiziente Bekämpfung;
- an den Nutzern orientierte Informationsbereitstellung in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung;
- effiziente Bekämpfung biotischer Schaderreger, einschließlich des aviotechnischen Einsatzes von Insektiziden und darauf aufbauende Festlegungen in den Förderprogrammen der EU (Europäische Kommission 2011: Entwurf zur aktuellen ELER-VO);
- Erweiterung der an den Nutzern orientierten Information zur aktuellen Waldschutzsituation des Staatsbetriebes Sachsenforst (Subsite „Waldschutz") bzw. der Unteren Forstbehörde um die Monitoringdaten zu weiteren relevanten Schadinsekten.

Maßnahme 3.11.2 Abschätzung und räumliche Darstellung der aktuellen und potenziellen Prädisposition von Waldökosystemtypen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren als Grundlage für eine mittel- bis langfristige Risikoprognose

Methodisch sind Aufbereitung und Aktualisierung von standortskundlichen Informationen mit Bezug zur Pufferung einer tendenziell negativen klimatischen Wasserbilanz umzusetzen. Dies beinhaltet:

- den Ersatz der zonal begründeten, statischen forstlichen Klimagliederung durch eine dynamische auf der Grundlage von klimatischer Wasserbilanz und der Länge der Vegetationsperiode;
- die Aktualisierung von Informationen zu Hydromorphiemerkmalen von Waldböden und zum Humuszustand als relativ dynamische Zustandseigenschaften von Waldböden;
- die Klassifizierung der Substratfeuchte auf der Grundlage von vorliegenden Bodeninformationen und Ergänzung durch Analyse von bodenphysikalischen Parametern sowie
- die Implementierung der Intensität von Standortsveränderungen in die Ableitung von waldbaulichen Behandlungskonzepten.

Eine räumlich hoch aufgelöste Darstellung der aktuellen und prognostizierten Prädisposition von Waldökosystemtypen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren ist zur Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel wie folgt einsetzbar

- als Grundlage für die Verschneidung mit landschaftsökologisch sensitiven Waldwirkungen (Abflussregulation, Erosion) oder Waldfunktionen (z. B Erholung) mit dem Ergebnis von Vulnerabilitätskarten;
- als übergeordnete Planungsgrundlage für eine räumlich, zeitlich und funktional differenzierte Intensität des Waldumbaus auf der Ebene von funktionalen Landschaftseinheiten;
- als Planungsgrundlage für die Erneuerung des Widerstandspotenzials, überwiegend von Fichten- und Kiefernforsten, gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren als Teil der 10-jährigen periodischen Betriebsplanung und

- als Grundlage für einen funktional ausgerichteten und damit ökonomisch begründeten Einsatz von Steuergeldern und betrieblichen Ressourcen.

➔ **Maßnahmenblatt 3.11.2:** Abschätzung und räumliche Darstellung der aktuellen und potenziellen Prädisposition von Waldökosystemtypen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren

Ziel 3.12: Stetigkeit der Wirkungen von Wald für die Stabilität und Funktionalität der Kulturlandschaft

Im Rahmen einer integrativen Waldbewirtschaftung führt die Ausweisung einer Vorrangfunktion auf der Ebene von Waldbeständen bis hin zu funktionalen Landschaftseinheiten zu einem effizienteren, auf die jeweilige Vorrangfunktion gerichteten Ressourceneinsatz. Davon unberührt ist die multifunktionale Wirkung von Wäldern und Forsten an sich, insbesondere dann, wenn diese nach den Prinzipien des ökologisch orientierten Waldbaus bewirtschaftet werden.

Maßnahme 3.12.1 Intensität und Verfahren des Waldumbaus an ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen ausrichten

Eine wesentliche Grundlage sind durch den Landesentwicklungsplan und die Waldfunktionenkartierung ausgewiesene Vorrangfunktionen auf den Ebenen von Landschaftseinheiten. Folgende Vorrangfunktionen bedingen eine deutliche Modifikation der Holzproduktion als Leitfunktion für eine überwiegend integrative Waldbewirtschaftung nach Prinzipien des ökologisch orientierten Waldbaus: Abflussregulation aus den Hochwasserentstehungsgebieten in den Hoch- und Kammlagen des Osterzgebirges und für abflussrelevante Hydrotope und Bilanzgebiete, Grundwasserneubildung und Beitrag zur Sicherung der Grundwasserqualität von versorgungsrelevanten Grundwasserkörpern, Erholung in unmittelbarer Nähe zum Ballungsraum Dresden, Naturschutz bei gesetzlichem Schutzstatus oder in besonders schützenswerten Waldökosystemen (→ Maßnahme 5.4.2, Kapitel II.5).

➔ **Maßnahmenblatt 3.12.1:** Intensität und Verfahren des Waldumbaus an ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen ausrichten

Maßnahme 3.12.2 Ausrichtung der Waldbewirtschaftung auf die Stetigkeit und maximale Ausprägung der Vorrangfunktion auf der Ebene von waldbaulichen Behandlungseinheiten (Beständen)

Zu diesem Zweck sollten die Waldentwicklungstypen durch funktional ausgerichtete Waldbehandlungstypen spezifiziert werden. Die Festlegung der Vulnerabilität (Synthese aus funktionaler Sensitivität und funktionalem Risiko) sollte anschließend als Maß für Intensität von waldbaulichen Maßnahmen mit dem Ziel der Stetigkeit und der maximalen Ausprägung von vorrangigen Waldwirkungen dienen (→Maßnahme 5.1.1, Kapitel II.5 Naturschutz).

Ziel 3.13: Nachhaltige und stetige Holzproduktion als Beitrag der Forstwirtschaft zum Ersatz von fossilen Energieträgern und Rohstoffen durch Holz

Die gesellschaftlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen und damit die Anforderungen an die Waldbewirtschaftung verändern sich auch unter dem Einfluss des Klimawandels stärker und schneller als dies bisher der Fall war. Die Rohstoff- und Energiewende von fossilen Rohstoffen und Energieträgern hin zu erneuerbaren bewirkt, dass die nachhaltige und stetige Holzproduktion Kern jeder integrativen und dabei funktional differenzierten Waldbewirtschaftung sein muss.

Maßnahme 3.13.1 Holzproduktion nach den Prinzipien des ökologisch orientierten Waldbaus als Leitfunktion für die Forstwirtschaft gestalten

Die Notwendigkeit für eine dynamische und klimaplastische Waldbewirtschaftung muss sich unter Berücksichtigung der Waldentwicklungstypen auch in einer entsprechenden Neuausrichtung der FFH-Managementpläne wiederfinden, die momentan reale und projizierte Standortveränderungen kaum berücksichtigen (→ Maßnahme 5.1.2). Es besteht ein grundlegender Widerspruch zwischen dynamischen Standortbedingungen und einem statischen Ziel- und Planungssystem.

Maßnahme 3.13.2 Steigerung der Holzproduktion bei relativ geringer Oszillation des Produktionsniveaus während des gesamten Produktionszyklus

Grundsätzlich erfolgt die Ausrichtung der Waldbaukonzepte für Waldentwicklungstypen (WET) auf die standörtlich determinierte höchstmögliche Holzproduktion pro Flächeneinheit bei einer ausgewogenen Beziehung zwischen Volumen- und Wertleistung sowie unter Berücksichtigung der weiteren Waldfunktionen (→ Maßnahme 3.12.1). Folgende Aktivitäten können die Holzproduktion steigern:

- der Umbau und die Umwandlung der Bestände aus Interims- und Pionierbaumarten auf produktiven Standorten des ehemaligen Immissionsschadgebietes zugunsten von Zielzuständen der Waldentwicklung, die von der Fichte dominiert werden;
- die Überführung von Wollreitgras–Fichten-Forsten in den Hochlagen des Osterzgebirges mit ausgeprägten Schälschäden und stark eingeschränkter Verjüngungsdynamik in von der Fichte dominierte, räumlich und zeitlich differenzierte Zielstrukturen;
- eine produktionsorientierte Integration von Weißtanne und Rotbuche vorrangig auf mittel- bis tiefgründigen Gesteinsverwitterungsböden der mittleren und unteren Berglagen;
- eine produktionsorientierte Integration von schnell wachsenden Baumarten in Konkurrenznischen und Freiflächensituationen sowie bei Zielzuständen der Waldentwicklung, die von Lichtbaumarten dominiert werden;
- die konsequente Nutzung von Produkten der Forstpflanzenzüchtung sowie
- die konsequente Ausnutzung des Waldumbaus für die genetische Aufwertung der folgenden Waldgeneration mit den Zielen Erneuerung der genetischen Vielfalt, Verbesserung der Resistenz und Resilienz gegenüber biotischen und abiotischen Umwelteinflüssen (Stetigkeit der Holzproduktion) sowie des Ertragspotenzials (Menge und Qualität der Holzproduktion).

Maßnahme 3.13.3 Durchsetzen einer Low-Input-Strategie der Waldbewirtschaftung

Hierzu gehört z. B. die differenzierte Bewirtschaftungsintensität (Input fossiler Zusatzenergie) in Abhängigkeit vom aktuellen Waldzustand, den jeweiligen Entwicklungspotenzialen im Verhältnis zu den Entwicklungszielen und der Zeit, in der diese dringend erreicht werden müssen (Vulnerabilität). Weiterhin ist die konsequente Ausrichtung der Jagd im Landeswald nach den Vorgaben des SächsWaldG, des SächsNatschG, des SächsTierschG und des SächsJagdG unerlässlich. D. h., unter der Voraussetzung optimaler Umweltbedingungen (Konkurrenz des Altbestandes und der Bodenvegetation, Bodenzustand) müssen sich die Baumarten des jeweiligen Bestandes ohne Schutzmaßnahmen gegen Wildverbiss natürlich verjüngen und zu einem standortgerechten (Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur), wirtschaftlich leistungsfähigen Folgebestand aufwachsen können. Die Naturverjüngung ist hier das Regelverfahren der Waldverjüngung. Um die Ziele einer Low-Input-Strategie im Rahmen der Waldbewirtschaftung auch über die Grenzen des Landeswaldes hinaus zu erreichen, sind die Abschusspläne der Jagdgenossenschaften bzw. die Gruppenabschusspläne der Hegegemeinschaften unter Berücksichtigung der durch die Unteren Forstbehörden zu erstellenden „Forstlichen Gutachten" konsequent auf Plausibilität und Erfüllung zu prüfen. Die Forstlichen Gutachten der Unteren Forstbehörden als Indikator für den Ist-Zustand und die Annäherung an den Zielzustand sind landesweit nach einheitlichen Kriterien zu erstellen.

In Kiefer- und Fichtenreinbeständen, die ein Mosaik mit adulten Beständen aus standortgerechten Baumarten bilden, ist die Überführung in den Zielzustand des WET ohne Schutzmaßnahmen gegen Wildverbiss das Regelverfahren. Voraussetzung sind wiederum im pflanzensoziologischen Kontext optimale Umweltbedingungen zugunsten der spontanen Ausbreitung standortgerechter Baumarten in diesen Beständen. Waldbauliche Behandlungskonzepte sind daran auszurichten.

In großflächigen Kiefer- und Fichtenreinbeständen entwickelt sich mit der Auflockerung des horizontalen Bestandesschlusses eine zweite Bestandesschicht

durch die spontane Ausbreitung von Pionierbaumarten und Sträuchern, insofern nicht mehr oder weniger geschlossene Decken aus verdämmend wirkenden Arten der Bodenvegetation (z. B. Sandrohr, Wolliges Reitgras, Seegras, Brombeere) diesen Prozess stark einschränken oder verhindern. Der Waldumbau mit Buche ist i. d. R. ohne Schutzmaßnahmen möglich, ohne dass das Verjüngungs- und das Produktionsziel in Frage gestellt sind. Die Schutznotwendigkeit anderer Baumarten besteht nicht generell, unterliegt aber einer starken Differenzierung, die den örtlichen Einflussfaktoren auf die Regulation von verbeißenden Schalenwildarten entspricht. Im Kontext eines wirtschaftlichen, dauerhaft erfolgreichen Waldumbaus sind die Populationsdichten der wiederkäuenden Schalenwildarten nach wie vor deutlich überhöht.

Mit der notwendigen Reduktion der Populationsdichte der wiederkäuenden Schalenwildarten und der zunehmenden Veränderung der Baumartenzusammensetzung von Fichten- und Kiefernforsten hin zu standortgerechten Mischwäldern ist eine Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen gegen Wildverbiss signifikant bis auf Ausnahmesituationen zu reduzieren. Diese Entwicklung ist unverzichtbar, weil, unabhängig vom finanziellen Aufwand, die Wirkung des Zaunschutzes gegen Wild bei der notwendigen Intensität des Waldumbaus und des hohen Anteils von Verjüngungsflächen, die langfristig und kontinuierlich, teils über mehrere Jahrzehnte (Schälschäden) geschützt werden müssten, nicht gewährleistet werden kann.

Die Abschussplanung im Landeswald orientiert sich an diesen Zielsetzungen in Verbindung mit deren räumlicher und zeitlicher Auflösung. Die Annäherung des IST- an den Zielzustand erfolgt auf der Grundlage der Zielvereinbarungen Waldbau/Jagd zwischen der Geschäftsleitung des Staatsbetriebes Sachsenforst und den Forstbezirken. Indikatoren sind die Ergebnisse des forstbetrieblichen Wildschadensmonitorings, die Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen gegen Wild und die Schätzung der Populationsdichte der wiederkäuenden Schalenwildarten.

Ziel 3.14: Erhalt und Erneuerung des Produktionspotenzials der Waldböden

Der Boden spielt eine Schlüsselrolle im Ökosystem Wald. Die Vermeidung von Schädigungen und der Erhalt bzw. die Wiederherstellung der Waldböden sind essentielle Maßnahmen, um das Ökosystem in jeder Hinsicht funktionstüchtig zu erhalten. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels kann somit deutlich erhöht werden. Die Maßnahmen des dieses Zieles zeigen Synergiepotenziale zu den Themenfeldern Naturschutz (→ Kapitel II.5, z. B. → Maßnahme 5.4.2) und Wasserhaushalt (→ Kapitel II.2).

Maßnahme 3.14.1 Einschränkung von Bodenverlusten durch forstwirtschaftliche Maßnahmen

Zum einen erfolgt dazu die Anwendung der Richtlinie über Holzerntetechnologien im Landeswald (Staatsbetrieb Sachsenforst 2006). Weiterhin erfolgt gegenwärtig die Entwicklung einer entsprechenden Richtlinie für die Befahrung von Waldböden bei der Bestandsbegründung.

Maßnahme 3.14.2 Sicherstellung ausgeglichener Stoffkreisläufe

Eine standortgerechte Baumartenzusammensetzung ist die Voraussetzung für ausgeglichene Stoffkreisläufe. Arealverschiebungen von Baumarten, Veränderungen der interspezifischen Konkurrenz können zu Arealverschiebungen von Waldgesellschaften führen. Diese Entwicklung erfordert eine stetige Anpassung der Zielzustände für die Waldbewirtschaftung. Diese orientieren sich an den zum jeweiligen Zeitpunkt realen Standortbedingungen und den in den nächsten Jahrzehnten mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwartenden.

Die Bodenschutzkalkung und die meliorative Pflanzplatzkalkung sind auf die langfristige Kompensation von massiven Basenverlusten in den Waldböden gerichtet. Ziel ist es, die Basensättigung auf das Niveau des vorindustriellen Zeitalters anzuheben. Biologisch-technische Bodenmeliorationen können bei stark degradiertem physikalischem und chemischem Bodenzustand nach mehreren Generationen des Fichtenanbaus auf Pseudogley im sächsischen Lösshügelland notwendig sein.

In jedem Fall ist eine dauerhafte und den gesamten potenziell durchwurzelbaren Bodenraum erfassende Wirkung der genannten Maßnahmen an eine standortgerechte Baumartenzusammensetzung gebunden.

Maßnahme 3.14.3 Vermeidung von Nährstoffverlusten durch intensiven Biomasseentzug

Unter der Prämisse einer ökologisch nachhaltigen Bodennutzung bei weitgehendem Verzicht auf eine anthropogene Nährstoffzufuhr (Düngung als Form eines anthropogenen Energieinputs in die Waldökosysteme) erlaubt das Nährstoffpotenzial der Waldböden in Sachsen keine Intensivierung des Biomasseentzugs, z. B. durch Ganz- oder Vollbaumnutzung. Dementsprechend gelten für die Bewirtschaftung des Landeswaldes Restriktionen.

Die Nutzung von sogenanntem Waldrestholz (Astmaterial etc. unterhalb der Aufarbeitungsgrenze für Industrieholzsortimente) ist auf das notwendige Maß der Flächenvorbereitung im Kalamitätsfall und bei der Umwandlung von Fichten-Reinbeständen im Lösshügelland begrenzt.

Ziel 3.15: Konsistenz und Kontinuität waldbaulicher Behandlungskonzepte

Waldbewirtschaftung unterliegt tendenziell irreversiblen Veränderungen ihrer bisher als quasi-stabil angenommenen natürlichen Produktionsbedingungen in einer bisher unbekannten Intensität. In diesem Prozess können aktuelle Konzepte für die waldbauliche Behandlung von Forst- und Waldökosystemtypen in Widerspruch zur Entwicklung von abiotischen Standortsfaktoren geraten. In diesem Zusammenhang sind auch definierte Zielzustände nicht als statisch zu betrachten. Ähnlich können sich Veränderungen der gesellschaftlichen Anforderungen an die Waldbewirtschaftung auswirken, wobei die daraus resultierenden Anpassungen des Zielzustandes sich grundsätzlich im Rahmen einer standortgerechten Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur bewegen sollten. Kalamitäten bewirken i. d. R. keine Korrektur des Zielzustandes der Waldentwicklung, können aber den Weg - die waldbaulichen Maßnahmen, die zu diesem Zielzustand führen – massiv beeinflussen. Ein dynamisches und dementsprechend prozessorientiertes waldbauliches Zielsystem ist daher zweckmäßig. Daraus folgt die Notwendigkeit, Komplexe von waldbaulichen Maßnahmen als dynamische Verbindung zwischen Ausgangs- und Zielzustand den Veränderungen des Zielzustandes oder des Weges zu einem Zielzustand, z. B. im Fall von Kalamitäten, anzupassen.

Maßnahme 3.15.1 Entwicklung und Anwendung von Waldentwicklungstypen (WET) als Kern von regionalen Waldbau-Richtlinien bzw. Konzepten

Dazu gehören die Abbildung aller WET mit relevanten Flächenanteilen in der Region, die Erprobung der WET als Planungseinheiten mit der 10-jährigen periodischen Betriebsplanung im Forstbezirk Bärenfels sowie die Erarbeitung der regionalen Waldbau-RL für die Standortregion Tiefland bis Ende 2013, gefolgt von denen für die Standortregionen Lösshügelland und Mittelgebirge bis 2015.

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung - sektorübergreifend

Ziel 3.16: Zielgerichtete Kommunikation und Abstimmung zwischen Planern und Ämtern zur partizipativen Entwicklung von Klimawandelanpassungsstrategien

Sektorenübergreifende Ziele und Maßnahmen richten sich insbesondere an die Regionalplanung, aber auch an Ämter (Staatsbetrieb Sachsenforst und Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie), die wiederum für die Anwendung und Kommunikation der Ergebnisse an die Landnutzer zuständig sind. Für die Fortschreibung von Plänen und Programmen auf regionaler Ebene ist eine integrierte Betrachtung verschiedenster Interessen essentiell um die Kulturlandschaft der Modellregion Dresden möglichst vorteilhaft und nachhaltig zu entwickeln. Die planerischen Ausweisungen haben mittel- bis langfristig z. T. einen verbindlichen Charakter (z. B. Ausweisung von Vorranggebieten), werden teilweise aber auch als Abwägungsmaterial genutzt (z. B. Ausweisung von Vorbehaltsgebieten). Zur Umsetzung einer regionalen Anpassungsstrategie sind sektorübergreifende Maßnahmen, wie integrierte Landschaftsbewertungen oder die Schaffung einheitlicher Planungsgrundlagen, erforderlich.

Maßnahme 3.16.1 Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien zur räumlichen Priorisierung von Landnutzungs-/Landbewirtschaftungswandel

Für eine Integration sektoraler Aspekte in ein an den Klimawandel angepasstes Management auf Landschaftsebene ergibt sich die Notwendigkeit, insbesondere in Bereichen, in denen Flächen- oder Ressourcenkonkurrenzen auftreten können, eine Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien vorzunehmen, um die relative Vorteilhaftigkeit verschiedener Alternativen beurteilen zu können.

Zur Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien sind neben der standortangepassten Fruchtfolgegestaltung (→ Maßnahme 3.1.2) bzw. Baumartenzusammensetzung (→ Ziel 3.10) auch die relative Lage im Raum sowie die Nachbarschaft zu anderen Landnutzungen zu beachten. Regionalplaner und Wissenschaftler können beispielsweise mittels spezieller Software eine integrierte Landschaftsbewertung durchführen. Diese erlaubt eine sehr schnelle Abwägung verschiedener Planungsalternativen und kann somit als Argumentationshilfe den Planungsprozess beschleunigen und erleichtern.

In die integrierte Bewertung von Landnutzungsszenarien sollten Maßnahmen, die auf lokaler Ebene ansetzen (→ Maßnahmen im Bereich Forst- und Landwirtschaft, z. B. Anpassung der Fruchtfolge, Arten der Bodenbearbeitung, Etablierung klimawandelangepasster, standortgerechter Baumarten etc.) einfließen. Ein Schwerpunkt der integrierten Bewertung liegt außerdem auf der Identifizierung von möglichen Flächennutzungskonflikten, die sich z. B. durch unterschiedliche Zielsetzungen in Forst- und Landwirtschaft, Wasserwirtschaft und Naturschutz ergeben können.

→ **Maßnahmenblatt 3.16.1:** Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien zur (räumlichen) Priorisierung von Landnutzungs- und Landbewirtschaftungsänderungen

Maßnahme 3.16.2 Effektivere Einbeziehung fachlicher Planungsgrundlagen bei räumlichen Fragestellungen

Um eine effektivere Einbeziehung landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Daten in sektorenübergreifende Landschaftsbewertungs- und Planungsansätze zu gewährleisten, ist mittelfristig eine Homogenisierung der Datengrundlagen der verschiedenen Sektoren anzustreben. Aktuell erschweren die unterschiedlichen Ansätze im forstlichen Bereich (Forstliche Standortkartierung (FSK)) und im landwirtschaftlichen Bereich (mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK)) eine sektorenübergreifende Verwendung der Datensätze. In der FSK bezieht sich bspw. die nutzbare Feldkapazität, eine zentrale Größe für die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen, auf die obersten 80 cm; in der MMK dagegen wird die physiologische Durchwurzelungstiefe herangezogen.

Maßnahme 3.16.3 Beratung in Fragen der Landnutzung/Landbewirtschaftung sowie Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit bezogen auf Maßnahmen zur Verringerung des Wassererosionsrisikos

Für Regionalplaner, Ämter und Behörden ist es aktuell und in Zukunft von zentraler Bedeutung, Land- und Forstwirte sowie die Bevölkerung zu informieren und in die Klimawandelanpassung einzubinden. Dazu wird zum einen empfohlen, verstärkt Instrumente zur Beratung und Entscheidungsunterstützung der regionalen Betriebe einzusetzen. Zum anderen sollten verstärkte Anstrengungen in der Öffentlichkeitsarbeit zwecks Information und Förderung der Akzeptanz von Maßnahmen unternommen werden. Zur Umsetzung solcher partizipatorischen Ansätze existiert eine Palette von Instrumenten. Eines davon soll nachfolgend beispielhaft vorgestellt werden.

Die Kommunikation kann durch eine gemeinsame (webbasierte) Plattform (GISCAME), erleichtert werden. In verschiedenen Fachbereichen werden unterschiedliche Termini für ähnliche Begriffe und Konzepte genutzt (bspw. Nachhaltigkeit, Gemeinwohlleistungen, Landschaftsleistungen, Multifunktionalität, Ökosystemdienstleistungen). Eine gemeinsame Kommunikationsplatt-

form kann zur Vereinheitlichung der Terminologie bzw. leichteren Verständigung beitragen und helfen, Netzwerke zu schaffen und zu festigen.

Insbesondere für die Klimawandelfolgen-Vorabschätzung ist ein solcher partizipativer Ansatz wichtig. Die Software erlaubt, die Wirkung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen im Vorfeld abzuschätzen. Diese Kommunikationsplattform sollte möglichst gezielt eingesetzt werden, etwa im Rahmen von „runder Tisch"-Veranstaltungen von Arbeitsgruppen informeller Planungsgruppen. Beispiele hierfür sind die ILE-Arbeitsgruppen der ILE-Regionen Silbernes Erzgebirge und der ILE-Region Heidebogen. Bei solchen Gelegenheiten lässt sich das klassische Gegenstromprinzip der Raumordnung praktisch umsetzen: „top-down" und „bottom-up" kann ausgetauscht werden, welche Probleme/Herausforderungen Landnutzer/Anwohner sehen, und über welche Möglichkeiten Planer/Behörden verfügen, um zielgerichtet zu reagieren. Ziel ist es, mögliche Fehlsteuerungen „von oben" zu verhindern und gezielte Förderungen zu ermöglichen. Wenn verschiedene Fachplanungen an solchen Arbeitsgruppen beteiligt sind, können ggf. Synergien erschlossen werden.

➔ **Maßnahmenblatt 3.16.3:** Beratung in Fragen der Landnutzung/Landbewirtschaftung sowie Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit bezogen auf Maßnahmen zur Verringerung des Wassererosionsrisikos

Maßnahme 3.16.4 Förderung von Zusammenschlüssen und Beratungsdiensten

Um die für den Bereich Forstwirtschaft aufgezeigten Maßnahmen nicht nur im Landeswald, sondern auch in kommunalem und privatem bzw. Kirchenwald umzusetzen, besteht der Bedarf, mittels geeigneter Institutionen das vorhandene Wissen an die Waldbesitzer zu vermitteln. Dies erfolgt neben Veranstaltungen und Beratungsgesprächen, die durch den Staatsbetrieb Sachsenforst realisiert werden, insbesondere durch Vertreter forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse (FWZ). Ein innovativer Ansatz der forstlichen Förderung ab 2014 ist daher die Einführung einer Strukturprämie für FWZ, um die Eigentümer kleiner Flächen zu erreichen. Eine Förderung in Abhängigkeit von der Flächengröße und der Mitgliederzahl der FWZ würde die Waldbehandlung im Kleinprivatwald forcieren und eine bessere Ausrichtung auf die Herausforderungen des Klimawandels ermöglichen (Sächsischer Waldbesitzerverband 2012; http://www.smul.sachsen.de/foerderung/download/Waldbesitzer.pdf).

Eine ähnliche Strukturförderung ist auch im Bereich der Landwirtschaft notwendig; hier wird insbesondere Beratung auf lokaler Ebene bzw. auf Gemeindeebene nachgefragt. Arbeitsgruppen engagierter Landnutzer und interessierter Bürger, bspw. über ILE-Regionen initialisiert (z. B. AG Landnutzung der ILE-Region Dresdner Heidebogen), können als Basis für die Formulierung räumlich expliziter Erosionsschutzkonzepte dienen (→ Ziel 3.3). Wichtig für solche fachlichen Arbeitskreise ist eine wissenschaftliche Begleitung, um den aktuellen Stand der Technik und Forschung optimal zu berücksichtigen.

Maßnahme 3.16.5 Ermittlung des Bedarfs an Ökosystemdienstleistungen

Aktuell arbeitet die Wissenschaft intensiv an der Ermittlung des Potenzials der Modellregion, Ökosystemdienstleistung bereitstellen zu können (z. B. Frank et al. 2012, Witt et al. in press). Ökosystemdienstleistungen beschreiben den Nutzen aus Ökosystemen, der zum menschlichen Wohlergehen beiträgt (Alcamo 2003), die teilweise jedoch schwer quantifizierbar/monetär messbar sind und nicht auf dem Markt gehandelt werden.

Eine qualitative Bewertung des Potenzials der Landschaft, einige dieser Ökosystemdienstleistungen bereitstellen zu können, kann beispielsweise durch die Software GISCAME erfolgen. Die nächste wichtige Maßnahme ist nun, eine Bedarfsermittlung in der Modellregion durchzuführen. Dies wurde bereits für andere Regionen für einige Ökosystemdienstleistungen durchgeführt, jedoch müssen solche Ansätze auf die vorhandenen Daten der Modellregion übertragen und angepasst werden. Diese Aufgabe muss mittelfristig durch die Wissenschaft erfüllt werden, um zielgerichtet die Raumplanung mit Argumenten zu unterstützen.

4 Gewerbliche Wirtschaft

Herausforderungen der Klimaanpassung für die gewerbliche Wirtschaft

Der Klimawandel hat vielfältige Auswirkungen auf die Unternehmen in der Modellregion Dresden. Die zunehmende Anzahl heißer Tage sowie ansteigende Maximaltemperaturen wirken sich direkt auf die Produktionsbedingungen aus. Beispielsweise sind die Klimatisierung von Produktionsräumen oder die Kühlung von Kühl- und Tiefkühllagern betroffen. Werden die ausgelegten Grenztemperaturen von technischen Anlagen überschritten, kann dies zu Qualitätsminderungen der hergestellten Produkte oder zu Produktionsausfällen führen. Zunehmende Wärme- und Hitzetage haben Einfluss auf die Behaglichkeit und damit auf die physische Belastbarkeit der Mitarbeiterinnen.

Indirekt beeinträchtigen die erhöhte Anzahl der Tropennächte die nächtlichen Regenerationsphasen der Mitarbeiterinnen. Zudem verringert sich die Versorgungssicherheit mit Wasser und Energie durch Extremwetterereignisse wie Hochwasser oder Trockenheit. Aber auch der Abbau und die Zulieferung von Energie- und Rohstoffen werden durch extreme Wetterverhältnisse schwieriger, woraus Produktionseinschnitte folgen können. Zusätzlich ergibt sich im Zuge des Klimawandels vermutlich ein struktureller Wandel der Nachfrage nach Konsumgütern. Dies ermöglicht neue Märkte, kann aber auch bestehende Marktchancen reduzieren. Der Klimawandel ist für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden folglich mit Chancen und Risiken verbunden, die branchenspezifisch oder branchenübergreifend von Bedeutung sein können.

Leitbild

„Klimawandelgerechte Wirtschaftsentwicklung"

Das Leitbild für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden besteht aus zwei Teilen: einer Vision des zu Erreichenden und einer Mission. Die Vision enthält folgende Kern-sätze:

- Wirtschaftliche Chancen des Klimawandels gemeinsam erkennen und nutzen,
- Wirtschaftliche Risiken des Klimawandels gemeinsam erkennen und vermindern,
- Unternehmen der Modellregion Dresden entwickeln wirtschaftlich tragfähige Produkt-, Dienstleistungs- und Prozessinnovationen zum Klimawandel.

Die Mission für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden enthält folgende Kernsätze:

- Die Modellregion Dresden entwickelt sich als wirtschaftliche Innovationsregion mit hoher Branchenvielfalt und zahlreichen klein- und mittelständischen Unternehmen weiter und bietet auch künftig Chancen für Großansiedlungen.
- Durch die enge Zusammenarbeit von Industrie und Forschung entstehen Produkt-, Dienstleistungs- und Prozessinnovationen, wodurch gemeinsam wirtschaftliche Risiken des Klimawandels vermindert als auch wirtschaftliche Chancen genutzt werden können.
- Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Bildung und Wissenschaft schaffen gemeinsam durch Informationsangebote ein höheres Bewusstsein bei Unternehmen bezüglich der Folgen des Klimawandels sowie der Chancen, Risiken und Anpassungsmaßnahmen.
- Unternehmen sind im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels sensibilisiert, können die negativen und positiven Auswirkungen auf gegenwärtige als auch zukünftige Produktionsbedingungen (Klimatisierung, Wasser- und Energieversorgung, Gebäude, Produktionsanlagen, Personal) einschätzen und Produkt-, Dienstleistungs- und Prozessinnovationen entwickeln.
- Eine enge brancheninterne und branchenübergreifende Zusammenarbeit fördert die Sensibilisierung bezüglich der Folgen des Klimawandels, die Identifizierung von Risiken und Chancen sowie von Anpassungsmaßnahmen im Sinne von Produkt-, Dienstleistungs- und Prozessinnovationen.
- Die Anpassungsstrategien der Unternehmen berücksichtigen den Klimaschutz und Anforderungen der Ressourcenschonung.

Handlungsschwerpunkte

Sensibilisierung und Unterstützung von Unternehmen zur Klimaanpassung: Voraussetzung für die Ableitung von Anpassungsmaßnahmen und von Anpassungsstrategien ist, dass die Unternehmen der Modellregion Dresden über den Klimawandel in der Modellregion Dresden informiert sind und basierend darauf ihre eigene Betroffenheit ermitteln. Dazu werden den Unternehmen einerseits umfassende Informationen über den Klimawandel, dessen Folgen und mögliche Anpassungsmaßnahmen zur Verfügung gestellt. Andererseits werden den Unternehmen eine Vielzahl an Instrumenten und Methoden angeboten, wie diese ihre eigene Betroffenheit ermitteln, eigene Anpassungsstrategien und –maßnahmen ableiten und letztlich den Prozess der Anpassung dynamisch ausrichten können.

Förderung der Vernetzung in der Modellregion Dresden: Mit der Schaffung einer Beratungs- und Informationsstelle in der Modellregion Dresden kann gewährleistet werden, dass Unternehmen der Modellregion Dresden langfristig umfassende Informationen und Hilfestellungen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels zur Verfügung gestellt bekommen. Darüber hinaus ist im Rahmen branchenübergreifender als auch branchenspezifischer Veranstaltungen auf das Thema Klimawandel/Klimawandelanpassung aufmerksam zu machen und zu informieren bzw. gemeinsam mit Unternehmen eine Betroffenheitsanalyse durchzuführen und entsprechende Anpassungsmaßnahmen abzuleiten.

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung

Ziel 4.1: Sensibilisierung von Unternehmen durch Informationen zur Klimaanpassung

Im deutschsprachigen Raum wurden bisher einige wenige Untersuchungen zur branchenspezifischen Betroffenheit durchgeführt. So wird beispielsweise deutlich, dass sich das Gastgewerbe und Verkehrsunternehmen vor allem negativ vom Klimawandel betroffen fühlen, hingegen das Produzierende Gewerbe sowie die Branche Finanzen und Versicherungen einen positiven Einfluss wahrnehmen (IHK München und Oberbayern, Bayerisches Staats-Ministerium für Umwelt und Gesundheit 2009). Diese Ergebnisse sind als richtungsweisend anzusehen, doch nicht auf die Modellregion Dresden direkt übertragbar, da diese eine abweichende Branchenstruktur aufweist. So ist die Branche Finanzen und Versicherungen für die Modellregion Dresden weniger relevant.

Die Betroffenheit der Branchen innerhalb der Modellregion Dresden wurde auf verschiedenen Wegen analysiert:

- volkswirtschaftliche Analyse
- Befragung im Verarbeitenden Gewerbe (November 2010 und Februar 2013)
- Befragung bei Handwerksunternehmen
- Experteninterviews mit Unternehmensvertretern verschiedener Branchen

Volkswirtschaftliche Analyse: Für die Ermittlung der Betroffenheit auf volkswirtschaftlicher Ebene wurden folgende Kriterien herangezogen: Bruttowertschöpfung (nominal) und Umsätze nach Wirtschaftsgruppen im Vergleich zu Deutschland und Sachsen, Erwerbstätigenzahl nach dem Arbeitsortprinzip sowie Beschäftigtenzahl nach Wirtschaftsgruppen im Vergleich zu Deutschland und Sachsen, Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen auf Branchenebene im Vergleich zu Deutschland, Wasserintensität der Branche (approximiert über Input-Output-Tabelle) sowie Energieintensität der Branche (approximiert über Input-Output-Tabelle).

Die Analyse zeigte, dass folgende Branchen für die Modellregion Dresden von hoher wirtschaftlicher Relevanz sind: Grundstücks- und Wohnungswesen, Vermietung, wirtschaftliche Dienstleistungen, Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen u. a. sowie Handel und Instandhaltung. Eine hohe Energieintensität ist vor allem im Verarbeitenden Gewerbe zu finden, vor allem in den Branchen Maschinenbau, Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen u. a. sowie die Herstellung von Möbeln u. a. Eine hohe Wasserintensität weisen wiederum das Verarbeitende Gewerbe und das Gastgewerbe auf. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes sind vor allem die Branchen Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung, Papier-, Verlags- und Druckgewerbe sowie Glasgewerbe, Herstellung von Keramik zu nennen, die einen überdurchschnittlichen Wasserverbrauch aufweisen.

Befragung im Verarbeitenden Gewerbe: Eine Haupterkenntnis einer im Jahr 2010 durchgeführten deutschlandweiten Befragung bei Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes ist, dass sich fast zwei Drittel der Unternehmen von Extremwetterereignissen im Allgemeinen weder positiv noch negativ betroffen fühlte. Bei sächsischen Unternehmen wirkten sich speziell Kältewellen und

Starkniederschläge negativ aus. Künftig erwarten sächsische Unternehmen zunehmende Auswirkungen auf ihre Wertschöpfungsstufen. Dabei werden für die Wertschöpfungsstufen Innovation und Absatz eher positive Auswirkungen angenommen und für die Wertschöpfungsstufen Einkauf, Produktion und Logistik eher negative Auswirkungen. Die im Februar 2013 wiederholte Befragung kommt sowohl bei der deutschlandweiten als auch bei der sächsischen Betrachtung zu vergleichbaren Ergebnissen, d. h. die Betroffenheit vom Klimawandel bzw. von Extremwetterereignissen hat über den betrachteten Zeitraum weder zu- noch abgenommen.

Befragung bei Handwerksunternehmen: Im Juni 2012 wurden über 2000 Handwerksbetriebe angeschrieben, wovon insgesamt 207 Unternehmen antworteten. Zwei Drittel dieser Unternehmen nimmt den Klimawandel wahr. Allerdings fühlte sich in der Vergangenheit die Mehrheit der Unternehmen von Extremwetterereignissen nicht betroffen. Diejenigen Unternehmen, die sich vom Klimawandel betroffen fühlten, sahen den größten negativen Einfluss bei den Kältewellen, gefolgt von Starkniederschlägen, Hitzewellen und Stürmen. Für die Zukunft erwartet eine höhere Zahl an Unternehmen negative Auswirkungen. Neben Stürmen und Starkniederschlägen werden die größten negativen Effekte bei den Kältewellen gesehen. Innerhalb des Unternehmens sind insbesondere die Logistik (z. B. durch höhere Transportkosten) und der Einkauf (z. B. durch steigende Einkaufspreise) in Zukunft negativ betroffen. Positiv wirkt sich der Klimawandel hingegen auf den Absatz aus (z. B. stärkerer Verkauf an Klimaanlagen und damit verbundene Wartung und Reparatur; stärkerer Absatz an Artikeln zum Sonnenschutz). Insgesamt erwarten die Unternehmen eher negative als positive Effekte aus dem Klimawandel, wobei insbesondere das Nahrungsmittelgewerbe und das KFZ-Gewerbe mit negativen Auswirkungen auf ihren Betrieb rechnen. Gleichzeitig hoffen die Unternehmen des KFZ-Gewerbes sowie Unternehmen des Baugewerbes und des Sonstigen Gewerbes auf positive Auswirkungen des Klimawandels.

Da sich nur wenige Handwerksunternehmen von Extremwetterereignissen bzw. dem Klimawandel betroffen fühlen, verwundert es nicht, dass fast drei Viertel der Unternehmen keine Anpassungsmaßnahmen planen und der Teil, der Anpassungsmaßnahmen umsetzt(e) bzw. beabsichtigt umzusetzen, eher einen geringen Anteil ausmacht. Aufgeführte Beispiele von Anpassungsmaßnahmen sind eine flexiblere Gestaltung der Arbeitsorganisation, Personalqualifikation oder Modifikation der Produktpalette. Zu den technologiebezogenen Anpassungsmaßnahmen zählen beispielsweise Gebäudeklimatisierung, Dämmungs- oder Hochwasserschutzmaßnahmen. Einige Unternehmen konnten bereits berichten, dass sich die von ihnen realisierten Anpassungsmaßnahmen bewährten. Im Einzelnen geben die Unternehmen an, dass sie neue Kunden gewinnen konnten, ihren Absatz erhöhten, sich der Schutz gegenüber Extremwetterereignissen bewährte oder sich die flexible Arbeitszeitgestaltung auszahlte.

Obwohl Anpassungsmaßnahmen an die Auswirkungen des Klimawandels zum Erfolg des Unternehmens beitragen können, passt sich ein Großteil nicht an. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Unternehmen die Auswirkungen des Klimawandels gegenwärtig nur teilweise finanziell spüren bzw. dem Klimawandel zuordnen können. Aus diesem Ergebnis lässt sich wiederum schlussfolgern, bestünde eine höhere finanzielle Betroffenheit, würden sich auch mehr Unternehmen anpassen. Darüber hinaus fehlen finanzielle Eigenmittel und private Finanzierungsmöglichkeiten, die für die Realisierung von Anpassungsmaßnahmen notwendig wären. Gleiches gilt nach Meinung der Unternehmen für öffentliche Fördermöglichkeiten. Des Weiteren besteht eine hohe Unsicherheit, ob Extremwettereignisse überhaupt auftreten und welche Anpassungsmaßnahmen möglich wären. Fast die Hälfte aller Unternehmen gibt an, über den Klimawandel und seine Auswirkungen nicht ausreichend informiert zu sein. Eine branchenspezifische Betrachtung kommt zu einem vergleichbaren Ergebnis, obgleich die jeweiligen Antworten der Unternehmen homogener werden. Dies wird vor allem beim Metallgewerbe und Zulieferer und dem Nahrungsmittelgewerbe deutlich.

Insgesamt ist festzuhalten, dass zum einem Wissensdefizite und zum anderen die fehlenden finanziellen Ressourcen des Unternehmens Faktoren sind, die den Anpassungsprozess behindern. Daher ist es zunächst von Bedeutung, den Unternehmen bewusst zu machen, welche konkreten Auswirkungen der Klimawandel auf den Betrieb haben kann. Dazu sind Unternehmen mit geeigneten Informationen über den Klimawandel zu versorgen. Weiterhin wäre es sinnvoll, Unternehmen zu eigenen Risikoanalysen zu motivieren bzw. in künftige Risikoanalysen den Klimawandel bzw. Extremwetterereignisse einzubeziehen. Bei solchen Analysen könnte sich zeigen, dass das Unternehmen nicht immer direkt vom Klimawandel betroffen ist, sondern auch indirekt über Lieferanten und Kunden. In diesem Zusammenhang wird auch deutlich, welche finanziellen Konsequenzen eine verzögerte Lieferung für die eigene Produktion oder Auftragserfüllung hätte oder wie sich veränderte Kundenwünsche auf Umsatz und Gewinn auswirken. Eine Investition in Anpassungsmaßnahmen wäre somit ökonomisch sinnvoll, um künftig weiteren Umsatz zu generieren.

Experteninterviews mit Unternehmensvertretern verschiedener Branchen: Im Gegensatz zu den Ergebnissen aus der Befragung im Verarbeitenden Gewerbe stehen Erkenntnisse aus den Unternehmensgesprächen. Im Rahmen standardisierter Experteninterviews wurden Unternehmen aus

den oben genannten Wirtschaftszweigen[1] befragt[2]. Zusätzlich dazu wurden Unternehmen, die dem Cluster Hochtechnologie[3] als Plattformtechnologie für verschiedene Branchen zuzuordnen sind, in die Befragung einbezogen.[4] Die Analyse der Interviews ergab eine deutlich höhere Betroffenheit über alle einbezogenen Branchen. Dies trifft vor allem auf die Unternehmen aus der Energie- und Wasserwirtschaft, dem Tourismus als auch der Branche Ernährungs- und Tabakgewerbe aus dem Wirtschaftszweig Verarbeitendes Gewerbe zu. Eine geringere Betroffenheit äußerten die Unternehmen des Maschinenbaus. Aber selbst innerhalb einer Branche variiert die Betroffenheit stark. Dies ist mit dem konkreten Standort des Unternehmens zu begründen. So berichten selbst Unternehmen der Maschinenbaubranche, die einen flussnahen Standort innehaben, aufgrund des Hochwassers im August 2002, eine hohe Betroffenheit.

Bei Betrachtung der Wertschöpfungsstufen wird deutlich, dass beispielsweise die Wertschöpfungsstufen Produktion und Logistik häufiger vom Klimawandel betroffen sind als dies vergleichsweise bei der Entsorgung oder dem Marketing der Fall ist. Auch konnten branchenbezogene Spezifika herausgearbeitet werden. So empfinden die Unternehmen des Baugewerbes und des Maschinenbaus für das Personal bzw. der Organisation des Personals/Unternehmensablaufs eine deutlich höhere Bedrohung durch den Klimawandel. Basierend auf diesen Untersuchungen wird deutlich, dass die Unternehmen vom Klimawandel betroffen sind, auch wenn dieses Bewusstsein gegenwärtig bei einer Vielzahl von Unternehmen nicht ausgeprägt ist. Daher ist es unvermeidbar, Unternehmen bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels zu sensibilisieren. Dazu sind die Unternehmen in einem ersten Schritt zu informieren, sodass die eigene Betroffenheit ermittelt werden kann, d. h., welche positiven als auch negativen Auswirkungen können sich auf die Unternehmensprozesse (Klimatisierung, Wasser- und Energieversorgung, Gebäude, Produktionsanlagen, Personal) ergeben.

Maßnahme 4.1.1 Bereitstellung von Informationsmaterialien für Unternehmen der Modellregion Dresden durch Wissenschaft und Verwaltung

Unternehmen werden über Erkenntnisse bzgl. des Klimawandels und der Folgen im Allgemeinen und für die Modellregion Dresden im Speziellen informiert bzw. Unternehmen greifen selbstständig auf Informationsportale und Ähnliches zurück. Diese Informationsmaterialien und -portale, durch Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Bildung und Wissenschaft zur Verfügung gestellt, geben Unternehmen einen schnellen Überblick über die für Unternehmen relevanten Klimaveränderungen und -ereignisse. Von besonderer Bedeutung sind gegenwärtig folgende Klimakenngrößen: Anzahl Hitzetage, Anzahl Wärmetage, Anzahl Tropennächte, Kühlgradtage, Heizgradtage und potenzielle Verdunstung (→ Kapitel I.2).

Des Weiteren ist zu prüfen, in welchen fachübergreifenden Dokumenten die Thematik Klimaanpassung einzuarbeiten ist und anschließend zur Verfügung gestellt werden kann. In Frage kommen beispielsweise das Energie- und Klimaprogramm Sachsen oder die „Mittelstandsrichtlinie Sachsen".

➔ **Maßnahmenblatt 4.1.1:** Überblick über Informationsmaterialien für Unternehmen der Modellregion Dresden

[1] Verarbeitendes Gewerbe, davon Büromaschinen u. a., Maschinenbau, Metallerzeugung/-bearbeitung, Ernährungs- und Tabakgewerbe, Glasgewerbe, Keramik u. a., Chemische Erzeugnisse, Baugewerbe, Energie- und Wasserversorgung, Tourismus (Verkehr und Nachrichtenübermittlung/Gastgewerbe), Hochtechnologie.

[2] Die Auswahl erfolgte gemeinsam mit der IHK Dresden, der Wirtschaftsförderung Dresden, der TU Dresden, dem Lehrstuhl für Betriebliche Umweltökonomie sowie dem Lehrstuhl für Finanzwissenschaft und der TU Bergakademie Freiberg, dem Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Lehrstuhl für Gas- und Wärmetechnische Anlagen.

[3] Zur Hochtechnologie zählen die Kompetenzfelder Mikroelektronik/Informations- und Kommunikationstechnologie; Nanotechnologie/Neue Werkstoffe/Photovoltaik; und Mikroelektronik/Informations- und Kommunikationstechnologie.

[4] Dazu wurden 1.030 Unternehmen (790 Unternehmen aus dem Produzierenden Gewerbe, 240 Unternehmen aus der Tourismusbranche) der ausgewählten Branchen mithilfe der IHK Dresden ausgewählt. Potenzielle Unternehmen aus der Branche Hochtechnologie wurden gemeinsam mit der Stadt Dresden, Amt für Wirtschaftsförderung, ausgesucht. Insgesamt wurden hier 103 Unternehmen in die engere Auswahl einbezogen.

Maßnahme 4.1.2 Bereitstellung und Pflege einer aktualisierbaren Maßnahmendatenbank für Unternehmen der Modellregion Dresden

Analog zur teilweise gering wahrgenommenen Betroffenheit der Unternehmen stehen in den meisten Branchen Anpassungsmaßnahmen an die Auswirkungen des Klimawandels nur in einem beschränkten Maße zur Verfügung bzw. die bereits umgesetzten Maßnahmen sind nicht (systematisch) erfasst. Dies trifft beispielsweise für das Ernährungs- und Tabakgewerbe zu. Ein anderes Bild zeigt sich für die Wasser- und Energiewirtschaft. Hier kann bereits auf eine Vielzahl an Anpassungsmaßnahmen zurückgegriffen werden. Branchenspezifische Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels ergeben sich einerseits aus Besonderheiten von Technologien und Marktbedingungen, andererseits ergeben sie sich aber auch aus branchenspezifischen Normen, Orientierungswerten und Standards. So ist beispielsweise das Ernährungsgewerbe durch eine Vielzahl von Normen, Orientierungswerten und Standards geprägt, die dem Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ernährungsrisiken dienen und die in einem Zusammenhang mit Kenngrößen des Klimawandels stehen (z. B. Kühlgradtage). Daher sind seitens der Wissenschaft und durch Kooperation aus Wissenschaft und Praxis bereits bestehende Anpassungsmaßnahmen zu erfassen sowie neue, potenzielle Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln.

Einige Anpassungsmaßnahmen sind branchenunspezifisch und betreffen aufgrund ihres prozessualen Charakters eine Vielzahl an Unternehmen, wie z. B. Anpassungsmaßnahmen, die das Gebäude, die Produktionsanlagen/Maschinen sowie die Energie- und Wasserversorgung betreffen.

Gebäudehülle und Gebäudekühlung: Die gegenwärtigen bzw. künftigen Wärme- und Sonnenschutzmaßnahmen der Gebäude sind zu überprüfen. Ziel ist, dass das gewünschte behagliche Innenraumklima sowohl bei sehr hohen als auch bei sehr niedrigen Temperaturen sowie bei starker Strahlung aufrechterhalten werden kann. Der Einsatz von ungeeigneten Sonnenschutzmaßnahmen (z. B. windanfällige Außenjalousien) kann eine höhere Innenklimatisierung erfordern, wodurch der Energieverbrauch steigt. Für eine Investitionsentscheidung sind den Kosten aus steigendem Energieverbrauch die Kosten einer entsprechenden Verbesserungsmaßnahme (z. B. Einsatz einer weniger windanfälligen Außenjalousie oder Einsatz einer Sonnenschutzverglasung) gegenüberzustellen. Weiterhin ist zu analysieren, ob das Gebäude an sich und insbesondere die vorgeschlagenen Maßnahmen extremen Wetterereignissen wie Starkniederschlägen, anhaltender Trockenheit, Hochwasserereignissen standhalten können.

Energieversorgung: Der Energieverbrauch ist in vielen Unternehmen ein bedeutender Faktor, da die Kosten vergleichsweise hoch sind. Es ist zu prüfen, wie sich der Energieverbrauch bei Änderung des Klimas und bei gleichbleibender sowie veränderter Infrastruktur verhält. Darüber hinaus ist zu analysieren, inwieweit die gegenwärtige Energieversorgung bei Extremwetterereignissen aufrechterhalten werden kann oder ob mit Produktionsunterbrechungen zu rechnen ist. Eigene Energieversorgungsmöglichkeiten sollten dabei in Betracht gezogen werden.

Wasserversorgung: Im Hinblick auf die Wasserversorgung ist neben der Quantität auch die Qualität zu betrachten. Für die Unternehmen ist die Versorgungssicherheit entscheidend. Wenn eine mengenmäßige Versorgung der Unternehmen gegeben ist, sind Alternativen zu prüfen und die damit verbundenen Kosten unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten zu vergleichen. Die Temperatur des Wassers kann beispielsweise negativ auf die Nutzung des Wassers für Kühlungszwecke wirken. Weist das Wasser eine zu hohe Temperatur auf, kann es nicht genutzt werden und muss erst auf entsprechende Temperaturen gekühlt werden. Bei Eintreten eines Extremwetterereignisses ist zu prüfen, ob eine Wasserversorgung aufrechterhalten werden kann oder welche Konsequenzen bei Wasserausfall zu erwarten sind.

Bereits bestehende branchenübergreifende als auch branchenspezifische Anpassungsmaßnahmen sind in einer Maßnahmendatenbank erfasst. Diese ist den Unternehmen zugänglich zu machen, sodass über bereits realisierte Maßnahmen zur Klimawandelanpassung informiert wird. Die in der Maßnahmenda-

tenbank erfassten Daten sind der Literatur entnommen oder aber bei Unternehmen der Modellregion Dresden realisiert. Die Dynamisierung des Tools ist erreicht, wenn das Tool an geeigneter Stelle in der Verwaltung, z. B. der Stadt Dresden, integriert und langfristig gepflegt wird.

➔ **Maßnahmenblatt 4.1.2:** Anwendung der Maßnahmendatenbank für Unternehmen

Ziel 4.2: Unterstützung von Unternehmen der Modellregion Dresden zur Ableitung ihrer eigenen Klimawandelanpassungsstrategie durch betriebswirtschaftliche Methoden und Instrumente

Die in der Datenbank erfassten Anpassungsmaßnahmen sind nicht abschließend. Daher ist es für Unternehmen der Modellregion wichtig, fortlaufend eigene unternehmensspezifische Anpassungsmaßnahmen basierend auf einer selbständigen Betroffenheitsanalyse herzuleiten und diese auch unter verschiedenen Gesichtspunkten zu bewerten.

Maßnahme 4.2.1 Formulierung von Leitfäden für Unternehmen der Modellregion Dresden zur Ableitung der eigenen Betroffenheit und möglicher Anpassungsmaßnahmen

Basierend auf den zur Verfügung stehenden Informationen zum Klimawandel und den damit verbundenen möglichen Auswirkungen können Unternehmen der Modellregion Dresden mithilfe zur Verfügung gestellter betriebswirtschaftlicher Methoden und Instrumente ihre eigene Betroffenheit ermitteln, d. h., welche veränderten Klimabedingungen und Wetterextreme im Unternehmen zu Chancen oder Risiken führen. Basierend darauf sind die Unternehmen in der Lage, unternehmensspezifische Anpassungsmaßnahmen abzuleiten, die das Unternehmen vor möglichen Risiken aus dem Klimawandel schützen und gleichzeitig die sich ergebenden Chancen aus dem Klimawandel ausschöpfen. Folgende Leitfäden sind einsetzbar: Chancen-Risiko-Analyse (Risikomatrix), Fehler-Möglichkeit-Einfluss-Analyse (FMEA), Soll-Ist-Vergleich, Cross-Impact-Analyse oder Szenarioanalyse.

➔ **Maßnahmenblatt 4.2.1:** Die Methode Szenarioanalyse

Maßnahme 4.2.2 Formulierung von Leitfäden für Unternehmen der Modellregion Dresden zur Bewertung der eigenen Betroffenheit und von möglichen Anpassungsmaßnahmen

Die aus dem Klimawandel resultierende Betroffenheit sowie die daraus abzuleitenden Anpassungsmaßnahmen sind durch die Unternehmen monetär zu bewerten. Für die Abschätzung, ob eine Investition in eine Klimawandelanpassungsmaßnahme aus monetärer Perspektive von Vorteil ist, ist diese einem potenziellen Schadensereignis gegenüber zu stellen. Die Anpassungsmaßnahmen können zusätzlich ökologisch bzw. nicht monetär bewertet werden. Dabei ist beispielsweise von Bedeutung, dass die Anpassungsmaßnahmen keine negativen Rückkopplungseffekte auf den Klimawandel bewirken. Sowohl für die nicht-monetäre als auch die-monetäre Bewertung werden den Unternehmen der Modellregion Dresden verschiedene ökologische (z. B. Ökobilanzierung, Carbon Footprint, Kumulierter Energieaufwand) und ökonomische (z. B. Differenzierte Kostenrechnung zur Ermittlung von Kosten der Klimawandelanpassung, Lebenszykluskostenrechnung, Vermeidungskostenrechnung, Schadenskostenrechnung, Ermittlung des ökonomisch-ökologischen Nettoeffekts) betriebswirtschaftliche Instrumente und Methoden zur Verfügung gestellt.

➔ **Maßnahmenblatt 4.2.2a:** Ökologische Bewertung der Klimawandelanpassungsmaßnahme

➔ **Maßnahmenblatt 4.2.2b:** Ökonomische Bewertung der Klimawandelanpassungsmaßnahme

Maßnahme 4.2.3 Bereitstellung möglicher unternehmerischer Anpassungsstrategien für Unternehmen der Modellregion Dresden

In Abhängigkeit der eigenen Betroffenheit des Unternehmens und der individuellen Reaktionsfähigkeit können Unternehmen der Modellregion Dresden eigenständig ihre Anpassungsstrategie ableiten, um am Markt künftig bestehen zu können. Dabei kann die Strategie für das gesamte Unternehmen oder für einzelne Unternehmensbereiche bzw. Wertschöpfungsstufen greifen. Die entwickelte Matrix für Strategien zur Anpassung an den Klimawandel soll Unternehmen unterstützen, eine entsprechende Strategie abzuleiten. Im Wesentlichen werden vier Strategien vorgeschlagen: Substituieren, Flexibilisieren, Antizipieren und Vermeiden bzw. Versichern. Eine geringe Reaktionsfähigkeit liegt insbesondere dann vor, wenn das Kapital in hohem Umfang gebunden ist, lange Forschungs- und Entwicklungszeiträume vorliegen sowie eine hohe Termingebundenheit bei Aufträgen gegeben ist. Ist der Umfang des Anlagevermögens gering ausgeprägt, die Forschungs- und Entwicklungszeiträume eher kurzfristiger Natur und die Fristigkeit gering, besteht eher eine hohe Reaktionsfähigkeit:

- *Strategie „Vermeiden oder Versichern"*: Gebäudeneubau oder Gebäudesanierung folgen einer Extremwetter-resistenten Bauweise, um Schäden aus Hochwasserereignissen oder Sturmereignissen vorzubeugen. Alternativ können künftige Schäden versichert werden.
- *Strategie „Antizipieren"*: Zukünftige durchschnittliche Klimaveränderungen können bei heutigen Neubauten bereits berücksichtigt werden, wie z. B. Dachpappe auf Gebäuden, die zunehmende Strahlung und damit eine Erwärmung abhält.
- *Strategie „Flexibilisieren"*: Auf Extremwetterereignisse, wie z. B. einer Hitzewelle, können Unternehmen durch flexibilisierte Arbeitszeiten reagieren oder bei Eintreten eines Hochwassers kurzfristig ihre Büroeinrichtung in eine andere Etage verlagern.
- *Strategie „Substituieren"*: Bei veränderten Klimabedingungen müssen alternative Rohstoffe eingesetzt werden, wie z. B. Saatgut, welches gegenüber geringen Niederschlagsmengen und/oder höheren Temperaturen resistent ist.

➔ **Maßnahmenblatt 4.2.3:** Formulierung einer Unternehmensstrategie zur Klimaanpassung

Maßnahme 4.2.4 Stärkung der Prozessorientierung unternehmerischer Anpassungsstrategien durch Unternehmen der Modellregion Dresden mit Unterstützung des durch die Wissenschaft entwickelten PDCA-Zyklus zur Klimaanpassung

Die unternehmerische Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist ein kontinuierlicher Prozess der Verbesserung und Prozessoptimierung. Unternehmensstrategien zur Anpassung an den Klimawandel sollten so formuliert sein, dass bereits heute Flexibilitätsspielräume für zukünftige (noch unbekannte) Änderungen berücksichtigt werden. Für eine solche Prozessorientierung auf der Unternehmensebene eignet sich der bekannte PDCA-Zyklus („Plan-Do-Check-Act"), der verschiedenen ISO-Normen zu Grunde liegt (DIN EN ISO 9001: Qualitätsmanagement; DIN EN ISO 14001: Umweltmanagement; DIN EN ISO 31000: Risikomanagement). Der PDCA-Zyklus entspricht dem Leitsatz, dass Unsicherheiten des Klimawandels und dessen Folgen keine ausreichende Begründung für das Nicht-Handeln sind. Zum einen sind bestimmte Kenngrößen zum Klimawandel nur mit relativ niedrigen Unsicherheiten verbunden (vor allem Klimakenngrößen mit Bezug zur Temperatur, → Kapitel I.2). Zum anderen beginnen Unternehmen zunächst mit konkreten Zielen und Maßnahmen zur Klimaanpassung. Im weiteren Prozessverlauf ist es dann möglich, auf der Basis des zunehmenden Wissens die Chancen und Risiken sowie den Nutzen und die Kosten zu bestimmen. Klimaanpassung wird zum dynamischen Unternehmensprozess.

➔ **Maßnahmenblatt 4.2.4:** Unterstützung der Prozessorientierung durch den Zyklus „Planen - Ausführen - Kontrollieren – Optimieren"

Ziel 4.3: Branchenübergreifende Vernetzung zur Anpassung der gewerblichen Wirtschaft an den Klimawandel

Die Verbreitung von Methoden und Instrumenten der unternehmerischen Strategieentwicklung zur Klimaanpassung in der Modellregion Dresden ist kein „Selbstläufer". Insbesondere aufgrund der für Fragen der Klimaanpassung relevanten langen Zeiträume (z. B. bis zum Jahr 2050 und 2100) kann der Eindruck entstehen, dass aktuelle Marktentwicklungen und unternehmerische Entscheidungen dadurch nicht direkt berührt werden. Methoden und Instrumente zur Klimaanpassung werden erst zu *innovativen* Methoden und Instrumenten, wenn die Unternehmen in der Modellregion Dresden diese auch anwenden und auf dieser Basis informierte Entscheidungen treffen. Für die Verbreitung neuer Methoden und Instrumente ist die Förderung der brancheninternen und branchenübergreifenden Vernetzung und Kooperation von hoher Bedeutung. Die Unternehmen der Modellregion Dresden entwickeln sich im Sinne einer „lernenden Region".

Eine Vernetzung über die einzelne Branche hinaus ist von hoher Bedeutung, da ähnliche Prozesse in Unternehmen vom Klimawandel auch in ähnlicher Weise beeinflusst werden. So müssen sich Unternehmen generell mit Fragen des Gebäudes, der Produktionsanlagen, der Energie- und Wasserversorgung, der Klimatisierung oder Personalfragen auseinandersetzen. Eine konkretere Formulierung des Themas „Klimaanpassung" im Hinblick auf (ausgewählte) Unternehmensprozesse, die für verschiedene Branchen von Bedeutung sind, kann daher als vordringliche Herausforderung für die gewerbliche Wirtschaft angesehen werden. Spezifische Themenstellungen können eine Vielzahl von Unternehmen ansprechen, wenn hierfür zugleich belastbare Aussagen zum Klimawandel vorliegen (z. B. Zunahme von Sommertagen und heißen Tagen sowie Kühlgradtagen einerseits und Zunahme von Prozessen der Kühlung bzw. Klimatisierung andererseits). Es bietet sich an, branchenübergreifend eine Beratungsstelle zu etablieren, ausgerichtete Veranstaltungen und weitere Aktivitäten anhand einer konkreten Themenformulierung anzustreben, um die entwickelten REGKLAM-Methoden und -Instrumente zu verbreiten. Ein ähnliches Vorgehen wird bereits durch die IHK und die HWK umgesetzt. Mit einer branchenübergreifenden Orientierung agieren ebenso die „Umweltallianz Sachsen" als auch „Ökoprofit". Diese erfolgreichen Modelle zeigen, dass Unternehmen verschiedener Branchen gemeinsam Probleme angehen und lösen können.

Maßnahme 4.3.1 Einrichtung einer Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden durch die Verwaltung

Für die Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft ist eine Informations- und Beratungsstelle durch die öffentliche Verwaltung einzurichten, bei der Unternehmen Informationen zum Klimawandel, der Betroffenheitsanalyse als auch zu Anpassungsmaßnahmen erhalten. Vorstellbar ist, die Stelle an eine politisch-administrative Stelle zu koppeln, wie z. B. an das Klimaschutzbüro der Stadt Dresden oder die Wirtschaftsförderung Dresden. Alternativ ist jedoch auch die IHK Dresden vorstellbar.

➔ **Maßnahmenblatt 4.3.1:** Einrichtung einer Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden

Maßnahme 4.3.2 Durchführung branchenübergreifender Veranstaltungen für Unternehmen der Modellregion Dresden initiiert durch Wirtschaftsförderung, Verbände, Kammern, sonstige Institutionen und private Beratungsunternehmen

Weitere Aufmerksamkeit erhält die Thematik der Klimaanpassung durch gemeinsame Veranstaltungen von der Wirtschaftsförderung des Landes Sachsen, der Wirtschaftsförderung Stadt Dresden, der Sächsischen Energieagentur (SAENA), Verbänden (z. B. VDI) oder Kammern (z. B. IHK Dresden, HWK Dresden) oder sonstigen Institutionen (z. B. Umweltallianz Sachsen).

Darüber hinaus ist ein durch Intermediäre begleiteter Prozess zur Identifizierung der Betroffenheit vom Klimawandel und darauf basierender Anpassungsmaßnahmen denkbar.

➔ **Maßnahmenblatt 4.3.2:** Durchführung einer branchenübergreifenden Veranstaltung zu Klimaschutz und Klimaanpassung in der gewerblichen Wirtschaft

Ziel 4.4: Branchenspezifische Vernetzung zur Anpassung an den Klimawandel der gewerblichen Wirtschaft

Für die Sensibilisierung der Unternehmen einer Branche sind die einzelnen Branchenverbände von hoher Bedeutung (z. B. Tourismusverband, → Tabelle II-4.1). Jede Branche hat dabei in der Regel bereits eine spezifische Agenda und Themenorientierung, die bei der Formulierung von Maßnahmen der Vernetzung berücksichtigt werden sollte. Empfehlenswert ist, dass das Thema Klimawandelanpassung gemeinsam mit Zielen und Maßnahmen des Klimaschutzes diskutiert wird. Unter bestimmten Rahmenbedingungen kann es zweckmäßig sein, einen noch weiteren Themenbereich anzusprechen (z. B. Klimawandel und demographischer Wandel). Ebenfalls kann auf branchenspezifischen Messen das Thema Klimawandel oder Wandelereignisse bei den Unternehmen etabliert werden (z. B. Touristik-Messe, Handwerks-Messe).

Maßnahme 4.4.1 Durchführung einer Veranstaltung für Unternehmen innerhalb der Branche

Die Veranstaltung soll sich an Entscheidungsträger in Unternehmen einer spezifischen Branche aus der Modellregion Dresden richten. Neben der Information der Unternehmen hinsichtlich des Klimawandels, dessen Auswirkungen auf Unternehmen im Allgemeinen sowie auf die Branche im Speziellen ist von Bedeutung, dass die Unternehmen aktiv in die Veranstaltung einbezogen werden, sodass es ihnen möglich ist, nach der Veranstaltung ihre eigene Betroffenheit zu analysieren sowie Anpassungsmaßnahmen abzuleiten. Daher sind im ersten Schritt wissenschaftliche Ergebnisse zu den Auswirkungen der sich verändernden Klimabedingungen und Extremwetterereignisse auf die Unternehmen der Branche sowie damit verbundene Chancen und Risiken darzulegen. Anschließend soll das Unternehmen seine eigene Betroffenheit bezüglich des Klimawandels ermitteln. Im dritten Schritt sind branchenspezifische Anpassungsmaßnahmen vorzustellen und mit den Unternehmen zu diskutieren. Das Überdenken eigener unternehmensspezifischer Anpassungsmaßnahmen erfolgt im nächsten Schritt. Abschließend kann den Unternehmen die Methode der Szenarioanalyse vorgestellt werden, die diese Schritte vereint.

➔ **Maßnahmenblatt 4.4.1:** Durchführung einer Veranstaltung für Unternehmen innerhalb der Branche

Tabelle II-4.1: Branchen und Verbände mit Relevanz für die Modellregion Dresden

Branche	***Verbände Sachsen & Deutschland***
Maschinenbau	• Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), Landesverband Ost • Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen (VEMAS) • Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e.V. (KMC) • Interessenverband Chemnitzer Maschinenbau e.V. • Innovationscluster »Mechatronischer Maschinenbau« • Materialforschungsverbund Dresden e.V. • Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
Ernährung	• SFIV Sächsischer Fleischer-Innungs-Verband • Landesinnungsverband Saxonia des Bäckerhandwerks Sachsen • Weinbauverband Sachsen • Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Sektion Sachsen • Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. • Verband des Deutschen Getränke-Einzelhandels e. V • Bundesverband der deutschen Fischindustrie und des Fischgroßhandels e.V. • Bundesverband Wein und Spirituosen e.V.
Hochtechnologie	• Silicon Saxony e.V. • Nanotechnologie-Kompetenzzentrum „Ultradünne funktionale Schichten" (Nano-CC-UFS) • Organic Electronics Saxony e.V. • Deutscher Verband Nanotechnologie • Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie
Baugewerbe	• Sächsischer Baugewerbeverband • Sächsischer Holzschutzverbund • Landesinnungsverband des Dachdeckerhandwerks Sachsen • Landesinnungsverband des sächsischen Straßenbaugewerbes • Hauptverband der Deutschen Bauindustrie • Zentralverband Deutsches Baugewerbe
Wasserwirtschaft	• Zweckverband Fernwasser Südsachsen • Verband der Wasserkraftwerksbetreiber Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. • BWK Landesverband Sachsen • Zweckverband Wasser/Abwasser Vogtland • Zweckverband Wasserversorgung/Abwasserentsorgung Mittleres Erzgebirgsvorland • Zweckverband Wasserversorgung Pirna/Sebnitz Betriebsführung Enso Energie Sachsen Ost AG • Abwasserzweckverband "Gemeinschaftskläranlage Meißen" • Regional-Wasser/Abwasser-Zweckverband Zwickau/Werdau (RZV) • Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft • Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. • Bundesverband Deutscher Wasserkraftwerke e.V.
Energiewirtschaft	• Energiegemeinschaft Mitteldeutschland e.V. • Energieverband Elbe-Weser • Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft • Bundesverband WindEnergie e.V. • Bundesverband Erneuerbare Energien e.V. • Bundesverband Neuer Energieanbieter e.V. • Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches • Verband Deutscher Gas- und Stromhändler e.V.

5 Naturschutz[5]

Herausforderungen der Klimaanpassung für den Naturschutz

Durch den Klimawandel sind sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen für den Naturschutz zu erwarten. Direkte Auswirkungen ergeben sich aus Zusammenhängen zwischen der biologischen Vielfalt und dem Klimawandel. Indirekte Auswirkungen resultieren aus Maßnahmen der Klimavorsorge in anderen Handlungsfeldern als dem Naturschutz. Die erwarteten Auswirkungen sind dabei durch erhebliche Unsicherheiten gekennzeichnet (z. B. in Bezug auf die Ausprägung des zu erwartenden Klimawandels sowie die daraus resultierenden Folgen für die biologische Vielfalt).

Direkte Auswirkungen in Form von Risiken werden insbesondere für unmittelbar vom Wasser abhängige (kurz: wasserabhängige) Ökosysteme und Arten und vorrangig im Norden der Modellregion erwartet, resultierend aus einer mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit sinkenden klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr. Gerade in dieser Teilregion befinden sich schützenswerte wasserabhängige Ökosysteme mit einer hohen Anzahl gefährdeter Tier- und Pflanzenarten (z. B. in Teilen des Naturraums Königsbrück-Ruhlander Heide). Gegenwärtige Trends weisen zudem auf eine Zunahme von Extremereignissen wie längeren Trockenperioden oder starken Niederschlägen hin. Insbesondere ausgetrocknete Böden unterliegen einem erhöhten Erosionsrisiko bei Starkniederschlägen, was die Gefahr von Stoffeinträgen in aquatische Ökosysteme erhöht. In der Modellregion sind davon vor allem die durch eine häufig intensive Ackernutzung geprägten westlichen Lösshügellandschaften bedroht. Demgegenüber können sich insbesondere für wärme- und trockenheitsangepasste Arten und Ökosysteme auch Chancen ergeben (wie am Beispiel der zunehmenden Ausbreitung der Feuerlibelle bereits beobachtbar). Die komplexen ökologischen Abhängigkeiten der Arten und ihrer Lebensräume (Habitate) von den klimatisch beeinflussten Standortbedingungen (z. B. Temperatur, Hydrologie) können die räumliche Verlagerung von Habitaten erfordern. Dies setzt voraus, dass potenzielle Ausweichhabitate vorhanden sind und die Populationen entsprechende Ausweichbewegungen auch vollziehen können.

Ökosysteme und Populationen in der Modellregion sind allerdings **bereits heute in vielfältiger Weise beeinträchtigt**, z. B. durch Stoffeinträge oder Entwässerungsmaßnahmen. Die heutige Landschaft ist strukturell „verarmt", wertvolle Lebensräume für Pflanzen und Tiere wurden in der Vergangenheit zerstört und erhalten gebliebene natürliche bzw. naturnahe Lebensräume sind in vielfältiger Art und Weise fragmentiert, etwa durch eine zunehmend großflächig und gleichförmig betriebene intensive Landwirtschaft sowie durch sich ausdehnende Siedlungsflächen und Infrastrukturanlagen. Dadurch ergeben sich für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten Einschränkungen in Bezug auf ggf. klimawandelbedingt erforderliche Ausweichbewegungen.

Indirekte Auswirkungen in Form von Risiken für die Ziele des Naturschutzes können sich aus zunehmender Konkurrenz bei der Nutzung von Ressourcen oder Flächen ergeben, z. B. durch eine steigende Nachfrage nach erneuerbaren Energien inklusive Leitungstrassen. Indirekte Auswirkungen in Form von Chancen können sich durch die Nutzung von Synergien mit Klimaanpassungsmaßnahmen anderer Handlungsfelder ergeben, etwa im Hinblick auf eine stärkere Strukturierung der Landschaft oder eine sinkende stoffliche Belastung aquatischer Ökosysteme durch Maßnahmen der Landwirtschaft zum Schutz vor Bodenerosion.

Die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels und bestehende Beeinträchtigungen können sich **wechselseitig verstärken**. Das gilt z. B. für solche Ökosysteme, die bereits heute in ihrem Wasserhaushalt gestört sind und zusätzlich durch eine voraussichtlich klimawandelbedingt sinkende klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr betroffen sein werden. Das gilt weiterhin z. B. für bereits heute stark fragmentierte und in ihrer Vitalität eingeschränkte Populationen, für die sich künftig die Herausforderung des Erreichens neuer Standorte ergibt.

---

[5] Dieses Kapitel wurde unter Mitwirkung des Büros für ökologische Studien Bayreuth (BFOES) im Auftrag des REGKLAM-Konsortiums zum Thema Naturschutz erarbeitet. Dieses Thema war im Antrag des REGKLAM-Projekts ursprünglich nicht vorgesehen und wurde durch Abstimmung von Wissenschaft und Praxis als strategisches Thema aufgenommen.

Die Ausführungen basieren auf einer umfangreichen Analyse der Fachliteratur (z. B. Sensitivitätseinstufungen von FFH-Lebensraumtypen nach Petermann et al. 2007 und von FFH-Arten nach Schlumprecht et al. 2010) einschließlich aktueller Ergebnisse von Projekten des BfN (z. B. Beyerkuhnlein et al. 2011) sowie des LfULG (z. B. Schlumprecht et al. 2005, 2006).

Im Hinblick auf die Auswahl von Inhalten in diesem Kapitel ist darauf hinzuweisen, dass diese sich auf Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung beschränken. Ziele und Maßnahmen des Naturschutzes, die aus anderweitigen Gründen erforderlich sind, sind nicht Gegenstand dieses Programms. Weiter wird darauf verwiesen, dass Gewässerökosysteme (z. B. Stand- und Fließgewässer) im → Kapitel II-2 behandelt werden, während wasserabhängige Landökosysteme (z. B. Moore, Nasswiesen etc.) hier in diesem Kapitel dargestellt werden.

Leitbild

„Ökosysteme und Populationen in ihrer Anpassungsfähigkeit stärken, notwendige Anpassung von Populationen unterstützen"

In der Modellregion wird ein aktiver, sich mit den Anforderungen durch den Klimawandel auseinandersetzender Naturschutz angestrebt. Dieser fördert Entwicklungen von Natur und Landschaft, welche die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen mit ihren vielfältigen ökologischen Leistungen und Funktionen sowie eine hohe und für den Naturraum charakteristische biologische Vielfalt auch unter sich ändernden Umweltbedingungen ermöglichen. Das beinhaltet im Besonderen

- vitale Ökosysteme und Populationen mit einer hohen Puffer- und Anpassungsfähigkeit sowie
- eine möglichst durchlässige und reich strukturierte Landschaft, die klimawandelbedingte Ausweichbewegungen betroffener Pflanzen- und Tierarten ermöglicht.

Ein aktiver, sich mit den Anforderungen des Klimawandels auseinandersetzender Naturschutz fördert notwendige Entwicklungen von Natur und Landschaft zur Unterstützung der Anpassung ihrer Prozesse, Funktionen und Leistungen sowie der biologischen Vielfalt. Wesentlich dafür ist die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen und Arten bzw. Populationen. Das beinhaltet die Verminderung bestehender sowie die Vermeidung zusätzlicher Beeinträchtigungen. In der Modellregion betrifft dies angesichts der dargestellten erwarteten Auswirkungen im Besonderen wasserabhängige Ökosysteme. Wesentlich ist weiter die Verbesserung der Durchlässigkeit der Landschaft zur Unterstützung klimawandelbedingter Ausweichbewegungen möglicher betroffener Pflanzen- und Tierarten, wobei die Einbindung entsprechender Maßnahmen in ein räumlich übergeordnetes Gesamtkonzept besonders wichtig ist. Ein sich mit den Herausforderungen des Klimawandels beschäftigender Naturschutz ist dabei integrativ und nutzt Synergien bzw. vermeidet Konflikte, auch im Hinblick auf Anstrengungen anderer Umwelt- und Lebensbereiche zur Anpassung an den Klimawandel sowie zur Verminderung der Emission von Treibhausgasen. Ein vorausschauender Naturschutz antizipiert und akzeptiert unvermeidbare Veränderungen infolge des unvermeidbaren Klimawandels. Das schließt auch eine entsprechende Überprüfung bzw. ggf. erforderliche Anpassung seiner Ziele, Strategien und Konzepte ein, um trotz zunehmenden Wandels und damit verbundener Unsicherheiten aktiv und handlungsfähig zu bleiben.

Handlungsschwerpunkte

Besonderes durch den Klimawandel betroffene Ökosysteme und Arten identifizieren und gezielt stabilisieren. Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen trifft vielfach auf eine in ihrer Anpassungsfähigkeit geschwächte Umwelt. Um die Puffer- und Anpassungsfähigkeit erwartungsgemäß besonders betroffener (insbesondere wasserabhängiger) Ökosysteme und Populationen verbessern zu können, müssen diese für die Region möglichst räumlich konkret identifiziert werden. Die Reduzierung bestehender Beeinträchtigungen solcher Ökosysteme und Populationen kann vielfach ihre Anpassungs- und Pufferfähigkeit erhöhen und den erwarteten Auswirkungen von Klimaänderungen entgegenwirken. Um zusätzlich neue Beeinträchtigungen zu vermeiden, ist dabei Konflikten, insbesondere mit Maßnahmen anderer Bereiche zur Klimavorsorge, gezielt vorzubeugen bzw. sind entsprechende Potenziale für Synergien gezielt zu nutzen. Insgesamt bekommen zahlreich etablierte Naturschutzmaßnahmen durch diese neuen Herausforderungen eine zusätzliche Bedeutung, gleichzeitig sind neue bzw. zusätzliche Aspekte zu berücksichtigen.

Habitate großräumig wirksam vernetzen. Ein wesentliches Erfordernis zur Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen ist eine großräumige Vernetzung von Biotopen und Ökosystemen. Anstrengungen in diesem Zusammenhang sollten neben Schutzgebieten auch die nicht nach Naturschutzrecht geschützten Bestandteile der Landschaft berücksichtigen. Die rechtlichen Vorgaben des Naturschutzrechts (Biotopverbund nach § 20 und § 21 BNatSchG sowie § 21a SächsNatschG) und die konzeptionellen Voraussetzungen (Biotopverbund von Kernflächen durch Verbindungsflächen und -elemente) bestehen bereits. Zur Klimaanpassung ist die beschleunigte Umsetzung des Biotopverbundes notwendig, wie u. a. bereits im Jahr 2008 vom Sächsischen Landtag (Umsetzung eines Landesprogrammes und Schaffung des Biotopverbundes bis 2015, Beschluss vom 30.05.2008 zur Drs.-Nr. 4/11671) formuliert. Die Entwicklung einer möglichst „durchlässigen" und reich strukturierten Landschaft, u. a. durch Maßnahmen zur Erhöhung landschaftsstruktureller Vielfalt, ist hierzu ein wichtiger Beitrag. Dabei ist es wesentlich, die unterschiedlichen Anstrengungen im Rahmen eines räumlichen Gesamtkonzeptes zielgerichtet zu koordinieren bzw. aufeinander abzustimmen.

Ziele und Maßnahmen zur Klimaanpassung

Ziel 5.1: Vom Klimawandel voraussichtlich besonders betroffene Lebensräume und Populationen ermitteln, räumlich darstellen und ihr Management entsprechend anpassen

Besonders empfindliche Lebensräume und Populationen in der Modellregion sollten ermittelt, räumlich konkretisiert und im Zusammenhang mit möglichen Schnittstellen (von Konflikten bis hin zu Synergien) dargestellt werden, um darauf basierend entsprechende Anpassungsmaßnahmen entwickeln zu können. Ein Ziel zur Klimaanpassung sollte daher die räumlich konkrete Ermittlung und Darstellung besonders empfindlicher Ökosysteme und Populationen und ihre Berücksichtigung in Regional- und Kommunalplanung sein sowie die vorausschauende Konfliktermittlung insbesondere mit der Nutzung der Ressource Wasser (Regionaler Planungsverband Oberlausitz-Niederschlesien 2011, Regionaler Planungsverband Westsachsen 2011). Diese Abschätzung der künftig zu erwartenden Belastungen von Landnutzungen und des Naturhaushaltes sowie der biologischen Vielfalt können der Region ermöglichen, Räume mit besonderen klimawandelsensitiven Nutzungsanforderungen zu erkennen, potenzielle Konflikte zwischen spezifischen Landnutzungen im Voraus zu ermitteln und Lösungen vorzubereiten. Diese proaktiven Maßnahmen sollten insbesondere auf der räumlichen Ebene der Planungsregionen (Vulnerabilitätsanalyse) sowie auf der Ebene der Schutzgebiete (gebietsbezogene Managementpläne) erfolgen.

Maßnahme 5.1.1 Vulnerabilitätsanalysen unter Berücksichtigung naturschutzfachlich relevanter Aspekte erstellen bzw. planerisch umsetzen und für Entscheidungsprozesse nutzen

Anschließend an und in Fortentwicklung von bestehenden Vulnerabilitätsanalysen für die Planungsregion „Oberlausitz-Niederschlesien" sollte mittelfristig auch für die weiteren Planungsregionen mit Anteilen an der Modellregion („Chemnitz" sowie insbesondere „Oberes Elbtal/Osterzgebirge") durch die Regionalplanung in Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachbehörden Vulnerabilitätsanalysen unter Berücksichtigung von für den Naturschutz relevanten Aspekten erstellt bzw. bereits in Erstellung befindliche Vulnerabilitätsanalysen (bspw. auf der Ebene des Freistaates Sachsen) genutzt und planerisch umgesetzt werden. Hierbei sollten insbesondere die vorhandenen Moore (Hoch- und Niedermoore, Sümpfe, Moorwälder), Feuchtgebiete (Feucht- und Nassgrünland, feuchte Staudenfluren) und Gewässer (Fließ- und Standgewässer sowie begleitende Vegetation) sowie Wälder in ihrer Vulnerabilität beurteilt, bewertet und räumlich dargestellt werden. Bei solchen Vulnerabilitätsanalysen sollten – in Fortentwicklung der bisherigen Ansätze – auch die empfindlichen Arten und Biotoptypen der Roten Listen Sachsens sowie FFH-Arten und -Lebensraumtypen berücksichtigt werden.

Potenziale für Synergien mit Anpassungserfordernissen der Wasserwirtschaft bestehen in Bezug auf die Sicherung eines naturnahen Wasserhaushaltes im ruralen Raum (→ Maßnahme 2.1.2) und die Verbesserung der Rückhaltepotenziale von Fließgewässern und deren Vorländern (→ Maßnahme 2.1.3). Die Maßnahme beinhaltet vier aufeinander aufbauende und zum Teil weiterführende Teilmaßnahmen (→ Maßnahmenblatt 5.1.1).

➔ **Maßnahmenblatt 5.1.1:** Vulnerabilitätsanalysen unter Berücksichtigung naturschutzfachlich relevanter Aspekte erstellen bzw. planerisch umsetzen und für Entscheidungsprozesse nutzen

Maßnahme 5.1.2 Klimawandelangepasste Managementpläne für Schutzgebiete erstellen bzw. fortschreiben und zum Schutz von empfindlichen FFH-Lebensräumen und -Arten umsetzen

Auf Basis der Arbeiten des Interreg-Projekts „Schutzgebietsmanagement im Klimawandel" (HABIT-CHANGE) und der gewonnenen umfangreichen Erfahrungen in Methodik, Anwendung und Umsetzung sollten von den zuständigen Fachbehörden des Naturschutzes (LfULG bzw. SBS) die bestehenden, gebietsbezogenen Managementpläne für Schutzgebiete des nationalen und internationalen Rechts (NSG, Natura 2000-Gebiete) unter dem Aspekt des Klimawandels fortgeschrieben werden bzw., falls noch nicht vorhanden, entsprechende Pläne erstellt werden. Eine kartographische Darstellung ermittelter Sensitivitäten (Habitat-Sensitivitätskarten) sollte dabei zu einer Erweiterung der beste-

henden Managementpläne führen und eine darauf aufbauende, lokal angepasste Maßnahmenplanung ermöglichen. Ein wesentlicher Aspekt dabei sollte auch die verstärkte Einbeziehung bzw. Umsetzung von entsprechend ausgestalteten Entwicklungsmaßnahmen sein. Nach Abschluss des Interreg-Projekts 2013 sollte dazu das gesammelte Wissen auf Schutzgebiete in der Modellregion bzw. im gesamten Freistaat Sachsen (z. B. den Nationalpark Sächsische Schweiz, das Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft, den Naturpark Erzgebirge/Vogtland mit seinen Natura 2000-Gebieten, Naturschutzgebiet Königsbrücker Heide) und die hierfür erstellten Management- bzw. Pflege- und Entwicklungspläne angewendet werden. Die Anwendung und Umsetzung sollte zunächst in großen Schutzgebieten von den jeweiligen Gebietsverwaltungen erprobt werden und dann die Anwendbarkeit für kleinere Schutzgebiete erarbeitet werden. Ziel sollte sein, das Verfahren weiter zu entwickeln und auf die spezifischen Bedürfnisse kleinerer Schutzgebiete anzupassen und auch hier durchzuführen. Die Maßnahmen dienen auch der Umsetzung der EU-Guidelines zum klimaangepassten Schutzgebietsmanagement, da auch dort (Bouwma et al. 2012, S. 41 ff.) ein adaptives Management für Natura 2000-Gebiete vorgeschlagen wird. Die Maßnahme ist im engen Zusammenhang mit → Maßnahme 5.3.4 zu sehen.

Es bestehen Synergien zu zahlreichen Anpassungsmaßnahmen der Wasserwirtschaft (insb. → Maßnahmen 2.3.1, 2.5.1, 2.6.2, 2.7.2, 2.7.3), da sich diese auch positiv auf FFH-Lebensräume auswirken können.

➔ **Maßnahmenblatt 5.1.2:** Klimawandelangepasste Managementpläne erstellen bzw. fortschreiben und zum Schutz von empfindlichen FFH-Lebensräumen und -Arten umsetzen.

Ziel 5.2: Vom Klimawandel voraussichtlich besonders betroffene wasserabhängige Ökosysteme stabilisieren bzw. revitalisieren

Besonders betroffen vom Klimawandel werden voraussichtlich wasserabhängige Lebensraumtypen und Arten sein, die neben einer Verschlechterung ihrer Standortbedingungen ggf. auch verstärkten Konflikten mit der Landnutzung (z. B. verstärkte Wasserentnahmen bei gleichzeitig sinkender Grundwasserneubildung) ausgesetzt sein werden. Wie eingangs dargestellt, handelt es sich dabei vielfach um Ökosysteme, die bereits durch anthropogene Einflüsse (u. a. in ihrem Wasserhaushalt) beeinträchtigt sind. Ein Ziel zur Klimaanpassung sollte daher die (prioritäre) Erhaltung bzw. Stabilisierung der (wenigen) noch (weitgehend) intakten sowie zusätzlich die Revitalisierung bereits beeinträchtigter wasserabhängiger Ökosysteme (einschließlich ihrer naturraumtypischen Artenvielfalt) sein. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist ihre Berücksichtigung in Regional- und Kommunalplanung sowie im Management von Wasserressourcen (→ Kapitel II.2) (SMI 2013, G 4.1.1.19).

Maßnahme 5.2.1 Voraussichtlich besonders betroffene grundwasserabhängige Ökosysteme gezielt stabilisieren

Auf der Basis vorliegender räumlicher Darstellungen zur Verbreitung grundwasserabhängiger bzw. insbesondere torfbildender Ökosysteme (SMI 2013, Karte A 1.2 Suchraumkulisse Moorrenaturierung; LfULG 2011, Ergebnisse des Projektes SIMON) sowie von Gebieten mit zu erwartenden Beeinträchtigungen des Grundwasserhaushaltes durch den Klimawandel (Kapitel II.2) sollten von den Fachplanungen des Boden-, Wasser- und Naturschutzes Maßnahmen zur gezielten wasserhaushaltlichen Stabilisierung besonders betroffener Ökosysteme ergriffen werden (→ Maßnahmen 2.1.2, 2.3.1, 2.9.1). Zwischen Landnutzern, Kommunal- und Regionalplanung sowie Wasserwirtschaft und Naturschutz sollte unter Federführung des Naturschutzes umgehend ein Abstimmungsprozess zu den Möglichkeiten einer räumlich differenzierten Moor-Renaturierung initiiert werden. Die in der Modellregion vorliegenden Erfahrungen und Beispiele mit Pilotcharakter (z. B. Stabilisierung des Saugartenmoores in der Dresdner Heide) sollten fortgeführt und auf weitere Gebiete übertragen werden.

➔ **Maßnahmenblatt 5.2.1:** Voraussichtlich besonders betroffene grundwasserabhängige Ökosysteme gezielt stabilisieren.

Maßnahme 5.2.2 Die Anwendung von Nutzungsalternativen für wiedervernässte Flächen und die Moor-Revitalisierung fördern

Die Maßnahme bezieht sich, im Gegensatz zu → Maßnahme 5.2.1 (Wiederherstellung regenerierbarer Moore und Moorreste), auf gegenwärtig bereits stark degenerierte Ökosysteme (entsprechende im Rahmen des Projektes SIMON identifizierte Potenzialflächen, LfULG 2011, v. a. Kapitel 7.3.7) oder auch neu entstehende Ökosysteme (z. B. Abbauflächen mit saurem geologischen Untergrund nach erfolgtem Abbau). Auf Basis der Karte „Gebietskulisse Moorrenaturierung" im Landesentwicklungsplan Sachsen (SMI 2013, Anhang A 1.2) sowie der Ergebnisse des Projektes SIMON sollte in der Modellregion erkundet und räumlich konkretisiert werden, welche Moore und Moorwälder bzw. Sümpfe wiederhergestellt werden können und welche einer nachhaltigen Nutzung, die die CO_2-Senkenfunktion fördert, zugeführt werden könnten. Falls eine Wiederherstellung von Mooren, Moorwäldern und Sümpfen nicht mehr möglich ist, sind von Naturschutzbehörden in Abstimmung mit Land- und Wasserwirtschaft in verstärktem Maße die Möglichkeiten für eine (Re-) Vitalisierung zu prüfen sowie ggf. auch für neu entstandene und entstehende Standorte mit geeignetem Wasserhaushalt (z. B. Abbaustellen mit geringem Einschnitt in das Grundwasser, Tagebaue). Dadurch kann zum einen ein Beitrag zur Verbesserung der Pufferfähigkeit von Feuchtgebieten oder von hydrologisch nicht mehr wiederherstellbaren Mooren erreicht werden. Zum anderen kann eine solche Nutzung durch eine Verbesserung der CO_2-Senkenfunktion einen Beitrag zum Klimaschutz erbringen. Mögliche Synergien (z. B. Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Bodenschutz, Naturschutz) sollten hierbei geprüft und bewertet werden. Auch sollten dabei Maßnahmen geprüft und bewertet werden, die derzeit (noch) wenig bekannt erscheinen (z. B. „Paludikultur), aber geeignet sind, neben wasserhaushaltlichen Vorteilen durch ihre Funktion als CO_2-Senke auch Beiträge zum Klimaschutz zu erbringen.

Die in der Modellregion vorliegenden Erfahrungen und Beispiele mit Pilotcharakter (z. B. Dresden, Moorrevitalisierung im Waldgebiet am verlorenen Teich) sollten fortgeführt und auf weitere Gebiete übertragen werden. Synergien bestehen z. B. zu → Maßnahme 2.1.2, die darauf abzielt, den gebietstypischen Wasserhaushalt der Einzugsgebiete von Feuchtgebieten zu erhalten.

➔ **Maßnahmenblatt 5.2.2:** Die Anwendung von Nutzungsalternativen für wiedervernässte Flächen und die Moor-Revitalisierung fördern.

Ziel 5.3: Zusätzlich zum Klimawandel auftretende Belastungen wasserabhängiger Schutzgebiete und Ökosysteme verringern und Pufferzonen einrichten

Vor dem Hintergrund möglicher bzw. zu erwartender Folgen des Klimawandels (z. B. Zunahme von Starkregen, Häufung von Trockenperioden) ist mit der Zunahme negativer Einwirkungen auf Schutzgebiete und Ökosysteme aus dem Umland zu rechnen. Das kann in der Region v. a. Aspekte des Gebietswasser- oder Stoffhaushaltes wasserabhängiger Ökosysteme betreffen, vorrangig im Zusammenhang mit der Landnutzung sowie Schutzgebiete mit einem hohen Anteil entsprechender Lebensraumtypen. Ziele der Klimaanpassung sind daher die Verminderung negativer Einwirkungen und eine bessere „Pufferung" der entsprechenden Schutzgebiete und Ökosysteme sowie der Lebensräume von gegenüber den Folgen des Klimawandels sensitiven Arten (im Folgenden kurz: sensitive Arten). Zusätzlich werden sich die Anforderungen an Populationen im Hinblick auf ihre Anpassungs- sowie Ausbreitungsfähigkeit erhöhen.

Maßnahme 5.3.1 Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme durch Maßnahmen zum Erosionsschutz vermindern

Aufbauend auf der Identifikation erosionsgefährdeter Gebiete (→ REGKLAM-Produkt 3.3.3b) und den vielfältigen Arbeiten des LfULG zur Bodenerosion sollte v. a. in der Gebietskulisse mit landesweit bedeutsamen Biotopverbund-Flächen (LfULG 2012), in FFH- und SPA-Gebieten und in Naturschutzgebieten einschließlich ihres Umfeldes von Regional- und Fachplanung mittelfristig eine systematische räumliche Konkretisierung möglicher Nutzungsalternativen für erosionsgefährdete Flächen durchgeführt werden. Hierdurch sollen die Voraussetzungen für eine Berücksichtigung in relevanten Planwerken (Regionalplan, Landschaftsrahmenplan) oder fachlich begründeten Gebietskulissen für entsprechend relevante Fördermaßnahmen zur Umsetzung erosionsmindern-

der Nutzungen geschaffen werden. Dies kann u. a. Spezifizierungen der „guten fachlichen Praxis" oder der entsprechenden Förderrichtlinien (z. B. bestehende RL AuW/2007) beinhalten (→ Maßnahme 5.6.1). Weiter sollten die vorhandenen Modellierungstools zur Bodenerosion auch auf Konzentrationsbereiche derjenigen wasserabhängigen Biotoptypen angewendet werden, die außerhalb von Schutzgebieten liegen.

Zugehörige Aussagen und Handlungsempfehlungen zur Koordination der Raumansprüche sowie zu Einzelmaßnahmen finden sich u. a. in → Kapitel II.3 und in → Kapitel II.2. Synergien bestehen dabei insbesondere zu den → Maßnahmen 2.7.2, 2.7.3, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4, 3.5.4.

➔ **Maßnahmenblatt 5.3.1:** Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme durch Maßnahmen zum Erosionsschutz vermindern

Maßnahme 5.3.2 Die Voraussetzungen für eine wasserabhängige Ökosysteme nicht beeinträchtigende Nutzung der Grundwasserressourcen schaffen

Um negative Auswirkungen durch den Klimawandel insbesondere für diese wasserabhängigen Ökosysteme so weit wie möglich zu vermeiden, ist durch die in Genehmigungsverfahren beteiligten Behörden sowie Wasserverbänden bzw. Trinkwasserversorgungsunternehmen sicher zu stellen, dass Eingriffe in den Landschaftswasserhaushalt nicht zu einer zusätzlichen Belastung dieser Ökosysteme, v. a. wenn sie in Schutzgebieten liegen, führen. Das betrifft auch eine mögliche Ausweitung der Bewässerung als sektorale Maßnahme der Landwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel (→ Kapitel II.3, insbesondere → Maßnahmen 3.1.1, 3.7.3, 3.8.1). Neben vielfältigen Einzelmaßnahmen der Landwirtschaft zur Verminderung der Notwendigkeit zur Bewässerung (ebenda) wird auch eine Flexibilisierung der Steuerung der Grundwasserentnahme angestrebt (→ Kapitel II.2, insbesondere → Maßnahme 2.9.1). Die Maßnahme kann durch regionalplanerische Instrumente (z. B. Vorranggebiet/Vorbehaltsgebiete Natur und Landschaft, Bereiche mit besonderen Nutzungsanforderungen) vorsorgend unterstützt werden.

➔ **Maßnahmenblatt 5.3.2:** Die Voraussetzungen für eine wasserabhängige Ökosysteme nicht beeinträchtigende Nutzung der Grundwasserressourcen schaffen

Maßnahme 5.3.3 Schutzgebiete um Pufferzonen erweitern

Zur Verminderung negativer Randeffekte und zur Verbesserung des Erhaltungszustands sind durch die unteren Naturschutzbehörden und das LfULG bzw. den SBS mittelfristig die Möglichkeiten für die Einrichtung von Pufferzonen im Umfeld bestehender Schutzgebiete zu prüfen, v. a. als Übergangszonen zu intensiv genutzten Bestandteilen der Landschaft. Auf Basis der Unterlagen zur Identifikation von Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und die Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) sowie spezifischen Informationen zu den Naturschutzgebieten Sachsens sollten diejenigen Bereiche ermittelt werden, für welche für die Schutzgebiete eine solche Abpufferung gegen Randeinflüsse, die sich mit dem Klimawandel verschärfen können (z. B. Nährstoffeintrag, Erosion, Wassermangel oder -entzug), vorrangig anzustreben ist. Potenziale für Synergien zur Biotopverbundplanung sollten dabei gezielt genutzt werden.

➔ **Maßnahmenblatt 5.3.3:** Schutzgebiete um Pufferzonen erweitern

Maßnahme 5.3.4 Innerhalb von FFH-Gebieten wertvolle Bestandteile gegenüber negativen Randeinflüssen abpuffern

Zur Verminderung negativer Randeffekte auf FFH-Lebensraumtypen und -Arten sind durch die unteren Naturschutzbehörden und das LfULG bzw. den SBS mittelfristig die Möglichkeiten für eine Abpufferung von empfindlichen FFH-Lebensraumtypen und Habitaten der FFH-Arten zu prüfen, v. a. als Übergangszonen zu intensiv genutzten Bestandteilen innerhalb von FFH-Gebieten. Auf der Basis der bestehenden Managementpläne, des Reliefs und von Wassereinzugsgebieten sollten die FFH-Lebensraumtypen und Habitate der FFH–

Arten ermittelt werden, für die eine Abpufferung gegenüber Randeinflüssen, die sich mit dem Klimawandel verschärfen können (z. B. Nährstoffeintrag, Erosion, Wassermangel oder -entzug) vorrangig anzustreben ist. Ziel ist, die FFH-Lebensraumtypen und die Habitate der FFH-Arten auch unter den Bedingungen des Klimawandels in einen günstigen Erhaltungszustand zu versetzen oder beibehalten zu können (→ Maßnahme 5.1.2).

Potenziale für Synergien bestehen insbesondere zu Maßnahmen in → Kapitel II.2 (z. B. → Maßnahmen 2.5.1, 2.6.2, 2.7.2, 2.7.3).

➔ **Maßnahmenblatt 5.3.4:** Innerhalb FFH-Gebieten wertvolle Bestandteile gegenüber negativen Randeinflüssen abpuffern

Ziel 5.4: Die Klimaanpassung besonders empfindlicher Ökosysteme fördern und dabei vorhandene Synergiepotenziale nutzen

Bestimmte Ökosysteme wie Moore, Moorwälder, Sümpfe, nasses bis feuchtes Grünland und Wälder sind gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels generell als besonders empfindlich einzuschätzen (z. B. gegenüber sommerlichen Trockenperioden bzw. Verringerung der klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr, Zunahme von Extremereignissen wie Stürmen). In ihnen kommen eine Reihe von gefährdeten FFH-Arten und -Lebensraumtypen sowie Rote Liste-Arten vor, die häufig auch sehr empfindlich gegenüber Änderungen ihrer Lebensraumbedingungen sind. Sie benötigen daher besondere Maßnahmen der Klimaanpassung. Gleichzeitig besitzen diese Ökosysteme, sofern sie intakt sind, sehr hohe Synergie-Effekte zu anderen Bereichen. Das betrifft u. a. ihr hohes bis sehr hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (CO_2-Senkenleistung) sowie positive Folgen für den Schutz der Ressourcen Wasser und Boden. Ein Ziel der Klimaanpassung ist daher die Erhaltung und Förderung solcher Ökosysteme unter Ausnutzung bestehender Synergiepotenziale.

Maßnahme 5.4.1 Klimasensitive Ökosysteme mit hoher Bedeutung für den Naturschutz und als CO_2-Senke schützen und ihre Klimaschutzfunktion ausbauen

Von der Regional- und Kommunalplanung ist im Rahmen der nächsten Fortschreibung der Regionalplanung zu prüfen, wie gegenüber dem Klimawandel besonders empfindliche Ökosysteme, die gleichzeitig auch eine hohe Bedeutung für den Naturschutz und als CO_2-Senke haben bzw. Gebiete mit sehr hohen und hohen Kohlenstoffvorräten sind, durch Einführung adäquater Kriterien für die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten „Natur und Landschaft" erhalten und vor nachteiligen Nutzungsänderungen geschützt werden können. Eine Möglichkeit ist die Ausweisung als „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen" (SMI 2013, G 4.1.1.19, Z 4.1.2.1, S. 110). Weiter ist zu prüfen und räumlich zu konkretisieren, wie durch eine Aktivierung landnutzungsbedingter CO_2-Minderungspotenziale Synergien zur Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel generiert werden können, z. B. durch gezielte bzw. räumlich differenzierte Nutzungsänderungen oder -Extensivierungen (v. a. Moore, Feuchtgrünland), Waldmehrung oder eine Erhöhung der Umtriebszeiten in der Forstwirtschaft.

➔ **Maßnahmenblatt 5.4.1:** Klimasensitive Ökosysteme mit hoher Bedeutung für den Naturschutz als CO_2-Senke schützen und ihre Klimaschutzfunktion ausbauen

Maßnahme 5.4.2 Klimaanpassung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes fördern und mit sonstigen positiven Waldfunktionen kombinieren

Von der forstlichen Rahmenplanung sollten die Waldfunktionskarten unter dem Aspekt Klimaanpassung aktualisiert werden, damit sie von Regional- und Kommunalplanung im Rahmen der jeweiligen nächsten Fortschreibung in die Planwerke eingearbeitet werden können. Hierbei sollten spezifische Empfindlichkeiten (z. B. Gefährdung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes, daneben auch Waldbrandgefahr, Trockenstress etc.) beurteilt werden, sodass entsprechende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete planerisch festgelegt werden können.

Mögliche Ausweisungskriterien für entsprechende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete (SMI 2013, z. B. Z 4.2.2.2: Schutz des vorhandenen Waldes, Z: 4.2.2.1: Waldmehrung, Z 2.2.1.8: regionale Grünzüge) sollten in Schwerpunktberei-

chen des Schutzes sensitiver Arten (Rote Liste-Arten, FFH-Arten), Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen des Waldes, in den identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und in der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) in Verbindung mit regional bedeutsamen Grundwasser- und Frischluftentstehungsgebieten und Gebieten zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts oder der Retentionsleistung angewendet werden.

Bei Waldmehrungs- oder Umbaumaßnahmen ist insbesondere in solchen Gebietskulissen verstärkt auf die Verwendung naturschutzfachlich geeigneter (i. d. R. heimischer) Herkünfte sowie insgesamt auf die Etablierung einer hohen Strukturvielfalt Wert zu legen (SMUL 2013, Aussagen zum Waldaufbau der sächsischen Waldstrategie 2050). Weiterhin sind mögliche Potenziale vorhandener Flurgehölze als Refugialbiotope für standorttypische Pflanzen- und Tierarten zu berücksichtigen bzw. zu nutzen.

Auf der Basis entsprechender Gebietskulissen (Bestand und Eignung von alt- und totholzreichen Wäldern) sollten von Naturschutz und Forstwirtschaft in Abstimmung mit dem biotischen und abiotischen Ressourcenschutz (v. a. Boden, Wasser) gebietsbezogene Umsetzungskonzepte erarbeitet werden, die Synergien zwischen Anforderungen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes generieren können. Das kann insbesondere eine Erhöhung der Umtriebszeiten, des Bestandesvorrats, des Totholzanteiles und der Humusbildung in Waldböden umfassen. Das kann auch beinhalten, dass durch Sturmschäden betroffene Flächen verstärkt als Entwicklungsflächen für den Naturschutz genutzt werden (→ Maßnahme 5.5.2).

Die Maßnahme steht in enger Verbindung mit Zielen und Maßnahmen zur Anpassung der Forstwirtschaft (→ Kapitel II.3).

➔ **Maßnahmenblatt 5.4.2:** Klimaanpassung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes fördern und mit sonstigen positiven Waldfunktionen kombinieren

Ziel 5.5: Biotopverbund zur Klimaanpassung beschleunigt umsetzen und Schutzgebiete gezielt vernetzen

Unter den Annahmen, dass zum einen Anpassungsmaßnahmen in einer „effektiven Dichte" nicht flächendeckend realisierbar sein werden und dass zum anderen Ausweichbewegungen betroffener Arten und Populationen vorrangig in „Wanderungs- oder Anpassungskorridoren" erfolgen bzw. zumindest in solche kanalisiert werden können, ist ein Ziel der Klimaanpassung das Schaffen der Voraussetzungen dafür, entsprechende Anstrengungen in solchen Gebietskulissen effektiv zu konzentrieren. Ein großräumig wirksamer Biotopverbund wird dabei als ein wesentliches Instrument zur Unterstützung klimawandelbedingter Ausweichbewegungen von Pflanzen- und Tierarten bzw. -Populationen angesehen. Gegenwärtige Biotopverbundplanungen erfolgen vielfach noch nicht explizit orientiert an den spezifischen Erfordernissen zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels (Reich et al. 2012). Zum Erreichen einer entsprechenden Funktionalität sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Das betrifft zum einen sowohl großräumige („Wanderungs- bzw. Anpassungskorridore") als auch kleinräumige (Standort-Bedingungen bzw. die bestehende Ausstattung an geeigneten Biotopen) Gegebenheiten. Zum anderen betrifft dies den Umstand, dass bestehende Lebensräume durch den Klimawandel in ihrer Habitat-Eignung beeinträchtigt werden könnten bzw. dass sich Habitat-Ansprüche von Arten ändern können. Vor diesem Hintergrund sind zusätzliche Maßnahmen bzw. Spezifikationen von bereits bestehenden Maßnahmen erforderlich.

Maßnahme 5.5.1 Identifizierte Kernflächen des Biotopverbundes als Basis für eine Gebietskulisse für die Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen planerisch berücksichtigen und entwickeln

Auf der Basis des Landesentwicklungsplanes Sachsen (SMI 2013, Karte 7) ist die Gebietskulisse für den Biotopverbund in den kommenden Fortschreibungen der Regionalpläne zu konkretisieren und zügig auf kommunaler Ebene (z. B. Landschaftsplanung und Flächennutzungsplanung) umzusetzen.

Insbesondere die vom LfULG erarbeitete Identifikation von Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und die Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) sollten dazu als Grundlage verwendet werden. Hierbei sind Talräume und klimatische

Gradienten vorrangig zu berücksichtigen. Neben den bisherigen Schwerpunkten Auen und Wald (LfUG 2007) sollte den Mooren bzw. der Moor-Renaturierung, den Feuchtgebieten, den Fließgewässern und ihren Talräumen sowie den Trockenstandorten besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Weiterhin sind die Zielstellungen und Handlungsgrundsätze auf Landesebene (LfUG 2007) und das „Lebensraumverbundsystem für großräumig lebende Wildtiere mit natürlichem Wanderungsverhalten" (SMI 2013, Karte 8) einzubeziehen. Solche „Wanderungs- oder Anpassungskorridore" sollten die bestehenden überregionalen Bezüge und Anknüpfungspunkte (LfUG 2007, Abbildung 7; Fuchs et al. 2011 zu bundesweiten und internationalen Biotopverbundachsen) sowie die aus überregionaler Sicht ermittelte Differenzierung ökologischer Anspruchstypen (Wald, Offenland trocken und feucht, nach Reich et al. 2012) berücksichtigen und weiter entwickeln.

Zwischen den Akteuren aus Landesplanung, Regionalplanung, Naturschutz und den Trägern der kommunalen Landschaftsplanung bzw. Flächennutzungsplanung sollte ein Abstimmungsprozess in Gang kommen, mit dem Ziel, die landesweiten Zielstellungen der Gebietskulisse für einen Biotopverbund in der Modellregion unter besonderer Berücksichtigung der Klimaanpassung konkret auf der Ebene der Kommunen umsetzen zu können, d. h. von der Ebene des landesweiten Biotopverbundes über die regionale Ebene mittelfristig eine schrittweise inhaltliche und räumliche Konkretisierung bis hin zu einem funktionierenden Biotopverbund auf kommunaler Ebene zu erreichen.

Insbesondere die forcierte Umsetzung in der Landschaft ist anzustreben, einschließlich der Schaffung weiterer Entwicklungsflächen und Trittsteine (→ Maßnahme 5.5.2) und der Beseitigung bestehender (→ Maßnahme 5.6.3) bzw. des Verhinderns des Entstehens neuer Barrieren (→ Maßnahme 5.5.4). Zur Etablierung eines funktionsfähigen Biotopverbundes sind die entsprechenden Flächen planerisch zu sichern, z. B. als Vorrangflächen und Vorbehaltsflächen „Arten- und Biotopschutz" auf der Ebene der Regional- und Landschaftsplanung (SMI 2013, Z 4.1.1.16, Anhang A1: Kapitel 2.2.2.2).

➔ **Maßnahmenblatt 5.5.1:** Identifizierte Kernflächen des Biotopverbundes als Basis für eine Gebietskulisse für die Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen planerisch berücksichtigen und entwickeln

Maßnahme 5.5.2 Entwicklungsflächen und Trittsteine bereitstellen, entwickeln und in den Biotopverbund einbeziehen

Bestehende Schutzgebiete als wesentliche Bestandteile der bisherigen Biotopverbundplanungen sollten in den kommenden Fortschreibungen der Regional- und Kommunalplanung mittelfristig (ggf. weiter) um sogenannte Entwicklungsflächen sowie um Trittsteine ergänzt werden.

Die Wirksamkeit von Entwicklungsflächen (im direkten Umfeld von Schutzgebieten) und von Trittsteinen (zwischen Schutzgebieten) kann verstärkt werden, wenn sie in entsprechend großräumig ausgewiesenen Gebietskulissen des Biotopverbundes angesiedelt sind. Gebietsspezifisch sind dabei unterschiedliche Biotoptypen vorrangig. Diese können aus den landesweiten Planungen bzw. Planungsgrundlagen (z. B. SMI 2013, Karte 7; LfUG 2007 und LfULG 2012) abgeleitet werden. Dabei sollten die im Projekt erarbeiteten Modellierungs- und Bewertungstools zur Landschaftsstruktur und Erosion (→ Kapitel II.3, insbesondere → Maßnahmen 3.3.4, 3.16.1) systematisch in den Schwerpunkten der Gebietskulisse mit landesweit bedeutsamen Biotopverbund-Flächen angewendet werden, um Kombinationseffekte (Bodenschutz, Landschaftsstruktur, Waldmehrung) zu ermitteln und räumlich darzustellen (→ Maßnahme 5.5.6). Mögliche geeignete Räume zur Konzentration von Restrukturierungsmaßnahmen in der Agrarlandschaft sind beispielsweise überregionale und landesübergreifende Biotopverbundachsen.

➔ **Maßnahmenblatt 5.5.2:** Entwicklungsflächen und Trittsteine bereitstellen, entwickeln und in den Biotopverbund einbeziehen

Maßnahme 5.5.3 Förderinstrumente praxisorientierter ausgestalten

Da die bestehenden Förderinstrumente zwar inhaltlich weitgehend geeignet erscheinen, wesentliche Bestandteile der Biotopverbundplanungen umzusetzen, jedoch in der Praxis - gemessen an den bestehenden politischen Zielen – sehr unterschiedlich und bei manchen Lebensräumen (z. B. Wald, Acker) zu wenig nachgefragt werden, sollte umgehend ihr Potenzial als Beitrag zur Klimaanpassung durch Biotopverbund in der gesamten Modelregion erhöht werden. Hierzu sollte ein Abstimmungsprozess zwischen den beteiligten Akteuren (SMUL, LfULG, Landnutzer-, Berufs- und Naturschutzverbände) initiiert werden, um eine praxisorientierte Weiterentwicklung des bestehenden Förderinstrumentariums (bspw. RL NE/2007 und RL AuW/2007) zu erreichen und letztlich eine erhöhte Nachfrage zu generieren. Dabei sollten auch die Ergebnisse der Studie „Bilanzierung der Landschaftspflege in Sachsen" (LfULG 2013) berücksichtigt werden.

Möglichkeiten bestehen v. a. durch Vereinfachungen des Beantragungswesens, eine stärkere Flexibilisierung der Regeltatbestände, dem Hinwirken auf das Schaffen der Möglichkeit Vorschüsse für investive Maßnahmen zahlen zu können sowie eine zielgerichtete Erhöhung bzw. Umverteilung der Anreizkomponenten. Hierbei sollten die Förderrichtlinien u. a. so erweitert und überarbeitet werden, dass Maßnahmen zur Förderung des Biotopverbundes bzw. der Klimaanpassung Fördertatbestände werden, bei denen kein Eigenanteil oder Eigenleistung des Antragstellers erforderlich ist. Im Gegenzug könnte Kostenneutralität durch die Reduzierung von Anreizkomponenten an anderer Stelle erreicht werden, bspw. indem eine Förderung konservierender Bodenbearbeitung auf (ggf. stark) erosionsgefährdete Flächen konzentriert bzw. beschränkt oder an bestimmte Auflagen gebunden wird (→ Maßnahme 5.6.1).

Maßnahme 5.5.4 Die Umsetzung des großräumigen Biotopverbundes auf lokaler Ebene fördern

Ein großräumiger Biotopverbund zur Anpassung an den Klimawandel kann nur wirksam sein, wenn er auf lokaler Ebene berücksichtigt und umgesetzt wird. Neue Barrieren oder Beeinträchtigungen der Wanderbewegung von Arten (sowohl bei aquatischen als auch terrestrischen Lebensräumen) sollten daher nicht entstehen (BMU, BMVBS 2012, zu entsprechenden bereits vorhandenen Barrieren oder Beeinträchtigungen → Maßnahme 5.6.3). Das betrifft u. a. bauliche Maßnahmen (z. B. Wasserkraftnutzung, Baugebiete) oder die Anlage von Verkehrswegen in Biotopverbundachsen. Daher müssen auch auf lokaler Ebene künftig Belange des übergeordneten großräumigen Biotopverbundes (Fuchs et al. 2011, Reich et al. 2012) effektiver berücksichtigt werden.

Zur pro-aktiven Bewältigung auftretender Probleme (lokale Barrieren im überregionalen Biotopverbund) sollte in der Modellregion, insbesondere auch für die Akteure lokaler Planungen (z. B. Landschafts- und Kommunalplanung, bautechnische und Naturschutz-Planung), dargestellt werden, welche integrierten Lösungsstrategien zur Verringerung bestehender Barrieren vorhanden sind und wie sie vor Ort umsetzbar sind. Das betrifft für einen aquatischen Biotopverbund z. B. den Rückbau von Querbauwerken, die Renaturierung von Gewässerabschnitten, die Anlage von Durchlässen, Fischaufstiegsanlagen oder den Umbau von Abstürzen (SMI 2013, Z 4.1.1.3, Z 4.1.2.3, Anhang A1: Kapitel 2.2.2.2 und 2.4.2.2). Möglichkeiten bezogen auf einen terrestrischen Biotopverbund sind z. B. die Anlage von Grünbrücken, Trittsteinen und Eigenentwicklungsbereichen, die Durchgrünung von Ortsrandlagen und die Erhaltung bzw. Wiederherstellung landschaftstypischer Gehölzstrukturen, Waldränder und Hecken (SMI 2013, Anhang A1: Kapitel 2.2.2.1 und 2.2.2.2).

Wesentlich ist die Umsetzung solcher Planungen. Hierzu sind insbesondere auch die Bereitstellung finanzieller Mittel zur Schaffung notwendiger finanzieller Anreize sowie der Entwicklung geeigneter Strategien zur Lösung der Eigentumsfragen notwendig.

→ **Maßnahmenblatt 5.5.4:** Die Umsetzung des großräumigen Biotopverbundes auf lokaler Ebene fördern

Maßnahme 5.5.5 Urbane Räume in den Biotopverbund einbeziehen

In der Modellregion liegen mehrere Städte in überregionalen und landesübergreifenden Achsen des Biotopverbundes (z. B. Dresden, Radebeul, Pirna). Talräume sind wichtige Achsen des Biotopverbundes. Mittelfristig sollten innerhalb der Modellregion die bestehenden Planungen zum Biotopverbund von Städten im Elbtal oder in Seitentälern mit den angrenzenden Planungsregionen abgestimmt werden (wie z. B. zwischen Stadt Dresden und den Landkreisen Meißen bzw. Sächsische Schweiz bereits durchgeführt) und mit regionalen oder landesweiten Biotopverbundsystemen (SMI 2013, Karte 7) harmonisiert werden.

Ziel ist, Einschränkungen der Durchgängigkeit von Fließgewässern, der Auen und von waldbewohnenden Arten an den Talhängen durch urbane Räume zu mindern und Ausbreitungsmöglichkeiten von Arten zu fördern. Dazu ist, nach erfolgter Abstimmung, die Umsetzung der Planungen wesentlich, um regionale oder kommunale Grünzüge (→ Maßnahmenblatt 1.2.5) in einen landesweiten Biotopverbund zu integrieren (Umsetzungsbeispiel → Maßnahmenblatt 5.5.5).

➔ **Maßnahmenblatt 5.5.5:** Urbane Räume in den Biotopverbund einbeziehen

Maßnahme 5.5.6 Flurbereinigungsverfahren zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen zum Biotopverbund nutzen

Flurbereinigungsverfahren nach Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) sind grundsätzlich dazu geeignet, Landnutzungskonflikte (z. B. zwischen Landwirtschaft und Naturschutz) zu lösen, aber auch entsprechende Synergien zu generieren. Dabei erfolgt neben der Planung und Umsetzung umfangreicher Maßnahmen, wie z. B. die Gestaltung von lokalen Biotopverbund-Systemen, zugleich auch die Neuordnung der Grundstücke (ureigenes Anliegen der Verfahren). Einen wesentlichen Bestandteil des Verfahrens stellt die Aufstellung des „Wege- und Gewässerplans" dar, der ebenso die landschaftspflegerischen Maßnahmen enthält und Grundlage für die Neugestaltung des Verfahrensgebietes darstellt. Um dabei Potenziale für Kombinationseffekte möglichst optimal nutzen zu können, sollte geprüft werden, inwieweit in diesem Zusammenhang spezifische Modellierungstools eingesetzt werden können (→ Maßnahme 5.5.2). Durch zweckgebundene Zuschüsse wird ein erheblicher Teil der Ausführungskosten von Bund und Land übernommen. In ILE- und LEADER-Gebieten können nach Kapitel D der Sächsischen Förderrichtlinie „Integrierte Ländliche Entwicklung" (RL ILE/2011) zusätzliche Fördermittel in Anspruch genommen werden. Einen Nachteil stellt die relativ lange Zeitdauer des Verfahrens dar (KLIMAfit 2011, S. 15).

Synergien bestehen zu den → Maßnahmen 3.3.3 und 3.3.4 (→ Kapitel II.3). Weiterhin bestehen Ansatzpunkte zur Umsetzung von → Maßnahme 5.5.2.

Ziel 5.6: Die Durchlässigkeit der Landschaft räumlich zielgerichtet erhöhen

Im Hinblick auf den hier verfolgten Handlungsschwerpunkt der Klimaanpassung zur Entwicklung einer insbesondere für klimawandelbedingt notwendige Ausweichbewegungen „durchlässigen" Landschaft bestehen unterschiedliche Möglichkeiten. Diese beinhalten raumplanerisch gesteuerte Maßnahmen zur Verbesserung agrarstruktureller Vielfalt, Maßnahmen zur Nutzung entsprechender Synergien mit unterschiedlichen Formen der Landbewirtschaftung sowie Maßnahmen zur Verminderung infrastruktureller Habitat-Fragmentierung. Dabei ist es wiederum insgesamt zielführend, entsprechende Anstrengungen (im Sinne einer räumlichen Priorisierung) gezielt in relevante Gebietskulissen zur Konzentration von Anstrengungen zur Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen zu lenken (→ Ziel 5.2, insb. → Maßnahme 5.2.1).

Maßnahme 5.6.1 Agrarstrukturelle Vielfalt räumlich zielgerichtet erhöhen

Als Beitrag zur Umsetzung vorhandener Biotopverbund-Konzepte (SMI 2013, Karte 7; LfUG 2007; LfULG 2012) in überschaubaren Zeiträumen sollten von Landwirtschafts- und Naturschutz-Behörden Maßnahmen zur Erhöhung der agrarstrukturellen Vielfalt bevorzugt in Verbindungs- und Entwicklungsflächen des Biotopverbundes gelenkt werden. In Ergänzung zu den - i. d. R. bereits aktuell strukturreichen - Gebieten der Kernflächen (LfULG 2012) betrifft dies vor allem auch Verbindungs- und Entwicklungsflächen eines solchen Biotopverbundes. Dazu sollte diese Gebietskulisse als Grundlage für entsprechende Fördermaßnahmen genutzt und für Landnutzer (v. a. Landwirte, Agrarbetriebe etc.) und Landnutzerverbände und ihren Beratungsgremien entsprechend dargestellt werden.

Vor diesem Hintergrund sind zum einen die (förderrechtlichen) Voraussetzungen dafür zu schaffen, geeignete Agrarumweltmaßnahmen gezielt im Hinblick auf ihren Beitrag für den lokalen Biotopverbund umzusetzen bzw. auszugestalten und dabei mögliche Synergien (bspw. zum Boden- und Gewässerschutz) gezielt zu nutzen. Dazu sollten auch, aufbauend auf der bekannten Gebietskulisse erosionsgefährdeter Gebiete und besonders erosionsanfälliger Tiefenlinien, die Potenziale für Synergien zwischen Tiefenlinienbegrünung und kleinräumigem Biotopverbund bzw. Strukturanreicherung in der Agrarlandschaft (Einzelmaßnahmen in → Kapitel II.3, insbesondere → Maßnahmen 3.3.3 und 3.3.4) geprüft werden. Weiterhin ist insbesondere in den genannten Gebietskulissen zu prüfen bzw. darauf hinzuwirken, dass mögliche Konflikte, bspw. im Hinblick auf einen unverhältnismäßigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln als Folge einer nicht bedarfsgerechten Ausweitung der konservierenden Bodenbearbeitung sowie insgesamt im Hinblick auf eine Intensivierung und Monotonisierung der Landbewirtschaftung, vermieden werden (→ Maßnahme 3.3.1; mögliche Synergien bestehen u. a. zu den → Maßnahmen 3.5.2 und 3.5.4). Auch diese Aspekte sollten zur Förderung ihrer Umsetzung für die Landnutzer (v. a. Landwirte, Agrarbetriebe etc.) und Landnutzerverbände und ihre Beratungsgremien entsprechend aufbereitet und dargestellt werden. Dabei sollten auch die Ergebnisse der Studie „Bilanzierung der Landschaftspflege in Sachsen" (LfULG 2013) entsprechend Berücksichtigung finden.

Die Maßnahme beinhaltet drei zum Teil aufeinander aufbauende Teilmaßnahmen (→ Maßnahmenblatt 5.6.1).

➔ **Maßnahmenblatt 5.6.1:** Agrarstrukturelle Vielfalt räumlich zielgerichtet erhöhen

Maßnahme 5.6.2 Synergien bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen nutzen

Kurzumtriebsplantagen (KUP) können bei einer entsprechenden Ausgestaltung u. a. Beiträge zur Verbesserung der agrarstrukturellen Vielfalt und Konnektivität und damit zur Erhöhung der Durchlässigkeit der („Normal-") Landschaft leisten (→ Maßnahme 3.6.2). Aufbauend auf der für Sachsen und für die gesamte Modellregion erstellten räumlich konkreten Klassifizierung von Acker-Flächen hinsichtlich möglicher Synergien zwischen KUP und Naturschutz (→ REGKLAM-Produkt 3.3.1f, LfULG 2011), sollten u. a. durch die Landwirtschafts- und Naturschutz-Verwaltung Projekte initiiert bzw. die (auch förderrechtlichen) Voraussetzungen dafür geschaffen werden, um KUP in der Ackerlandschaft gezielt in den ermittelten Wind- und Wassererosionsgebieten bzw. in einer entsprechend optimierten Gebietskulisse und naturschutzfachlich so ausgestaltet anzulegen, dass eine bestmögliche Förderung der Biotopvernetzung im Sinne von § 21 (6) BNatSchG bzw. § 21a SächsNatSchG erreicht werden kann. Damit KUP einen Beitrag zum Biotopverbund leisten können, ist dabei die Einhaltung bestimmter naturschutzfachlicher Kriterien erforderlich (LfULG 2011). Zusätzlich sollte politisch darauf hingewirkt werden, dass auch naturraumtypische Strukturelemente wie z. B. (Obst-) Baumreihen als förderfähige Landschaftselemente (z. B. im Rahmen von Cross Compliance) Anerkennung finden.

Maßnahme 5.6.3 Habitat-Fragmentierung bzw. Flächenverbrauch räumlich gezielt vermindern

Vor dem Hintergrund einer hohen und immer noch zunehmenden Fragmentierung der Landschaft bzw. von Lebensräumen und im Zusammenhang mit dem durch den Klimawandel erhöhten Bedarf an funktionierendem Biotopverbund, sollten das Bundesprogramm Wiedervernetzung (BMU, BMVBS 2012) sowie das Handlungsprogramm zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme des Freistaates Sachsen in der Modellregion von den beteiligten Behörden und Organisationen systematisch angewendet und konkret umgesetzt werden.

Land und Kommunen sowie Behörden bzw. Fachbehörden und Planer sollten konkrete Lösungsansätze erarbeiten, wie bestehende Fragmentierungen vermindert sowie zusätzliche Fragmentierungen vermieden werden können. Hierbei sollten bauliche Maßnahmen an Verkehrswegen (z. B. Grünbrücken) ebenso behandelt werden wie organisatorische (z. B. interkommunale Gewerbegebiete). Insbesondere sollten in den identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) bestehende Barrieren in terrestrischen und aquatischen Lebensräumen (zur Durchgängigkeit von Fließgewässern → Kapitel III.2) oder zwischen unzerschnittenen verkehrsarmen Räumen (UZVR) ermittelt, bewertet und Möglichkeiten zu einer Abmilderung der Lebensraum-Zerschneidung gesucht werden (zur Vermeidung neuer Barrieren → Maßnahme 5.5.4). Dabei sollten insbesondere die vorhandenen UZVR erhalten werden. Weiter ist auf mögliche Synergiepotenziale zum Ziel kompakter Siedlungsstrukturen bzw. der Vermeidung weiterer Zersiedlung zu verweisen (→ Kapitel II.1), da dies ein wichtiger Beitrag zur Verminderung der Fragmentierung der Landschaft bzw. Flächeninanspruchnahme ist.

➔ **Maßnahmenblatt 5.6.3:** Habitat-Fragmentierung bzw. Flächenverbrauch gezielt vermindern

TEIL III
Maßnahmenblätter

VERZEICHNIS DER MASSNAHMENBLÄTTER

Die Nummerierung der Maßnahmenblätter korrespondiert mit der Nummerierung der Maßnahmen in Teil II. Einer Maßnahme können mehrere Maßnahmenblätter zugeordnet sein (gekennzeichnet mit a, b…).

Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude

Maßnahmenblatt 1.1.1a	Klimafunktionskarte
Maßnahmenblatt 1.1.1b	Bestimmung klimasensitiver Siedlungsbereiche
Maßnahmenblatt 1.1.2	Analyse und Bewertung mikroklimatischer Auswirkungen kleinräumiger städtebaulicher und freiraumplanerischer Maßnahmen
Maßnahmenblatt 1.1.3	Umsetzung freiraumplanerischer Maßnahmen auf Entsiegelungsflächen
Maßnahmenblatt 1.1.4	Multifunktionale Grünflächen
Maßnahmenblatt 1.1.5	Regenwasserbewirtschaftung und Freiraumgestaltung
Maßnahmenblatt 1.1.9	Klimaanpassung im Rahmen der Stadterneuerung
Maßnahmenblatt 1.2.1	Ermittlung des temperaturwirksamen Grünvolumens in Siedlungsbereichen
Maßnahmenblatt 1.2.2	Kaltluft- und Frischluftversorgung
Maßnahmenblatt 1.2.5	Entwicklung klimawirksamer Freiraumsysteme
Maßnahmenblatt 1.2.6	Private Unterstützung für Stadtgrün
Maßnahmenblatt 1.3.1	Aufnahme klimatologischer Potenziale in Brachflächenkataster
Maßnahmenblatt 1.4.1a	Klimawandelangepasste Pflanzenwahl in Grünflächen
Maßnahmenblatt 1.4.1b	Klimawandelangepasste Wegebeläge
Maßnahmenblatt 1.4.3	Mikroklimatische Optimierung der Freiraumgestaltung
Maßnahmenblatt 1.4.4	Anpassung des Straßenbaumbestandes
Maßnahmenblatt 1.5.1a	Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Sommerhitze für Neubauten und Bestandsgebäude
Maßnahmenblatt 1.5.1b	Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Überflutung für Neubauten und Bestandsgebäude
Maßnahmenblatt 1.5.1c	Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Starkregen für Neubauten und Bestandsgebäude
Maßnahmenblatt 1.5.1d	Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Hagel für Neubauten und Bestandsgebäude
Maßnahmenblatt 1.5.2	Anpassung von Normen und Bauvorschriften

Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

Maßnahmenblatt 2.3.1a	Erarbeiten einer Verwaltungsanleitung zur Erteilung von wasserrechtlichen Gestattungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen und projizierten klimabedingten Veränderungen an Gewässern
Maßnahmenblatt 2.3.1b	Abbau privilegierter Rechte zur ungeregelten Nutzung von Oberflächenwasser insbesondere in Trockenperioden
Maßnahmenblatt 2.4.1	Gezieltes Monitoring und Ausweitung der Fördermöglichkeiten zur Bekämpfung von invasiven Neobiota im Zuge des Klimawandels
Maßnahmenblatt 2.5.1a	Förderung integrierter kommunaler Konzepte der Gewässerentwicklung an Gewässern 2. Ordnung unter Berücksichtigung der Anforderungen des Klimawandels
Maßnahmenblatt 2.5.1b	Ausbau der Beratungsleistungen für Kommunen zu Gewässerunterhaltung,-pflege und-entwicklung
Maßnahmenblatt 2.5.2	Anlegen natürlicher Sedimentationsbarrieren zur Verminderung der Kolmation der Gewässersohle bei zunehmenden Starkregenereignissen
Maßnahmenblatt 2.6.2a	Herstellen einer ausreichenden Beschattung durch standortgerechte Gehölze zur Temperaturstabilisierung
Maßnahmenblatt 2.6.2b	Ausbinden von Fließgewässern aus bestehenden Stillgewässern zur Verminderung von deren Erwärmung
Maßnahmenblatt 2.7.1	Analyse der Auswirkungen klimatisch bedingter Änderungen der Abflussverhältnisse auf die Verlagerung von Schadstoffen in Fest- und Schwebstoffen
Maßnahmenblatt 2.7.3	Einsatz erosionsmindernder Verfahren zur Bodenbewirtschaftung im Einzugsgebiet von Talsperren und Oberflächenwasserkörpern mit hoher stofflicher Belastung aus diffusen Quellen
Maßnahmenblatt 2.9.1	Dargebots- bzw. grundwasserstandsabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmemengen
Maßnahmenblatt 2.12.5a	Technische Einrichtungen zur Rohwasserentnahme, Unterwasserabgabe und Hochwasserentlastung in verschiedenen Entnahmehorizonten von Talsperren Technische Einrichtungen zur Rohwasserentnahme, Unterwasserabgabe und Hochwasserentlastung in verschiedenen Entnahmehorizonten von Talsperren
Maßnahmenblatt 2.12.5b	Ableiten von Schadstoffen über den Grundablass nach Starkregenereignissen, lang anhaltenden Niederschlägen und zur vorbeugenden Schadstoffentlastung Ableiten von Schadstoffen über den Grundablass nach Starkregenereignissen, lang anhaltenden Niederschlägen und zur vorbeugenden Schadstoffentlastung
Maßnahmenblatt 2.16.1	Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Gefährdung durch Überstau- und / oder Überflutungsereignisse aus dem Kanalsystem und beispielhafte Entwicklung einer Anpassungsmaßnahme

Land- und Forstwirtschaft

Maßnahmenblatt 3.1.3	Anwendung moderner Applikationsverfahren wie Injektionsdüngung und Einsatz stabilisierter Dünger zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz unter trockenen Bedingungen
Maßnahmenblatt 3.3.1	Strip-till Verfahren zu verschiedenen Reihenkulturen
Maßnahmenblatt 3.3.2	Minimierung der Zeitspanne ohne Bodenbedeckung
Maßnahmenblatt 3.5.5	Anwendung witterungsbasierter Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz
Maßnahmenblatt 3.7.1	Schutz von Süßkirschenanlagen durch Überdachung gegen Starkregenereignisse
Maßnahmenblatt 3.7.2	Schutz wertvoller Apfelanlagen mit Hagelnetzen gegen Hagelereignisse
Maßnahmenblatt 3.7.3	Bewässerung von Apfelanlagen
Maßnahmenblatt 3.9.3	Modellgestützte Klimafolgenszenarien für die Risikoanalyse
Maßnahmenblatt 3.10.1	Ableitung und Anwendung von standortgerechten Zielzuständen der Waldentwicklung
Maßnahmenblatt 3.11.2	Abschätzung und räumliche Darstellung der aktuellen und potenziellen Prädisposition von Waldökosystemtypen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren
Maßnahmenblatt 3.12.1	Intensität und Verfahren des Waldumbaus an ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen ausrichten
Maßnahmenblatt 3.16.1	Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien zur (räumlichen) Priorisierung von Landnutzungs- und Landbewirtschaftungsänderungen
Maßnahmenblatt 3.16.3	Beratung in Fragen der Landnutzung/Landbewirtschaftung sowie Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit bezogen auf Maßnahmen zur Verringerung des Wassererosionsrisikos

Gewerbliche Wirtschaft

Maßnahmenblatt 4.1.1	Überblick über Informationsmaterialien für Unternehmen der Modellregion Dresden
Maßnahmenblatt 4.1.2	Anwendung der Maßnahmendatenbank für Unternehmen
Maßnahmenblatt 4.2.1	Die Methode Szenarioanalyse
Maßnahmenblatt 4.2.2a	Ökologische Bewertung der Klimawandelanpassungsmaßnahme
Maßnahmenblatt 4.2.2b	Ökonomische Bewertung der Klimawandelanpassungsmaßnahme
Maßnahmenblatt 4.2.3	Formulierung einer Unternehmensstrategie zur Klimaanpassung
Maßnahmenblatt 4.2.4	Unterstützung der Prozessorientierung durch den Zyklus „Planen - Ausführen - Kontrollieren – Optimieren“
Maßnahmenblatt 4.3.1	Einrichtung einer Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden
Maßnahmenblatt 4.3.2.	Durchführung einer branchenübergreifenden Veranstaltung zu Klimaschutz und Klimaanpassung in der gewerblichen Wirtschaft
Maßnahmenblatt 4.4.1	Durchführung einer Veranstaltung für Unternehmen innerhalb der Branche

Naturschutz

Maßnahmenblatt 5.1.1	Vulnerabilitätsanalysen unter Berücksichtigung naturschutzfachlich relevanter Aspekte erstellen bzw. planerisch umsetzen und für Entscheidungsprozesse nutzen
Maßnahmenblatt 5.1.2	Klimawandel-angepasste Managementpläne für Schutzgebiete erstellen bzw. fortschreiben und zum Schutz von empfindlichen FFH-Lebensräumen und -Arten umsetzen
Maßnahmenblatt 5.2.1	Voraussichtlich (besonders) betroffene grundwasserabhängige Ökosysteme gezielt stabilisieren
Maßnahmenblatt 5.2.2	Die Anwendung von Nutzungsalternativen für wiedervernässte Flächen und die Moor–Revitalisierung fördern
Maßnahmenblatt 5.3.1	Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme durch Maßnahmen zum Erosionsschutz vermindern
Maßnahmenblatt 5.3.2	Die Voraussetzungen für eine wasserabhängige Ökosysteme nicht beeinträchtigende Nutzung der Grundwasserressourcen schaffen
Maßnahmenblatt 5.3.3	Schutzgebiete um „Pufferzonen" erweitern
Maßnahmenblatt 5.3.4	Innerhalb von FFH-Gebieten wertvolle Bestandteile gegenüber negativen Randeinflüssen abpuffern
Maßnahmenblatt 5.4.1	Klimasensitive Ökosysteme mit hoher Bedeutung für den Naturschutz als CO_2-Senke schützen und ihre Klimaschutzfunktion ausbauen
Maßnahmenblatt 5.4.2	Klimaanpassung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes fördern und mit sonstigen positiven Waldfunktionen kombinieren
Maßnahmenblatt 5.5.1	Identifizierte Kernflächen des Biotopverbundes als Basis für eine Gebietskulisse für die Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen planerisch berücksichtigen und entwickeln
Maßnahmenblatt 5.5.2	Entwicklungsflächen und Trittsteine bereitstellen, entwickeln und in den Biotopverbund einbeziehen
Maßnahmenblatt 5.5.4	Die Umsetzung des großräumigen Biotopverbundes auf lokaler Ebene fördern
Maßnahmenblatt 5.5.5	Urbane Räume in den Biotopverbund mit einbeziehen
Maßnahmenblatt 5.6.1	Agrarstrukturelle Vielfalt räumlich gezielt erhöhen
Maßnahmenblatt 5.6.3	Habitat-Fragmentierung bzw. Flächenverbrauch gezielt vermindern

Zurück zum Programmtext

Klimafunktionskarte

Akteur
Umweltamt bzw. zuständiges Amt

Beschreibung
Klimafunktionskarten dienen der Beschreibung der klimatischen Situation des Stadtgebietes auf Grundlage der Flächennutzungsstruktur, Bebauung, Grünflächenausstattung, Topografie sowie der klimatischen Rahmenbedingungen. Sie stellen ein Instrument dar, die klimatischen Be- und Entlastungsräume kleinräumig abzugrenzen. Auf ihrer Grundlage können entsprechende Verbesserungs- oder Anpassungsmaßnahmen räumlich konkret vorgeschlagen werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Aufgrund der menschlichen Überprägung (Versiegelung, Bebauung, Störung natürlicher Wasserkreisläufe) bilden sich in Siedlungsgebieten spezifische klimatische Bedingungen aus (städtische Wärmeinsel). Diese werden durch steigende durchschnittliche Sommertemperaturen, aber auch Temperaturextreme künftig noch verstärkt. Klimafunktionskarten stellen eine wichtige Wissens- und Datengrundlage für die Bewertung der aktuellen und künftigen klimatischen Situation von Siedlungsgebieten dar. Sie sind daher möglichst frühzeitig zu erstellen, kontinuierlich fortzuschreiben und in allen relevanten Planungsprozessen und v. a. bei der Verortung und Durchführung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Spezifische Stadtklimate bilden sich vor allem in größeren Städten aus. Insofern stellen Klimafunktionskarten hier eine geeignete Grundlage dar, die klimatische Situation zu beschreiben, zu beobachten und entsprechende Verbesserungs- oder Anpassungsmaßnahmen zu verorten.

Klimafunktionskarten können auch in anderen räumlichen Zusammenhängen bzw. Maßstäben angewendet werden, um z. B. die bioklimatische Situation in Gemeinden mit einer besonderen Bedeutung für die Erholung zu erfassen und ggf. zu verbessern (z. B. Kurorte, Gemeinden mit Standorten von Gesundheitseinrichtungen, Erholungsorte).

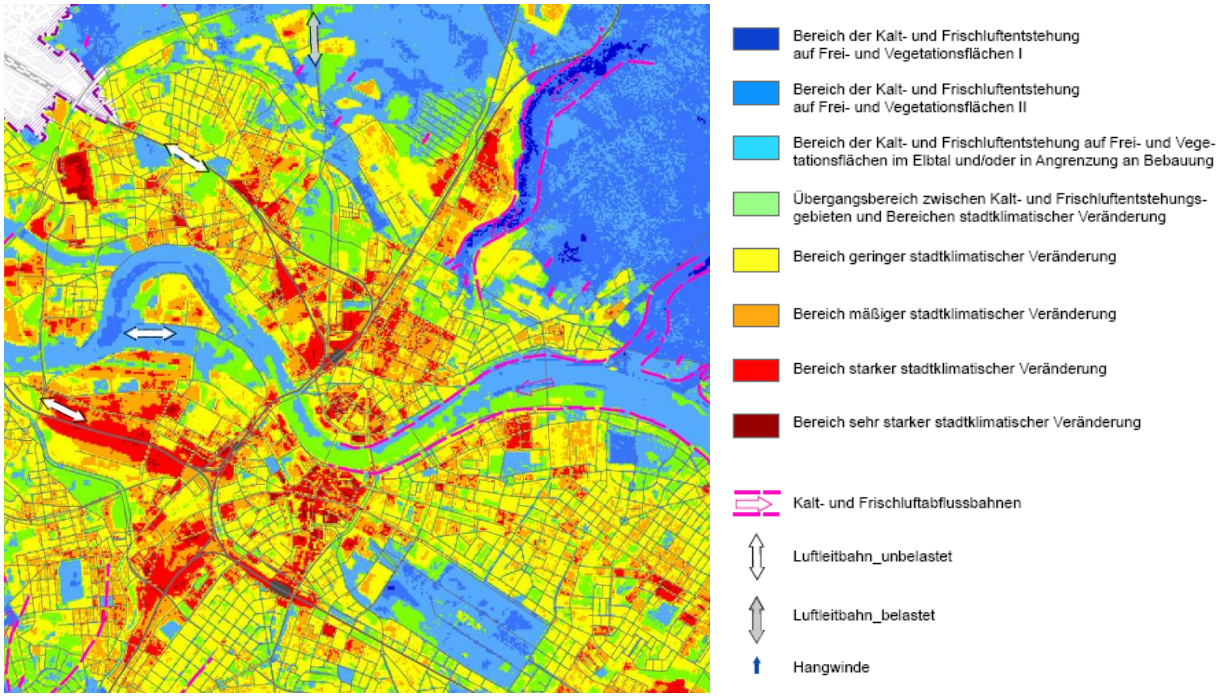
Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Klimafunktionskarten stellen, gemeinsam mit Karten zu klimasensitiven Siedlungsbereichen (→ Maßnahmenblatt 1.1.1.b), Stadträume mit einem erhöhten Bedarf an Frisch- und Kaltluft dar. Sie bilden damit zum einen eine wichtige planerische Grundlage für die Festlegungen zur Kalt- und Frischluftversorgung auf stadtregionaler Ebene (→ Maßnahmenblatt 1.2.2). Zum anderen zeigen sie die Notwendigkeit mikroklimatischer Entlastung auf und bilden so eine Grundlage für die Planung innerstädtischer Grün- und Freiflächen.

Beispiel: Synthetische Klimafunktionskarte der Stadt Dresden (Umweltatlas)
Die Klimafunktionskarte der Stadt Dresden stellt eine gesamtstädtische Klimaanalyse dar und dokumentiert die relevanten klimatologischen Sachverhalte flächendeckend für das Dresdner Stadtgebiet.

Auf der Grundlage von Daten zur Oberflächentemperatur (abgeleitet aus Thermalbildern von Satellitendaten), zur Kaltluftschichtdicke (Modellierung), zur Windfeldsimulation (Modellierung), zum Versiegelungsgrad (Strukturtypenkartierung), zum Grünvolumen (abgeleitet aus Laserscandaten) und zur Geländerauhigkeit (Digitales Oberflächenmodell) lassen sich unterschiedliche Bereiche ähnlicher klimatischer Charakteristik abgrenzen. Die Kartenlegende zeigt die einzelnen klimatischen Bereiche aufgrund ihrer unterschiedlichen strukturellen Beschaffenheit.

Der dargestellte Ausschnitt zeigt u. a. die Dresdner Innenstadt und den Großen Garten. Die Altstadt tritt als überwärmter Bereich aufgrund der dichten Bebauung, hoher Versiegelung und wenig Grünvolumen hervor. Dem gegenüber steht der Große Garten als größte Parkanlage in der Stadt. Vorhandene Luftleitbahnen werden in unbelastete (z. B. Flutrinne/Ostragehege) und belastete (z. B. Hansastraße) unterschieden.

Damit liegt eine Arbeits- und Entscheidungsgrundlage für die städtischen Leit- und Rahmenplanungen vor.



Ausschnitt aus der synthetischen Klimafunktionskarte der Stadt Dresden (Quelle: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt, Umweltatlaskarte 5.3.)

Quelle
REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.f: Synthetische Klimafunktionskarte.

Bestimmung klimasensitiver Siedlungsbereiche

Akteur
Umweltamt bzw. zuständiges Amt

Beschreibung
Die Bewertung der Sensitivität der Gesamtbevölkerung gegenüber thermaler Belastung aber auch ausgewählter Bevölkerungsgruppen (Kohorten) bietet die Möglichkeit, auf kleinräumiger Ebene besonders für Anpassungsmaßnahmen relevante Quartiere aufzuzeigen und spezifische Anpassungsmaßnahmen für die jeweilig sensible Bevölkerungsgruppe zu entwickeln. Gegenüber herkömmlichen Klimakarten hat der Ansatz den Vorteil, dass bei der Berechnung eines Belastungsindexes nicht nur die thermale Belastung selbst, sondern auch die Sensitivität des Siedlungsraumes gegenüber einer solchen Belastung berücksichtigt wird. Vor allem die Exposition der entscheidenden „Rezeptorgruppen" (z. B. ältere Bevölkerung oder Kleinkinder) spielt hierbei eine wichtige Rolle. Prinzipiell erfolgt die Identifikation sensitiver Siedlungsräume unter Berücksichtigung folgender wesentlicher Eingangsparameter: (1) Soziodemographische Daten, (2) Informationen zu Stadtstrukturtypen (Verhältnis von versiegelter zu vegetativer Fläche), (3) Thermaldaten (Bioklimaindex: potenzielle Physiologische Äquivalenttemperatur).

Für die Berechnung des Sensitivitätskennwertes (Betroffenheitsindex) wird zunächst die PET (Physological Equivalent Temperature, ein bioklimatischer Index), die sich unter der Annahme bestimmter, die thermische Hitzebelastung begünstigender meteorologischer, Parameter aus den mittleren Oberflächentemperaturen ableiten lässt, zugrundegelegt. Oberflächentemperaturen können flächendeckend für große Gebiete aus Satellitendaten abgeleitet werden. Mittels Wichtungsfaktoren wird der demographischen Situation der sensiblen Bevölkerungsgruppe (Demographiefaktor) und der thermischen Sensitivität der betroffenen Stadtstrukturtypen (Erwärmungspotenzial) Rechnung getragen. Die Bestimmung klimasensitiver Siedlungsbereiche dient der Bestandsaufnahme, der Bewertung von Klima-, Bevölkerungs-, Flächennutzungs- und Begrünungsszenarien sowie dem Monitoring. Dafür sollte die Erhebung in regelmäßigen Abständen aktualisiert und ggf. verfeinert werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Überwärmung ist eine zentrale Klimafolge, die die Aufenthaltsqualität im Siedlungsbereich sowie das gesundheitliche Wohlbefinden beeinträchtigen kann. Die Bestimmung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungssituationen bildet eine wichtige Grundlage für die Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Mit dieser Methodik können weiterhin Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung und Flächennutzungsstruktur und damit ihre Auswirkungen auf die Ausprägung sensitiver Siedlungsbereiche abgebildet werden.

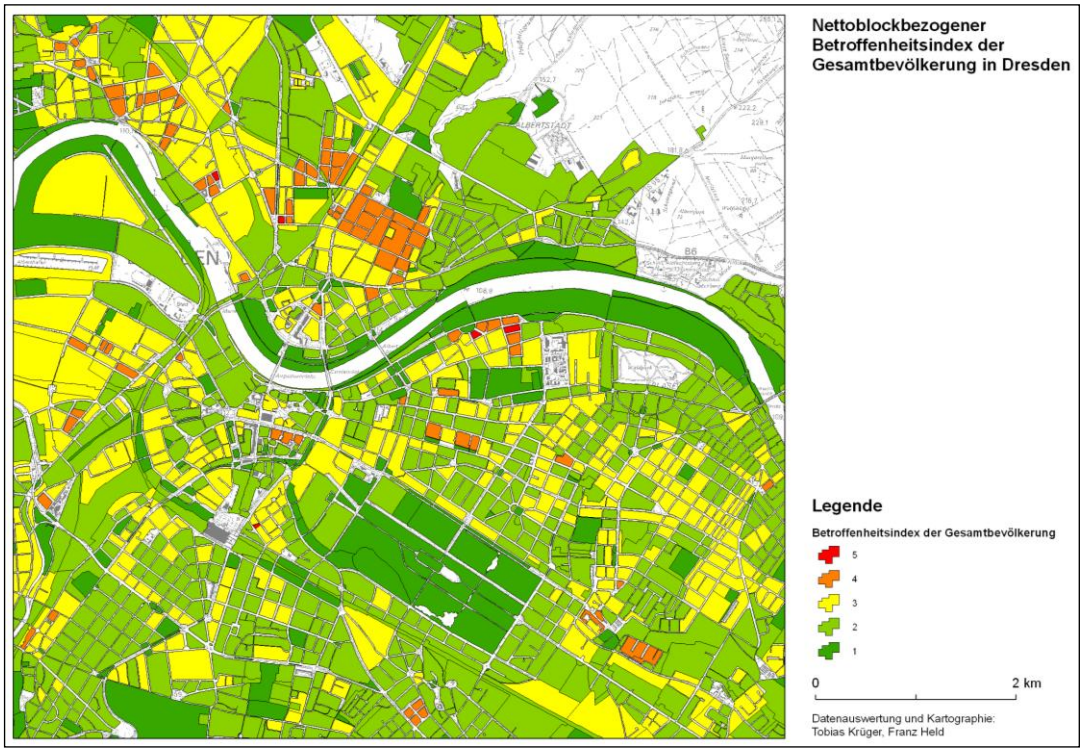
Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Bestimmung klimasensitiver Siedlungsbereiche ist insbesondere für dicht besiedelte, von Überwärmung betroffene Bereiche in der Modellregion von hoher Bedeutung.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Das Wissen über klimasensitive Siedlungsbereiche kann auch für andere Themenbereiche, z. B. die Ausweisung von Standorten für Neubauvorhaben oder die Umsetzung einer gesundheitsfördernden Stadtentwicklung, verwendet werden.

Beispiel: Nettoblockbezogene Darstellung des Belastungsindexes der Gesamtbevölkerung im Zentrum Dresdens an einem heißen Tag
Die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt die berechneten Sensitivitätskennwerte für den Innenstadtbereich von Dresden. Da die Berechnung auf Ebene der Nettoblöcke erfolgt (Baublöcke abzüglich der begrenzenden Verkehrswege), trifft die Karte zum einen keine Aussagen über Verkehrsflächen und Gewässer (Straßen, Elbe). Zum anderen werden Blöcke ohne ausgewiesene Einwohnerzahl nicht klassifiziert. Man erkennt viele grüne und gelbe Flächen, die eine sehr geringe oder geringe Betroffenheit des Siedlungsgebiets gegenüber Hitzestress verkörpern. Mäßige Betroffenheit (Belastungsindex zwischen 3 und 4) tritt in vereinzelten Nettoblöcken der Johannstadt und Pieschen auf. Hingegen wird in der Neustadt, die ein dicht besiedelter, stark bebauter und nur wenig begrünter Stadtteil ist, von einer mäßigen Betroffenheit der Bevölkerung gegenüber Hitzestress ausgegangen. Aufgrund des erhöhten Erwärmungspotenzials der Gebäude ist die Wohlfahrtswir-

kung der anteiligen Vegetation im Nettoblock je nach Grünausstattung schnell erschöpft, sodass es zu mäßigen Hitzebelastungen kommen kann. Eine hohe Betroffenheit (Index 5) tritt in Dresden nur selten in vereinzelten Nettoblöcken auf. Eine sehr hohe Betroffenheit (Index 6) konnte weder bzgl. der Gesamtbevölkerung noch bzgl. der besonders sensitiven Kohorten festgestellt werden. In den orangenen und roten Bereichen, jenen Gebieten mit einem Betroffenheitsindex von > 4, muss mit Einschränkungen für die Bevölkerung während Hitzeperioden gerechnet werden. Die vorzugsweise dichte Bebauung und das damit einhergehende Fehlen von thermisch-kompensierenden Grünflächen begünstigen die Überwärmung des Gebietes und somit die Ausprägung hoher PET-Werte.

Im Stadtzentrum entsprechen einige Nettoblöcke diesem Schema, da sich oft an diesen Stellen historische Stadtkerne mit neuen infrastrukturellen Bebauungen verknüpfen. Aus stadtstruktureller Sicht sind diese Flächen besonders für Überwärmung anfällig, jedoch sind diese Blöcke nicht so dicht bewohnt, wie es beispielsweise in den Plattenbaugebieten der Fall ist. Dennoch halten sich tagsüber viele Menschen gerade im Innenstadtbereich auf, sodass nicht allein von der Wohnsituation auf die Sensibilität von Stadtgebieten geschlossen werden kann. In Einzelfällen kann davon ausgegangen werden, dass die thermische Sensitivität überschätzt wird, wenn z. B. bei der elbwiesennahen Bebauung in Johannstadt-Nord erhöhte Werte ausgewiesen werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zum einen die Kühlwirkung benachbarter Flächen in die Berechnung nicht mit eingeht. Zum anderen trifft in diesen Bereichen eine hohe Bevölkerungsdichte in relativ kleinen Nettoblockflächen mit einer vergleichsweise hohen Oberflächentemperatur, die als Grundlage für die Bestimmung der potenziellen PET dient, zusammen. Hier besteht weiterer Entwicklungsbedarf, um die Berechnung des Sensitivitätsindex robuster gegenüber diesen räumlichen Besonderheiten zu gestalten.



Darstellung es nettoblockbezogenen Betroffenheitsindex der Gesamtbevölkerung für den Innenstadtbereich Dresden (→ REGKLAM-Produkt 3.1.2c).

Quellen

KRÜGER, T.; HELD, F.: Sensitive Siedlungsräume – Möglichkeiten zur Identifikation von potenziell hitzegefährdeten Stadtquartieren. In: Wende, W.; Rößler, S.; Krüger. T. (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung. Heft 6 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos (erscheint vsl. 2013).

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.c: Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung sensitiver Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen.

Zurück zum Programmtext

Analyse und Bewertung mikroklimatischer Auswirkungen kleinräumiger städtebaulicher und freiraumplanerischer Maßnahmen

Akteur
Umweltamt bzw. zuständiges Amt, ggf. in Zusammenarbeit mit Fachgutachtern

Beschreibung
Das 3D-Mikroklimamodell ENVI-met (Bruse, Fleer 1998) findet Anwendung zur Abbildung des Stadteffektes, um mithilfe von Modellsimulationen das Mikro- und Bioklima in ausgewählten Stadtausschnitten zu bestimmen. ENVI-met wurde speziell für die Anwendung im urbanen Raum konzipiert und ist in der Lage, die Mikroklimaunterschiede zwischen Stadtstrukturen sowie deren Wechselwirkungen räumlich und zeitlich sehr detailliert abzubilden. ENVI-met ist ein prognostisches Modell, basierend auf den Grundgesetzen von Strömungs- und Thermodynamik. Es ermöglicht die Modellierung von Strömungen um Gebäude, Austauschprozessen von Wärme und Wasserdampf am Boden und an Wänden sowie Wirkungen von Vegetation. Es ist eine Modellierung der Wechselwirkungen von Oberflächen, Vegetation und Atmosphäre möglich.

Für die Modellierungen empfiehlt sich ein Modellierungszeitraum von 48 Stunden. Dabei wird der erste Simulationstag zum Einschwingen benutzt. Zur Auswertung werden die zweiten 24 Stunden herangezogen. Zur Modellierung eines maximalen Strahlungsinputs wird ein strahlungsreicher Sommertag betrachtet. Die räumliche Auflösung der Berechnungen kann in Abhängigkeit von der Gesamtgröße des zu modellierenden Gebietes mit einem Raster von 5 m, 7 m oder 10 m gewählt werden.

Es können u. a. Parameter wie Windgeschwindigkeit, -richtung, Lufttemperatur und Luftfeuchte angegeben werden. Als Modellinput dienen u. a. die Gebäudehöhen, die Vegetationsstruktur sowie die Vegetationshöhe. Zusätzlich kann der Boden definiert werden, u. a. als versiegelt (Asphalt), Lehmboden und Wasserflächen.

Für die Auswertung können unterschiedliche Modellergebnisse herangezogen werden. Für die Bewertung der stärksten thermischen Wechselwirkung zwischen Mensch und atmosphärischer Umgebung werden die Verteilung von Lufttemperatur und der Bioklimaindex des Predicted Mean Vote (PMV) in 1,2 m Höhe empfohlen. Die absoluten Temperaturwerte sind nur bedingt aussagekräftig, da die reale Temperatursituation durch die Witterung stark beeinflusst und im Modell nicht berücksichtigt werden kann. Es empfiehlt sich die Auswertung von Differenzbildern, um Trends und Unterschiede zwischen den verschiedenen Planungs- und Bebauungsvarianten aufzuzeigen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Eine mikro- und bioklimatisch orientierte Stadtstrukturanalyse stellt ein geeignetes Instrument dar, um sensible Bereiche zu identifizieren und geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Klimafolgen und der bioklimatischen Auswirkungen von städtebaulichen und freiraumplanerischen Maßnahmen vorschlagen zu können. Die Kenntnis über die mikroklimatische Situation und Auswirkungen von Flächennutzungsänderungen im Zusammenhang mit Planungsvorhaben stellt eine wichtige Entscheidungs- und Planungsgrundlage dar. Weiterhin können ortsgenaue Darstellungen der Information und Sensibilisierung betroffener Akteure dienen. Vor diesem Hintergrund ist eine Erstellung bzw. Anwendung entsprechender Bewertungsgrundlagen möglichst frühzeitig vorzusehen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die mikroklimatische Modellierung städtebaulich typischer Situationen der Modellregion lässt Rückschlüsse auf vergleichbare Situationen und Szenarien zu. Mit dem Modellierungswerkzeug können relativ einfach auch spezifische Situationen bewertet werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Mikroklimamodellierungen dienen der integrierten Bewertung verschiedener Klimaanpassungsmaßnahmen (freiraumplanerisch, baulich).

Beispiel: Ausgewählte Ergebnisse von Mikroklimamodellierungen für ein repräsentatives gründerzeitliches Mischgebiet

Mikroklimatischer Ist-Zustand und Auswirkungen von städtebaulichen und freiraumplanerischen Maßnahmen auf die Temperatursituation tagsüber und nachts in einem gründerzeitlichen Mischgebiet (Darstellung: Kurbjuhn, C.; Goldberg, V.; Krüger, T. nach → REGKLAM-Produkt 3.1.2.b)

An strahlungsreichen Sommertagen kommt es besonders in innerstädtischen Gebieten mit gründerzeitlicher Blockrandbebauung, v. a. straßenseitig, zu einer hohen Wärmebelastung. Neben einer eingeschränkten Aufenthaltsqualität tagsüber wirkt sich eine Temperatur über 20 °C in den Nachtstunden (sog. tropische Nacht) negativ auf das Wohlbefinden aus. Eine weitere Verdichtung des Quartiers und der Innenhöfe sollte vermieden werden. Entsiegelte und begrünte Innenhöfe ermöglichen eine nächtliche Abkühlung in der Wohnbebauung. Grüne oder begrünte Brachflächen stellen klimatische Ausgleichsinseln im Quartier dar. Auf klimatologisch weniger bedeutsamen Brachflächen können im Sinne der baulichen Innenentwicklung mehrgeschossige, urbane Bauformen mit einem hohen Durchgrünungsanteil entstehen und so zu einer günstigen mikroklimatischen Situation beitragen.

Quellen

BRUSE, M.; FLEER, H. (1998): Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. In: Environmental Modelling & Software, Heft 3-4, 373-384.

GOLDBERG, V.; KURBJUHN, C.: Stadtstruktur und Bioklima – Einfluss der Stadtstruktur in Dresden auf die thermischen Komfortbedingungen bei sommerlichem Extremwetter. In: Wende, W.; Rößler, S.; Krüger. T. (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung. Heft 6 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos (erscheint vsl. 2013).

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.b: Darstellung thermisch belasteter Räume in der Stadt-Umland-Region.

Zurück zum Programmtext

Umsetzung freiraumplanerischer Maßnahmen auf Entsiegelungsflächen

Akteur
Flächeneigentümer

Beschreibung
Die Entsiegelung befestigter Oberflächen kann zur Umsetzung freiraumplanerischer Maßnahmen genutzt werden. Beispielsweise können nicht mehr benötigte Parkplätze oder Gewerbebrachen zur Erweiterung des Freiflächenangebotes im Siedlungsbereich verwendet werden.

Bei der Wiederbegrünung der Flächen können in Abhängigkeit von Nutzungs- und Gestaltungszielen verschiedene freiraumplanerische Ansätze umgesetzt werden.

Ist eine dauerhafte Freihaltung vom Eigentümer bzw. bauplanungsrechtlich abgesichert, können für die Entsiegelung und naturschutzfachlich orientierte Nachnutzung Gelder aus der Umsetzung der Eingriffsregelung eingesetzt werden. Eine Beratung und Unterstützung durch die Umweltämter hilft Eigentümern bei der Umsetzung.

Durch die Regenwasserversickerung vor Ort und die Abkopplung dieser Flächen vom Kanalnetz entstehen zusätzlich Einsparungen (gesplittete Abwassergebühr), die für die Ausgestaltung und ggf. laufende Unterhaltung der Fläche eingesetzt werden können.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Durch einen hohen Anteil unversiegelter Bodenfläche kann die Versickerung und Speicherung des Niederschlagswassers im Bodenkörper, die mikroklimatische Situation im direkten Gebäudeumfeld und die nächtliche Abkühlung im Stadtquartier verbessert werden. Aufgrund der vielfältigen Klimaanpassungswirkungen, die von Entsiegelungsmaßnahmen ausgehen können, empfiehlt sich eine vorrangige Umsetzung, wo immer sich die Möglichkeit bietet.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Entsiegelungsmaßnahmen entfalten in allen Siedlungsgebieten der Modellregion positive Wirkungen. Insbesondere sind sie in dicht bebauten Siedlungsbereichen mit Überwärmungsproblemen und Bedarfen zur Reduzierung des Abwasseraufkommens im Kanalnetz von großer Bedeutung.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Offene Bodenflächen erfüllen vielfältige ökologische und naturschutzfachliche Leistungen. Durch die Reduzierung der Abwasserabgaben für entsiegelte Flächen können Eigentümer von Kosten entlastet werden.

Zielkonflikte: Es kann ggf. zu Nutzungskonflikten kommen, die durch eine frühzeitige Einbeziehung aller betroffenen Akteure gelöst werden sollten.

Beispiel: Stadtwald auf einem ehemaligen Parkplatz in Dresden-Gorbitz (Leutewitzer Ring)
Der ca. 1,5 ha große Parkplatz am nördlichen Rand der Großwohnsiedlung Gorbitz, mit ehemals 300 Stellplätzen, wurde nicht mehr benötigt. Die Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG plante einen Stadtwald. Nach der fast vollständigen Entsiegelung des Geländes (11.000 m²) wird eine Fläche mit einem geschlossenen Waldbestand und einem Waldmantel entstehen. Mit diesem Baustein des Grünzuges Gorbitz als Teil des ökologischen Netzes der Stadt Dresden wird das Freiraumangebot im Stadtteil erweitert, die Attraktivität des Wohnumfeldes erhöht, eine mikroklimatische Ausgleichsfläche geschaffen und die Kanalisation durch die Versickerung des Regenwassers vor Ort entlastet.

Zur Gestaltung der 8.000 m² großen Waldfläche wurden ca. 5.000 Gehölze, in einem 1,5 m x 1,5-m-Raster, gepflanzt (Forstware: Heister, mehrtriebige Sträucher). Es wurden standortgerechte Arten in Orientierung an der heutigen potenziellen natürlichen Vegetation (hpnV) verwendet. Eine zusätzlich eingebrachte Unterpflanzung (Krautschicht) verringert das Austrocknen des Bodens und trägt zur Bildung einer Humusschicht bei. Dadurch wird der Bewässerungsaufwand in der Anwuchsphase minimiert. Die bereits vorhandenen Bäume wurden integriert. In der Anwuchsphase (ca. 5. Jahre) wird die Fläche umfriedet als Schutz vor Wildverbiss und Müllablagerungen. Durch anfänglich eingebrachte Lesesteine, aus für das Gebiet typischem Pläner (Sandstein), wird die Bio-

topvielfalt bis zur Entwicklung eines dichten Waldbestandes auf der Fläche erhöht. Ergänzend wurde ein Weg zur Durchquerbarkeit der Fläche und im westlichen Teil ein Bolzplatz zur Ergänzung des Freizeitangebotes vor Ort angelegt. Die für 50 Parkplätze verbleibende befestigte Fläche und die Dächer der 20 neuen Garagen werden komplett in die neu entstehende Freifläche entwässert. Die Gesamtkosten der Maßnahme beliefen sich auf ca. 400.000 €, davon konnten ca. 190.000 € (Entsiegelungsaufwand) mit Geldern aus der Umsetzung der Eingriffsregelung (Umweltamt) finanziert werden. Für die Waldfläche entstehen im Gegensatz zu konventionellen Grünanlagen nur geringe Unterhaltungskosten. Mittelfristig ist vorgesehen, die Fläche als Waldfläche umzuwidmen, um damit ihre langfristige Erhaltung zu sichern. Durch die Entsiegelung können jährlich ca. 11.000 € Abwasserentsorgungsgebühren eingespart und damit die Mietnebenkosten reduziert werden.

Entwurfsplan zur Umgestaltung eines ehemaligen Parkplatzes in einen Stadtwald (Quelle: Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG (EWG), Landschaftsarchitektur-Büro Grohmann).

Vom Parkplatz zum Stadtwald, Leutewitzer Ring, Dresden (Ausgangssituation, Heisterpflanzung und Parkplatzentwässerung, Heister mit Krautschicht (Fotos: M. Hergert: 1,3; S. Rößler: 2)

Weitere Informationen

BURKHARDT, I.; DIETRICH, R.; HOFFMANN, H.; LESCHNER, J.; LOHMANN, K.; SCHODER F.; SCHULTZ, A. (2008): Urbane Wälder. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 63. Bundesamt für Naturschutz.

Zurück zum Programmtext

Multifunktionale Grünflächen

Akteur
Kommunale Verwaltung (Stadtplanungs-, Bau-, Umweltamt), in Zusammenarbeit mit Gewässerunterhaltspflichtigem und ggf. mit lokalem Entwässerungsbetrieb

Beschreibung
Bei der Anlage von öffentlichen Grünflächen sollten nach Möglichkeit mehrere Funktionen integriert werden, um Investitions- und Unterhaltungsmittel gebündelt und mit Mehrwert einsetzen zu können und Flächenkonkurrenzen zu minimieren.

Grünflächen im Siedlungsgebiet tragen zu einer Regulierung des Mikroklimas bei, bieten vielfältige Aufenthalts- und Nutzungsangebote und können gleichzeitig im Bedarfsfall als Überflutungs- oder Rückhaltefläche bei Starkregen- oder Hochwasserereignissen dienen.

Die Umsetzung solcher multifunktionalen Grünflächen sollte im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung erfolgen.

Im Rahmen der Planung sollten die zuständigen Akteure gemeinsam ein integriertes Gestaltungs- und Nutzungskonzept erarbeiten.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Der Umgang mit erhöhten Sommertemperaturen und Überflutungsereignissen stellt insbesondere in städtisch geprägten Siedlungsbereichen eine Herausforderung dar. Grün- und Freiflächen erfüllen vielfältige Funktionen im Hinblick auf den Umgang mit den Folgen des Klimawandels: Sie bieten mikroklimatische Ausgleichsräume und stellen im Hochwasserfall schadensarme Überflutungs- und Rückhalteflächen dar. Die Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen stellt in der Modellregion eine prioritäre Maßnahme dar. Im Rahmen der konkreten Planungen zur Umsetzung dieser Maßnahmen durch den Gewässerunterhaltungspflichtigen gilt es, frühzeitig ergänzende Vorstellungen zur Gestaltung der Retentions- bzw. Überflutungsflächen einzubringen. Damit können Ressourcen gebündelt und mit Mehrwert eingesetzt werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Multifunktionale Grün- und Freiflächen stellen insbesondere an hochwassergefährdeten Gewässern in dicht bebauten Siedlungsbereichen Möglichkeiten dar, Hochwasserschutzmaßnahmen mit einer Schaffung und/oder Aufwertung von mikroklimatisch wirksamen Grün- und Freiflächen zu verbinden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Hochwasserschutz, Gewässerqualität, Schaffung gewässernaher Aufenthaltsbereiche

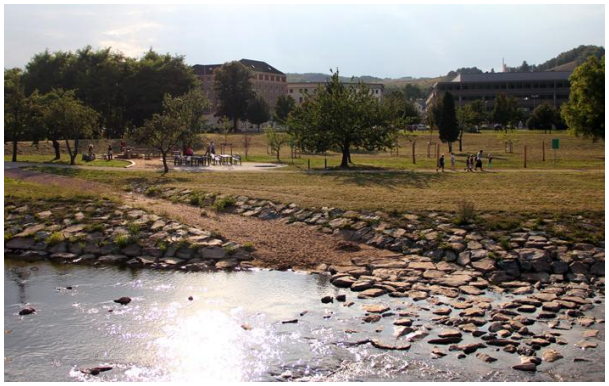
Zielkonflikte: Durch zusätzliche Schutzmaßnahmen bestehen ggf. Einschränkungen in der Ausgestaltung und Nutzbarkeit der Flächen.

Beispiel: „Windberg-Park" Freital
Im Rahmen der Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen an der Weißeritz im Stadtgebiet von Freital wurden die Anforderungen an eine Retentionsfläche mit Möglichkeiten zur Freizeitnutzung kombiniert. Der neu geschaffene und im August 2013 eröffnete Windberg-Park in Freital ist zugleich Hochwasserschutzanlage und öffentlicher Park. Die Anforderungen des Hochwasserschutzkonzeptes der Landestalsperrenverwaltung (LTV) für den Flusslauf der Weißeritz in diesem Bereich (Schaffung eines Retentionsraumes mit Wallung) wurden als Ausgangspunkt für eine städtebauliche und freiraumplanerische Gestaltung und Nutzung genommen. In enger Kooperation zwischen der LTV, dem Landratsamt und der kommunalen Verwaltung wurde ein Planungskonzept für die 1,6 ha große Fläche erarbeitet.

Auf der Fläche befanden sich bis zum Hochwasserereignis 2002 Kleingärten. Diese wurden im Zuge der Beseitigung der Hochwasserschäden ebenso wie eine am südlichen Rand des Gebietes gelegene Gewerbebrache zurückgebaut. In die Retentionsfläche wurde ein bereits geöffneter Abschnitt des in die Weißeritz mündenden Hüttengrundbachs integriert. Das auf dem Gelände des neuen Technologie- und Gründerzentrums anfallende Regenwasser wird in diesen Bach eingeleitet. Im Überflutungsbereich sind Wege, Baumwiesen und abbaubare Spielgeräte vorgesehen. Die Materialien und und Ausstattung des Parks wurden besonders mit Blick auf die Haltbarkeit im Falle einer Über-

schwemmung gewählt. Der außerhalb des Überflutungsbereichs liegende Teil der Grünfläche weist eine intensivere Gestaltung und Ausstattung auf.

Die Maßnahme wurde mit Mitteln des Freistaats Sachsen (Hochwasserschutz), der Städtebauförderung (Sanierungs- und Stadtumbaugebiet) und kommunalen Eigenmitteln umgesetzt.



Der Windberg-Park in Freital kurz nach der Fertigstellung im August 2013 (Fotos: Landschaftsarchitektur Frase, Dresden)

Entwurfsplan Neumarkt Freital, „Windberg-Park" (Landschaftsarchitektur Frase, Dresden, Quelle: Große Kreisstadt Freital, Stadtplanungsamt).

Zurück zum Programmtext

Regenwasserbewirtschaftung und Freiraumgestaltung

Akteure
Grundstückseigentümer, Abwasserentsorgungspflichtige, Stadtplanungs-, Umweltämter

Beschreibung
Durch verschiedene dezentrale Maßnahmen kann Niederschlagswasser von Dächern und befestigten Freiflächen (z. B. Erschließungsflächen, Parkplätzen) zurückgehalten und versickert werden. Folgende Maßnahmen (auch in Kombination) der Freiraumgestaltung sind erfolgreich erprobt (Abbildungen nächste Seite):

- Oberflächige Ableitung von Regenwasser über schmale Pflasterrinnen oder Rohrableitungen zu den entsprechenden Versickerungsanlagen
- Flächenversickerung in flachen Rasen- oder Kiesmulden (10 cm-20 cm tief)
- Mulden-/Rigolenversickerung zur Versickerung in einer Bodensenke bzw. einem künstlichen Kieskörper
- Rohr-/Schachtversickerung zur unterirdischen Speicherung und Versickerung
- Teilversiegelte Parkflächen, mit aufgeweiteten Pflasterfugen, Verbundpflaster mit Sickeröffnungen.

Die örtlichen Gegebenheiten, die Versickerungsleistung des anstehenden Bodens sowie die Einleitbestimmungen des lokalen Entwässerungsbetriebes bzw. der Fachbehörde sind zu berücksichtigen.

Die Maßnahmen sind in die Gestaltungs- und Nutzungskonzepte der gebäudenahen Freiräume und Grünflächen zu integrieren, um Nutzungskonflikte zu reduzieren, Akzeptanz und Verkehrssicherheit zu gewährleisten.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Lokal auftretende Starkniederschlagsereignisse führen zu Überlastungen im Kanalsystem. Zur Reduzierung von Belastungsspitzen und damit verbundenen Überstauereignissen mit Schadensfolge bzw. Entlastung in Gewässer sollte so viel wie möglich oberflächig anfallendes Niederschlagswasser in der Fläche zurückgehalten und wenn möglich auch dezentral versickert werden bzw. verzögert in das Kanalsystem eingeleitet werden. Ein Wasserrückhalt in der Fläche kann zur Stabilisierung des städtischen Bodenwasserhaushaltes angesichts stark schwankender Niederschlagsregimes inklusive vermehrter Sommertrockenheit beitragen. Damit können die Standortbedingungen für die städtische Vegetation und folglich die Freiraumqualität, v. a. auch die positiven mikroklimatischen Wirkungen, erhalten werden. Im Zuge von Neubaumaßnahmen sind Einrichtungen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung von Beginn an in Nutzungs- und Gestaltungskonzepte der gebäudenahen Grünflächen zu integrieren. Nach Möglichkeit sind entsprechende Einrichtungen auch im Bestand umzusetzen. Für das Bestandsgebiet sollen die Abwasserentsorgungspflichtigen untersuchen, wo eine Entlastung der Abwassersysteme von Niederschlagswasser geboten ist.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung ist im gesamten Einzugsgebiet der Siedlungsentwässerung geeignet, die Entwässerungsanlagen (Kanäle, Kläranlagen) im Falle von Starkniederschlagsereignissen zu entlasten.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im gebäudenahen Freiraum tragen sowohl zu kleinräumigen Effekten im Stadtquartier als auch zu Zielen der Siedlungswasserwirtschaft (→ Maßnahme 2.1.1) und übergreifenden stadtökologischen Zielstellungen bei.

Beispiel: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung im Grünzug Gorbitz

In der Großwohnsiedlung Gorbitz wurden durch die Eisenbahner-Wohnungsbaugenossenschaft Dresden eG in enger Zusammenarbeit mit der Kommunal- und Landesverwaltung verschiedenste Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung umgesetzt. Damit konnten die ökologische Qualität des Wohnumfeldes erhöht und die Mieter von Nebenkosten entlastet werden. Die Maßnahmen stehen im Kontext städtebaulicher Maßnahmen des Rückbaus und der anschließenden Quartiersgestaltung. Sie konzentrieren sich entlang der Coventrystraße und des Weidigtbaches. Sie tragen damit zur Entwicklung des „Grünzuges Gorbitz" und zur Unterstützung stadtökologischer Ziele der Landeshauptstadt Dresden bei.

Versickerungsmulde mit Schacht (M. Hergert)

Regenwassereinleitung in eine Rasenmulde (S. Rößler)

Regenwassereinleitung in eine Rasenmulde und Überlauf (S. Rößler)

Kaskadenförmige Anordnung von Versickerungsmulden (H. Hensel)

Eingestaute Versickerungsmulden im Naturpark Hetzdorfer Straße (Anschluss von ca. 4.700 m² Dachfläche) (M. Hergert)

Weitere Informationen

UMWELTAMT DER LANDESHAUPTSTADT DRESDEN: Mit Regenwasser wirtschaften. http://www.dresden.de/de/08/03/055/c_045.php

Online-Rechner zur Ermittlung des Flächenbedarfes für eine Versickerungsmulde: *http://www.dresden.de/regenwasser-versickerung/*

HOYER, J.; DICKHAUT, W.; KRONAWITTER, L.; WEBER, B. (2011): Water Sensitive Urban Design. Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future. Berlin.

KRUSE, E. (2013): Regenwassermanagement. Grau wird blau, grün, dynamisch. In: Stadt+Grün, Heft 13, 25-30.

Zurück zum Programmtext

Klimaanpassung im Rahmen der Stadterneuerung

Akteure
Stadtplanungsämter und weitere Ämter der Stadtverwaltungen

Beschreibung
Die Stadterneuerung besitzt mit den Programmen der Städtebauförderung (u. a. Stadtumbau Ost – Aufwertung; Aktive Stadt- und Ortsteilzentren) Möglichkeiten, umfassend die Struktur teilstädtischer Gebiete zu verbessern, um die Lebensqualität und damit sozialräumlich Stabilität in den Quartieren zu erhalten bzw. zu verbessern. Dies betrifft sowohl die bestehende Gebäudesubstanz als auch die Gestaltung des öffentlichen Raums, inkl. der Freiraumentwicklung. Die Belange der Klimaanpassung sollten im Zuge von Aufwertungsmaßnahmen der Gebäude und des Freiraums integriert betrachtet und umgesetzt werden. Insbesondere im Zuge von Gebäudesanierungsmaßnahmen sollten, neben den Anforderungen der energetischen Sanierung, Belange der Klimaanpassung unterstützt werden. Angesichts der geringer werdenden Spielräume der Umsetzung von Stadterneuerungsmaßnahmen gilt es, die Mittel gezielt zu bündeln und auf Förderschwerpunkte zu konzentrieren. Integrierte Stadtentwicklungskonzepte nehmen hierbei eine wichtige Steuerungsfunktion ein.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Auf Quartiersebene sind unterschiedliche Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Anstiegs der Durchschnittstemperaturen im Sommer sowie der Häufigkeit von Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten notwendig. In dicht bebauten, wenig begrünten Stadtvierteln kann sich die mikroklimatische Situation insbesondere in den Sommermonaten ungünstig auf die Lebensqualität der Bewohner auswirken. Zum einen wird die Aufenthaltsqualität in den Wohnungen beeinträchtigt. Dies kann bis zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen einzelner, besonders exponierter Bewohner führen. Zum anderen gibt es im öffentlichen (Frei-)Raum einen Mangel an Ausgleichsmöglichkeiten in Form von schattenspendenden Bäumen, grünen Innenhöfen oder Stadtteilparks.

Stadterneuerungsmaßnahmen können auf Grund ihrer mehrjährigen Laufzeit und durch den Einsatz von Fördermitteln wirksame Beiträge zur Klimaanpassung in Stadtquartieren mit strukturellen und substanziellen Missständen leisten. Fördermittel der Stadterneuerung können und sollten deshalb auch für lokale Strategien und Maßnahmen der Klimaanpassung eingesetzt werden. Dafür sind bei der Gebietsauswahl auch Erkenntnisse über künftige mikroklimatische Belastungen zu berücksichtigen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Zur Erhaltung gesunder Wohnbedingungen sind insbesondere in den dicht bebauten Quartieren Anstrengungen zu unternehmen, den öffentlichen Raum und die Gebäudesubstanz an steigende Sommertemperaturen anzupassen. Dies betrifft insbesondere Stadtgebiete mit einem hohen Anteil an älterer Bevölkerung, aber auch an Kleinkindern.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Stadterneuerung bündelt die privaten und lokalen Potenziale zur Gebietsentwicklung und ist damit auch in der Lage, die Notwendigkeit und die Möglichkeiten zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz nachvollziehbar zu vermitteln. In diesem Zusammenhang können verschiedene Finanzierungsmöglichkeiten auch unter dem Aspekt der Klimaanpassung zusammengefasst und zur Umsetzung von lokalen Anpassungsstrategien genutzt werden.

Zielkonflikte: Die Klimaanpassung ist gegenwärtig noch kein Förderziel, welches in den Förderprogrammen der Stadterneuerung besondere Priorität besitzt. Die Bereitschaft zu Maßnahmen der Klimaanpassung in den Stadtteilen erfordert ein größeres Maß an Beteiligung und Information der Öffentlichkeit. Die Begrünung und Entsiegelung in Stadtteilen steht teilweise Verwertungsinteressen von Grundstückseigentümern und städtebaulichen Zielstellungen entgegen. Insbesondere die Zielstellung der vorrangigen Bebauung und Verdichtung der Innenstadt steht teilweise dem Ziel einer stärkeren Durchgrünung von thermisch bereits stark belasteten Stadtteilen entgegen.

Beispiel: Stadterneuerung in Dresden bis 2020

Die Stärkung der Stadtgebiete unter Beachtung der demographischen Änderungen und des Klimawandels soll künftig stärker im Fokus der Stadterneuerungsbestrebungen der Landeshauptstadt Dresden stehen. Einen Schwerpunkt bilden dabei konkrete Anpassungsmaßnahmen vor Ort, die die Anfälligkeit von Mensch und Umwelt gegenüber den Folgen des Klimawandels durch die bedürfnisgerechte und umweltbewusste Gestaltung öffentlicher Freiräume verringern. Weiterhin sollen Flächen, auf denen dauerhaft nicht mehr benötigte Bausubstanz rückgebaut wurde und für die keine sinnvolle alternative Nachnutzung möglich ist, renaturiert werden.

In verschiedenen Fördergebieten Dresdens besitzen die Fragen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes bereits Bedeutung. Dazu zählen u. a. das Stadtteilentwicklungsprojekt West/Friedrichstadt, die Sanierungsgebiete Friedrichstadt, Löbtau und Pieschen sowie das Stadtumbaugebiet Westlicher Innenstadtrand. In den genannten Gebieten steht die Entwicklung der baulichen Strukturen durch Sanierung und Neubau im Vordergrund. Außerdem wird die Entwicklung und Erweiterung des öffentlichen Raums und privater Freiflächen auch mit dem Ziel verfolgt, einen Beitrag zur Verbesserung der klimatischen Situation zu leisten. In diesem Zusammenhang sollen auch künftig übergeordnete Grünzüge und Wegeverbindungen erweitert und verbessert werden. Die Förderung des Neubaus einer Fernwärmetrasse im Dresdner Norden aus Mitteln der Städtebauförderung trägt in besonderem Maß zum Klimaschutz in Dresden bei.

Beispiele für Projekte im Sinne der Klimaanpassung bzw. des Klimaschutzes

Stadtteilverbindender „Grünzug Weißeritz" (Foto: Landeshauptstadt Dresden)

Umweltbildung in der „Alten Ziegelei" Prohlis (Foto: Landeshauptstadt Dresden)

Zurück zum Programmtext

Ermittlung des temperaturwirksamen Grünvolumens in Siedlungsbereichen

Akteur
Umweltamt bzw. zuständige/s Ämter/Amt

Beschreibung
Zur Ermittlung der ökologischen und insbesondere klimatologischen Leistungsfähigkeit der bestehenden Stadtstruktur stellt der Indikator „Grünvolumen" eine wichtige Grundlage dar. Diese Basisinformationen dienen der Abschätzung (1) der mikroklimatischen Situation in Stadtgebieten, (2) des mikroklimatischen Ausgleichsvermögens des Vegetationsbestandes in Stadtgebieten und (3) der mikroklimatischen Bewertung von Flächennutzungsänderungen und/oder Veränderungen in der Vegetationsausstattung.

Die Erhebung der Daten zum Grünvolumen dient der Bestandsaufnahme, der Bewertung von Klima-, Flächennutzungs- und Begrünungsszenarien sowie dem Monitoring. Dafür sollte die Erhebung in regelmäßigen Abständen aktualisiert und ggf. verfeinert werden.

Folgendes Vorgehen wird empfohlen:

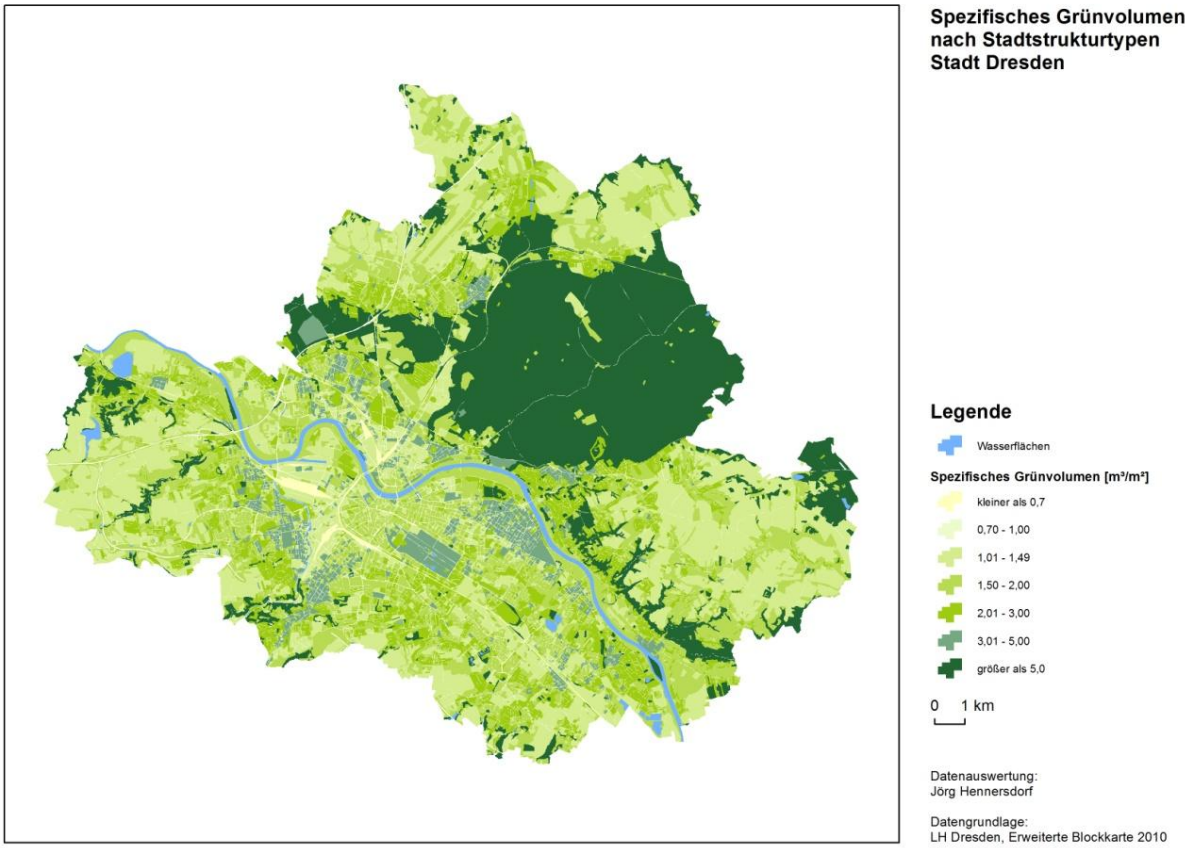
- Ermittlung der klimatisch relevanten Parameter (Grünflächenanteil in drei Vegetationsschichten, Grünvolumen, Überbauungsgrad, Versiegelungsgrad) auf Basis von (1) Stadtbiotoptypenkartierung/Stadtstrukturtypenkartierungen und ggf. Abwasserkarten (Anteil der versiegelten Flächen auf Grundstücken) oder (2) Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLNK) oder (3) ATKIS-Basis-Daten
- Anwendung der mittleren Kennwerte für die einzelnen Parameter auf die Strukturtypenkartierung zur Bestimmung des Grünvolumens (kleinräumig, teilstädtisch, gesamtstädtisch)
- Kartographische Darstellung des Grünvolumens pro Flächenausschnitt
- ggf. Szenarien für die Auswirkungen von Flächennutzungsänderungen auf das Grünvolumen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Das Grünvolumen als flächenbezogener Indikator für die Menge und die Verteilung von Vegetation in der Stadt lässt gesamtstädtische und kleinräumige Aussagen zum Temperaturabsenkungsvermögen von Stadtgrün zu. Es stellt eine zentrale Datengrundlage zur Bestimmung der aktuellen und künftigen mikroklimatischen Situation in Siedlungsbereichen dar und dient der Bewertung planerischer Maßnahmen zu Flächennutzungsänderungen und zur Freiraumentwicklung bzgl. der Verminderung von Überwärmung in Siedlungsgebieten.

Grundlagenkenntnisse zur klimatischen Situation sind unabdingbar für die Entwicklung und Verortung spezifischer Anpassungsmaßnahmen. Insofern ist eine möglichst frühzeitige Erhebung sinnvoll, um nachfolgende Planungs- und Umsetzungsvorhaben abzustimmen sowie ein Monitoring zu ermöglichen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Der Indikator kann für alle Siedlungsbereiche der Region ermittelt bzw. eingesetzt werden. Aufgrund der besonderen mikroklimatischen Herausforderungen in dicht bebauten Bereichen größerer Städte ist eine Anwendung dort besonders zu empfehlen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Das detaillierte Wissen um die Grünausstattung von Siedlungsbereichen erlaubt auch Aussagen zu naturschutzfachlichen Fragestellungen, z. B. im Zusammenhang mit dem Ziel der Förderung der biologischen Vielfalt in urbanen Räumen, aber auch weiterer ökologischer Leistungen, die im Rahmen des Klimawandels relevant sind, z. B. Vermögen zur Filterung von Luftschadstoffen oder Bindung von Staub.



Darstellung des mikroklimatisch wirksamen Grünvolumens der Stadt Dresden (→ REGKLAM-Produkt 3.1.2.e)

Hier dargestellt ist das mittlere Grünvolumen (m³/m²) auf Basis der Stadtstrukturtypenkarte für das Stadtgebiet von Dresden. Das mittlere Grünvolumen der Stadt Dresden beträgt im Jahr 2010 2,83 m³/m². Der Grünflächenanteil beträgt 75,6 % und differenziert sich wie folgt: 38,8 % „Vegetationsschicht „niedrig", 13,4 % Vegetationsschicht „mittel" und 23,4 % Vegetationsschicht „hoch".

Quellen

HENNERSDORF, J.; LEHMANN, I.: Ermittlung der Grünausstattung zur Bewertung der klimatischen Wirkungen von Stadtgrün. In: Wende, W.; Rößler, S.; Krüger. T. (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung. Heft 6 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos (erscheint vsl. 2013).

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.e: Strukturbasierte Aussagen zur Veränderung des Grünvolumens und der damit zusammenhängenden Flächenleistung.

Zurück zum Programmtext

Kaltluft- und Frischluftversorgung

Akteure
Regionalplanung und Träger der Landschafts-/Flächennutzungsplanung

Beschreibung
Für die Sicherstellung und Verbesserung der Versorgung mit Frisch- und Kaltluft ist ein stadtregionales und kommunenübergreifendes Handeln notwendig.

Die Ausweisung von Gebieten zur Entstehung und Leitung von Frisch- und Kaltluft erfolgt auf Grundlage fachlicher Gutachten im Rahmen der Landschaftsrahmenplanung und der Landschaftsplanung (z. B. (Stadt-)Biotopkartierung, Klimafunktions-/Überwärmungskarten).

In Regionalplänen können auf der Grundlage von vorhandenen Landschaftsfunktionen folgende Gebietsausweisungen vorgenommen werden:

- Gebiete mit hohem Freiflächensicherungsbedarf aus klimatologischer Sicht (Offenlandflächen für die Kaltluftbildung; Waldgebiete; Frisch- und Kaltluftabflussbahnen)
- Landschaftsbereiche mit besonderen Nutzungsanforderungen für Gebiete für Kalt- und Frischluftproduktion sowie -leitung
- Regionale Grünzüge und Grünzäsuren als Ziele der Raumordnung auf der Grundlage von vorhandenen Landschaftsfunktionen

In Flächennutzungsplänen können folgende Darstellungsmöglichkeiten genutzt werden:

- Freiflächen unterschiedlicher Zweckbestimmung (darunter sind auch Kaltluftentstehungsgebiete, Ventilationsbahnen, Frischluftschneisen zu fassen)
- Frischluftschneisen als solche können ergänzend als zeichnerische Darstellung übernommen werden
- ggf. ist die Entwicklung neuer Darstellungskategorien zu prüfen (z. B. „Klimawirksame Grünflächen", „Klimakomfortinsel")

Bei der Erstellung/Fortschreibung entsprechender Planwerke ist dieses Thema zu integrieren und ggf. auf thematischen Beiplänen darzustellen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die konsequente Sicherung der Versorgung dicht bebauter Stadtgebiete mit Kalt- und Frischluft gewinnt angesichts der projizierten Zunahme der Sommertemperaturen an Bedeutung hinsichtlich der Erhaltung gesunder Lebensbedingungen.

Die Sicherung von Flächen für die Kalt- und Frischluftversorgung wird im Rahmen der Regionalplanung bereits umgesetzt. Angesichts der in Zukunft wachsenden Bedeutung dieser Flächen für ein ausgeglichenes und gesundheitsförderndes Siedlungsklima sollte diesem Thema weiterhin Priorität eingeräumt werden. Aufgrund der Langfristigkeit von Flächennutzungsentscheidungen ist eine möglichst frühzeitige Integration des Themas in Regionalpläne und Flächennutzungspläne notwendig.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Ballungsräume, Groß- und Mittelstädte in der Region, die künftig verstärkt vom Hitzeinseleffekt betroffen sind (insbesondere im Elbtal liegende Städte und Gemeinden)

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Flächen für die stadtregionale Kalt- und Frischluftversorgung können auch lokal als bioklimatische Ausgleichsflächen fungieren. Die Luftleitbahnen können auch als Hochwasserretentionsflächen dienen. Die bewusste Freihaltung von Kalt- und Frischluftschneisen kann den Biotopverbund der Siedlungsbereiche mit dem Umland stärken.

Zielkonflikte: Die spezifischen Anforderungen an die Qualität von Luftschneisen z. B. hinsichtlich der Vegetationshöhe können zu Konflikten mit dem Naturschutz führen.

Tabelle: Eignung von Flächennutzungen für die Kaltluftentstehung und -leitung (Kuttler 1998)

Luftleitbahn	Bewertung der Eignung für den Kaltlufttransport
Ausfallstraßen	Nutzung nur auf Basis einer Luftqualitätsanalyse zu empfehlen
Bahntrassen	Nutzung zu empfehlen, wenn kein Diesellokbetrieb
Grünflächen	Nutzung zu empfehlen bei gleichzeitigem Potenzial zur Luftqualitätsverbesserung
Fließ- und Stillgewässer	Nutzung zu empfehlen, allerdings ggf. Reduzierung des Kaltlufteffektes durch Abstrahlung aufgeheizter Wasserkörper

Quellen

KUTTLER, W. (1998): Stadtklima. In: Sukopp, H. & Wittig, R. (Hrsg.): Stadtökologie. 2. Aufl., Stuttgart u. a: Gustav Fischer, 125-167.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse zum Klimawandel - Modellregion Westsachsen. TU Dresden im Auftrag des regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen im Rahmen Klima-MORO. Leipzig/Dresden.

Zurück zum Programmtext

Entwicklung klimawirksamer Freiraumsysteme

Akteur
Für die strategische und gesamtstädtische Freiraumentwicklung zuständige/s Ämter/Amt (z. B. Umweltamt, Stadtplanungsamt, Grünflächenamt)

Beschreibung
Eine strategische Siedlungsentwicklung, die die Erhaltung und Entwicklung von Freiräumen und Grünflächen angemessen berücksichtigt, ist eine wichtige Voraussetzung, um die Potenziale von Grün in der Stadt zur Klimaanpassung voll ausschöpfen zu können.

Neben der Sicherstellung der Kalt- und Frischluftversorgung im stadtregionalen Maßstab (→ Maßnahmenblatt 1.2.2) ist ein dichtes Netz an unterschiedlich großen und ausgeprägten Freiräumen in der Stadt eine wichtige Voraussetzung für ein ausgeglichenes Stadtklima und mikroklimatisch wirksame Erholungsräume für die Stadtbevölkerung. Zusätzlich zur Schaffung bzw. Erhaltung großer Grünflächen und Parkanlagen sind insbesondere punktuelle Vegetationsflächen kleinerer Dimensionen wichtig, die in kürzeren Abständen angeordnet sind, um eine gute Erreichbarkeit durch die Bevölkerung zu gewährleisten. Ein klimawirksames Freiraum- bzw. Grünflächensystem zeichnet sich aus durch ein vielfältiges Angebot von Grünflächen verschiedener Größe, mit unterschiedlichen Vegetationsstrukturen und Nutzungsangeboten. Insbesondere in bzw. in der Nähe von Wohnstandorten sind kleine, gut erreichbare Grünflächen oder begrünte Stadtplätze eine wichtige Ergänzung zu großen, die Stadtstruktur prägenden Parks, Wäldern oder Flusstälern. Die Verknüpfung dieser unterschiedlichen Elemente sollte durch grüne Verbindungen sichergestellt werden. Dies dient zum einen dem Luftaustausch und zum anderen durchgängigen Fuß- und Radwegen, die auch bei hohen Temperaturen gesunde und angenehme Bewegungsräume in der Stadt bieten und die Grünflächen gut erreichbar machen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Steigende Durchschnittstemperaturen in den Sommermonaten und häufigere und intensivere Hitzeperioden beeinträchtigen die Lebensqualität. Perioden von großer Trockenheit, aber auch Überflutungen als Folge von Starkregenereignissen erfordern einen veränderten Umgang mit Wasser in der Stadt. Grünflächen und Vegetation in der Stadt erbringen durch ihre Regulationsleistungen (Temperaturreduzierung, Verdunstung, Versickerung, Wasserrückhalt) einen wichtigen Beitrag zum Umgang mit diesen Klimafolgen und damit zum Erhalt gesunder Lebensbedingungen und intakter Wasserkreisläufe. Eine freiraumorientierte Siedlungsentwicklung ist ein strategisches Ziel, für das möglichst früh Weichenstellungen erfolgen sollten. Entscheidungen zur städtischen Flächennutzung bzgl. der Erhaltung und Entwicklung von Freiräumen, der Ausweisung neuer Baugebiete und Infrastrukturanlagen und der Revitalisierungsstrategien für Brachflächen wirken sich dauerhaft und langfristig auf die Stadt- und damit Freiraumstruktur aus.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Herausforderungen im Umgang mit Sommerhitze stellen sich v. a. in den größeren Städten bzw. in dicht bebauten, innerstädtischen Bereichen auch kleinerer Städte der Region. Stadtgebiete im Elbtal und Tiefland sind dabei besonders betroffen. Die veränderten Anforderungen zum Umgang mit Wasser im Siedlungsbereich stellen sich in der gesamten Region.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Eine freiraumorientierte Siedlungsentwicklung fördert auch weitere ökologische Leistungen in der Stadt und unterstützt die biologische Vielfalt durch ein weit gefächertes Lebensraumangebot. Grüne Erholungsräume und Wohnumgebungen fördern die Attraktivität und damit die Konkurrenzfähigkeit städtischer Wohn- und Geschäftsstandorte.

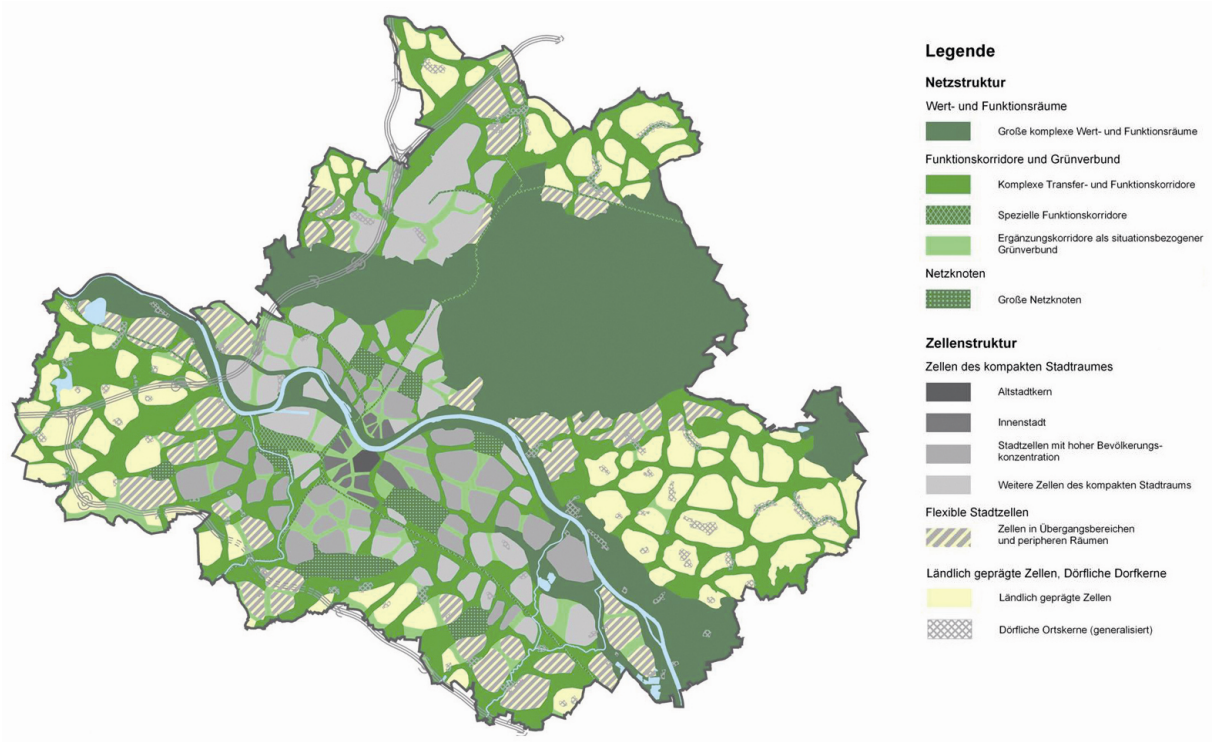
Zielkonflikte: Die Entscheidung für mehr und vernetzte Freiräume in der Stadt kann zu Flächennutzungskonkurrenzen führen.

Beispiel: Strategisches Leitbild des Landschaftsplans der Stadt Dresden

Dresden soll eine vielschichtig lebendige, lebenswerte und umweltfreundliche Stadt sein und diese Eigenschaften weiter stärken: dies ist der Anspruch des Landschaftsplans. Die im Planungsteil des Landschaftsplans formulierten Anforderungen und Maßnahmen sollen die Stadtlandschaft und ihre natürlichen Ressourcen deshalb nachhaltig sichern und entwickeln. Im strategischen Leitbild des Landschaftsplans **„Dresden – Die kompakte Stadt im ökologischen Netz"** werden für einen langfristigen Planungszeitraum Ziele formuliert, um diesen Anspruch zu verwirklichen.

Ziele des strategischen Leitbildes sind vor allem die Nutzung des Einflusses günstiger Umweltfunktionen, auch aus dem Umland wie z. B. Kaltluftentstehung und -abfluss, sowie die stadtweite Ergänzung und Vernetzung der Grün- und Freiflächen. Die strategische Leitidee von der kompakten Stadt im ökologischen Netz wird, auf die einzelnen Gebiete Dresdens bezogen, konkretisiert. Dazu wird das Stadtgebiet in Netz- und Zellenstrukturen gegliedert.

Die **Netzstruktur**, bestehend aus Grün- und Freiflächen, soll ein breites Spektrum stadtökologisch bedeutsamer Umweltfunktionen wie z. B. die Frischluftversorgung, den Hochwasserschutz und den Biotopverbund bündeln und sichern sowie die Gliederung der Stadt fördern. Dabei werden gleichzeitig die Dresden prägenden Stadt- und Landschaftsbilder und vielfältige Erholungsmöglichkeiten für den Menschen gesichert sowie eine Verbesserung der Lebensräume von Pflanzen und Tieren angestrebt. Das bestehende Tal- und Gewässersystem mit seinen vielfältigen Funktionen bestimmt die Struktur dieses Netzes in besonderer Weise. Es soll auch in städtischen Räumen ein wesentlicher Träger umweltbezogener Funktionen, z. B. als Erholungsbereich und Biotopverbundraum, sein. Die **Zellenstruktur** greift in ihrer Verteilung zum einen die historisch gewachsene Stadtstruktur mit den einzelnen Stadtteilzentren ergänzend zur Innenstadt auf, zum anderen auch die jüngere städtebauliche Entwicklung. Die Zellen des kompakten Stadtraums kommen für eine maßvolle weitere Verdichtung baulicher Strukturen in ausgewählten Teilbereichen, insbesondere der Innenstadt, in Frage. Die Ausrichtung und Ausformung des ökologischen Netzes basiert auf den naturräumlichen Gegebenheiten und stellt sich damit ganz bewusst in die Tradition der Dresdner Stadtentwicklung.



Strategisches Leitbild des Landschaftsplans der Stadt Dresden „Kompakte Stadt im ökologischen Netz" (Quelle: Landeshauptstadt Dresden 2012)

Zurück zum Programmtext

Private Unterstützung für Stadtgrün

Akteur
Für Grünflächen zuständige Ämter bzw. kommunale Eigenbetriebe

Beschreibung
Aufgrund der begrenzten öffentlichen Mittel für die Begrünung des öffentlichen Raumes sollte das weite Spektrum bürgerschaftlichen Engagements zur Unterstützung von Investitionen, aber auch Unterhaltung genutzt werden.

Die für die Grünflächen zuständigen Ämter bzw. kommunale Eigenbetriebe unterstützen private Initiativen, indem sie Initiale setzen, Kompetenzen zur fachlichen Begleitung bereitstellen und koordinierend tätig sind.

Folgende, teilweise bereits erfolgreich laufende Ansätze sind möglich:

- Patenschaften für Bäume oder auch Baumscheiben im öffentlichen Raum können Bewusstsein und Verantwortung für die Stadtvegetation in der Bevölkerung schaffen.
- Bildungs- und Sozialeinrichtungen oder einzelne Bürger können als Paten für ausgewählte Grünanlagen oder Spielplätze für die Sauberkeit, Pflege und Kontrolle des intakten Zustandes sorgen.
- Für die Ausstattung mit Trinkwasserbrunnen in öffentlichen Grünanlagen können die kommunalen Versorgungsbetriebe gewonnen werden.
- Firmen und Institutionen können über Spenden von bspw. Straßenbäumen oder Bänken im öffentlichen Raum im Stadtraum sichtbar werden.
- Fondslösungen ermöglichen, private Spenden gezielt und gebündelt für sorgfältig geplante Begrünungsmaßnahmen einzusetzen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Grünflächen und Vegetation in der Stadt leisten wichtige mikroklimatische Ausgleichspotenziale, die dazu beitragen, die Lebensqualität in Städten trotz Klimawandel zu erhalten. Grünflächen erlangen eine immer höhere Bedeutung als Aufenthaltsorte, insbesondere in den Sommermonaten. Eine intensivere Nutzung erfordert ggf. eine Ausweitung des Angebotes und höhere Unterhaltungsaufwendungen. Die Sicherung bzw. Erweiterung der Grünausstattung der Städte der Modellregion ist eine wichtige Voraussetzung für den Erhalt der Lebensqualität und Wettbewerbsfähigkeit. Der Rückgang der öffentlichen Mittel ist bereits heute zu spüren. Vorhandene Ansätze zur Generierung alternativer (finanzieller) Unterstützung sollten weiter unterstützt und durch neue Ideen ergänzt werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Stadtgebiete der Modellregion sind überwiegend gut mit Grünflächen ausgestattet. Die Anlage und Unterhaltung des öffentlichen Grüns stellt dabei bereits heute einen großen Kostenfaktor dar. In Zukunft muss eher mit zurückgehenden öffentlichen Mitteln für die öffentlichen Grünflächen und Straßenbäume gerechnet werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Einbeziehung der Bürgerschaft in den Planungs- und Umsetzungsprozess kann die Akzeptanz und Identifizierung mit Vorhaben unterstützen. Durch die aktive Einbindung von Bürgern kann das Bewusstsein für den Wert, aber auch die notwendigen Ressourcen zur Bereitstellung des öffentlichen Gutes Grünflächen verbessert werden.

Beispiele: Ausgewählte Ansätze der Stadt Dresden zur Einbindung Privater in die Anlage und Unterhaltung von Stadtgrün

Fonds Stadtgrün

Die Landeshauptstadt Dresden hat 1996 den Fonds Stadtgrün ins Leben gerufen. Er dient der zweckgebundenen Förderung des städtischen Grüns und wird ausschließlich aus Spenden gespeist. Aktuell werden jährlich etwa 50 Baumpflanzungen sowie weitere Projekte aus dem Fonds mitfinanziert. Auf der Internetseite des Fonds Stadtgrün werden finanzierte und konkrete neue Projekte genannt.

http://www.dresden.de/de/03/14/fonds-stadtgruen.php?shortcut=stadtgruen

Baumspendenaktion Bismarckturm

Zur Umsetzung einer Baumallee an der Aussicht Bismarckturm wurden 50 Baumpatenschaften vergeben. Es wurden gestaffelte Spenden für einen Baum, die Pflanzung oder beides zusammen angeboten. Die Spender wurden entsprechend mit Tafeln an den neu gepflanzten Bäumen gewürdigt. Die Resonanz war sehr gut, auch aufgrund vielfältiger Werbung für das Projekt und eine gute Betreuung der Spender. Das Interesse der Bürger, aber auch von Firmen an der Übernahme von Baumpatenschaften ist hoch. Um diese Potenziale auszuschöpfen, wird künftig eine intensive Begleitung solcher Maßnahmen, inkl. vertraglicher Regelungen zur langfristigen Absicherung des Engagements auf beiden Seiten, nötig sein.

Entwicklung des Leutewitzer Volksparks, Freundeskreis Cotta e. V.

Der Freundeskreis Cotta e. V. unterstützt die Rekonstruktion und Pflege des Volksparks Leutewitz durch die Initiierung von Spendenaktionen und die Einrichtung einer Arbeitsgruppe. Im Zuge der Umgestaltung und Sanierung des 100-jährigen Parks durch die Landeshauptstadt Dresden wurde der Bau eines Spielplatzes, Baumpflanzungen und das Aufstellen von Bänken unterstützt.

Spielplatz im Volkspark Leutewitz (Foto: Amt für Stadtgrün und Abfallwirtschaft, LH Dresden).

Quelle

THIEL, D.; BORKERT, C.; MEYER, E.; LÖBEL, S. (2010): Bürgerbeteiligung, Spenden und Sponsoring – Möglichkeiten zur Finanzierung von Stadtgrün. In: Tagungsband Dresdner StadtBaumtage, Forstwissenschaftliche Beiträge, Heft 9: Tharandt.

Zurück zum Programmtext

Aufnahme klimatologischer Potenziale in Brachflächenkataster

Akteur
Stadtplanungsamt bzw. zuständige/s Ämter/Amt

Beschreibung
Bestehende oder auch neu zu entwickelnde Brachenkataster sind um die Angabe klimatologischer Potenziale zu ergänzen, damit diese Wissensgrundlagen zum Gegenstand der Abwägung von Flächennutzungsoptionen werden können. Dabei sind in Abhängigkeit von vorhandenen Ansätzen folgende Schritte notwendig:

- (Erstellung eines Brachenkatasters)
- Entwicklung eines Verfahrens/Algorithmus zur Bewertung der ökologischen und insbesondere klimatologischen Potenziale, unter Nutzung von Grundlagendaten aus der Landschaftsplanung (z. B. (Stadt-)Biotopkartierung, floristische/faunistische Erhebungen, Klimafunktions-/Überwärmungskarten, Datengrundlagen der Landesämter, z. B. LfULG)
- Analyse des klimatologischen Potenzials von Brachen
- Entwicklung geeigneter Darstellungsformen/Kategorien im Brachenkataster
- Fortschreibung und laufende Aktualisierung des Brachenkatasters

Das Führen eines Brachflächenkatasters ist kontinuierlich im Rahmen der Stadtentwicklungsplanung zu verankern. Bei neu zu entwickelnden Brachenkatastern sollte die Angabe klimatologischer Potenziale direkt aufgenommen werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Klimatologische Potenziale von Brachflächen können vielfach zur Anpassung an den Klimawandel genutzt werden (positive mikroklimatische Wirkungen durch Vegetation auf Brachflächen, Erhalt unversiegelter Flächen zur Regenwasserversickerung, Möglichkeit der schadensarmen Zwischenspeicherung und Ableitung von Oberflächenwasser bei Starkniederschlagsereignissen, Schaffung von Trittsteinen und Ersatzlebensräumen im Rahmen eines stadtregionalen Biotopverbundes). Die Maßnahme wirkt langfristig auf zukünftige Flächennutzungsentscheidungen und zielt darauf ab, bereits heute Handlungsoptionen für die Anpassung an den Klimawandel offenzuhalten. Die Darstellung des mikroklimatischen Potenzials von Brachflächen im Brachenkataster ist von hoher Bedeutung, um in die Abwägung bei Flächennutzungsoptionen einzufließen und damit zukünftige Flächennutzungsentscheidungen zu beeinflussen. Jede Bebauung von Brachen mit hohem klimatologischem Potenzial verringert die Handlungsoptionen zur Klimaanpassung.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

- Groß- und Mittelstädte in der Region, die künftig verstärkt vom Hitzeinseleffekt betroffen sind (insbesondere im Elbtal liegende Städte und Gemeinden) und die einen hohen Anteil an Brachflächen haben
- Kommunen im ländlichen Raum, die einen hohen Anteil an Brachflächen haben (v. a. Gewerbe-, und Industriebrachen) und die wichtige Funktionen für die Kaltluftentstehung und -leitung haben

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die bewusste Freihaltung von Brachflächen mit stadtökologischer Bedeutung kann einen Beitrag zur Erhöhung der Biodiversität und Verbesserung der Freiraumversorgung leisten.

Zielkonflikte: Die Offenhaltung von Brachflächen kann im Widerspruch zur baulichen Innenentwicklung zur Erhaltung kompakter Stadtstrukturen als Beitrag zum Klimaschutz stehen. Die wirtschaftliche Verwertbarkeit im Sinne einer Wiederbebauung kann sinken.

Grundlagen für die Bewertung mikroklimatischer Potenziale von Brachflächen
a) Bewertung des mikroklimatischen Ausgleichspotenzials von grünen Brachflächen

Die jeweiligen Versiegelungsanteile und Vegetationsstadien verschiedener Brachflächentypen führen zu Unterschieden beim Abkühlungspotenzial auf den jeweiligen Flächen. Das Temperaturabsenkungsvermögen variiert über den Tagesverlauf. Tagsüber stellen die Flächen kühle Inseln in der

Stadt dar. Nachts leisten vor allem die Flächen mit niedriger Vegetation einen Beitrag zur Verbesserung der mikroklimatischen Situation.

Modellierte mikroklimatische Wirkungen von Brachflächentypen mit unterschiedlichem Vegetationsbestand. Dargestellt ist das Potenzial zur Reduzierung der Lufttemperatur in 1,2 m Höhe an einem strahlungsreichen Sommertag (16.07.) zu verschiedenen Tageszeiten im Vergleich zu einer Asphaltfläche als Referenzfläche, bezogen auf Flächen von 1 ha Größe (veraändert nach Mathey et al. 2011).

b) Bewertung von Brachflächen bzgl. des Handlungsbedarfes aus klimatologischer Sicht

Zur Bewertung des Handlungsbedarfes aus klimatologischer Sicht sollten Informationen zur Temperatursituation auf der Fläche herangezogen werden (Klimagutachten). Darüber hinaus sollten Informationen zu Kaltluftentstehungsgebieten bzw. klimatischen Potenzialflächen herangezogen werden (z. B. Umweltatlas, Flächennutzungsplan, Landschaftsplan, Regionalplan).

Tabelle: Beispiel für die Bewertung des klimatologischen Handlungsbedarfes bei der Nachnutzung von Brachflächen (Rößler, Mathey 2013).

Wertstufe	Überwärmungssituation	Kaltluftentstehungsgebiet
0 = kein Bedarf	< 36°C	Nein
1	< 36°C	Ja
2	36°C bis 40°C	Nein
3	36°C bis 40°C	Ja
4	> 40°C	Nein
5 = hoher Bedarf	> 40°C	Ja

Quellen

MATHEY, J.; RÖßLER, S.; LEHMANN, I.; BRÄUER, A.; GOLDBERG, V.; KURBJUHN, C.; WESTBELD, A. (2011): Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bd. 111, Bonn - Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.

RÖßLER, S.; MATHEY, J.: Brachflachen – Bewertung der Potenziale und Handlungsansätze für den Umgang mit dem Klimawandel in der Stadt. In: Wende, W.; Rößler, S.; Krüger. T. (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung. Heft 6 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos (erscheint vsl. 2013).

Zurück zum Programmtext

Klimawandelangepasste Pflanzenwahl in Grünflächen

Akteur
Für Grünflächen zuständige Ämter bzw. kommunale Eigenbetriebe

Beschreibung
Die Auswahl der Pflanzen im Stadtraum sollte anhand ihrer Toleranz gegenüber Hitze- und Trockenstress und der Anspruchslosigkeit hinsichtlich der extremen Standortbedingungen erfolgen.

Insbesondere Zierelemente im öffentlichen Raum (z. B. mobile Pflanzgefäße) bzw. in öffentlichen Grünanlagen (Einjährigen-Wechselpflanzungen) haben einen hohen Wasserbedarf, der zu einem erhöhten manuellen Bewässerungsbedarf führt. Die Verwendung angepasster Pflanzen und entsprechender Gestaltungsansätze, die zu dauerhaften, stabilen Pflanzverbänden führen (z. B Staudenpflanzungen), können zur Einsparung von Personal- und Wasserressourcen beitragen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Stadtvegetation soll an die neuen Anforderungen des Klimawandels wie Hitze, Trockenheit und die Gefahr von Spätfrösten angepasst werden, damit die positiven klimatologischen Leistungen auch künftig erbracht werden können, und um steigende Unterhaltungskosten in Folge des Klimawandels zu vermeiden. Im Zuge von Umgestaltungen, Erneuerungsmaßnahmen und im Rahmen jährlich wechselnder Bepflanzungen können bewusst neue Arten und Pflanzenverbände in Grünflächen eingebracht werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Folgen von Überwärmung und Trockenheit in den Sommermonaten wirken sich auf den Zustand und den Unterhaltungsaufwand von öffentlichen Grünanlagen in der gesamten Modellregion aus. Größere Städte mit einer entsprechend großen Anzahl von öffentlichen und ggf. historischen Grünanlagen mit vielfältigen und pflegeaufwändigen Pflanzungen sind voraussichtlich stärker betroffen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Ein geringer Bewässerungsbedarf und die Aufgabe von aufwändigen Wechselflorpflanzungen führen zu Einsparungen im öffentlichen Haushalt.

Zielkonflikte: Bei der Verwendung fremdländischer Pflanzenarten sollte auf invasive Arten verzichtet werden, um Konflikte mit naturschutzfachlichen Zielen zu vermeiden.

Beispiele für neue Pflanzkonzepte

- Wechselpflanzungen (flächig oder in Pflanzkübeln) werden durch dauerhafte Stauden und Gräser und pflegearme Pflanzenmischungen (Perenne-Mix u. ä.) ersetzt bzw. ergänzt (Abbildung 1)
- Anlage von mehrjährigen Zierpflanzungen mit mediterranen und Präriepflanzen in öffentlichen Grünflächen in Pirna (Abbildung 2 und 3)

Abbildung 1: Gestaltung einer Pflanzfläche mit dauerhaften Stauden und Gräsern in Dresden (Foto: Amt für Stadtgrün und Abfallwirtschaft, LH Dresden)

Abbildungen 2 und 3: Anlage von mehrjährigen Zierpflanzungen mit mediterranen und Präriepflanzen in öffentlichen Grünflächen in Pirna (Fotos: S. Rößler)

Zurück zum Programmtext

Klimawandelangepasste Wegebeläge

Akteur
Für die Grünflächen zuständige Ämter bzw. kommunale Eigenbetriebe

Beschreibung
Bei der Planung neuer, der Umgestaltung und der Sanierung bestehender Grünanlagen sollen die besonderen Anforderungen, die sich direkt aus den Folgen des Klimawandels, aber auch indirekt durch veränderte oder intensivere Nutzung ergeben, berücksichtigt werden.
Die Verwendung wasserdurchlässiger Wegebeläge in Grünanlagen leistet einen Beitrag zur Verringerung der Versiegelung städtischer Böden. Intakte, staubfreie Bodenbeläge sind eine Voraussetzung für eine gute Nutzbarkeit, ein ästhetisch ansprechendes Erscheinungsbild und geringe Pflege- bzw. Instandsetzungskosten.
Die Stabilität von Wegebelägen, bspw. einer wassergebundenen Decke, kann durch Extremwetterereignisse (lange Trockenperioden, aber auch Starkniederschläge) beeinträchtigt werden. Die Verwendung von neuen Materialien und stabilisierenden Zusatzstoffen kann die Lebensdauer und Qualität solcher Wegebeläge dauerhaft verbessern.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Lange Trockenperioden in Kombination mit einer intensiven Nutzung v. a. in den Sommermonaten können zu einer Entmischung der Deckschichten wassergebundener Bodenbeläge führen. Es kommt zur Staubbildung und teilweisen Zerstörung der Bodenbeläge.

Starkniederschläge, insbesondere wenn sie auf ausgetrocknete und stark geneigte Böden fallen, können zur Ausspülung oder zum Abtrag der Wegebeläge führen. In der Folge kann es zur Verschmutzung angrenzender Flächen und Verstopfung von Regenabläufen und Kanaleinläufen kommen. Die gefahrenfreie Nutzbarkeit ist eingeschränkt.

Im Zuge von Neuplanungen, Umgestaltungen und regulären Erneuerungsmaßnahmen sollte insbesondere in stark genutzten Grünanlagen und bei Wegen in Hanglagen die Möglichkeit der Verwendung neuer Wegebeläge geprüft werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Folgen von Überwärmung und Trockenheit in den Sommermonaten wirken sich auf den Zustand und den Unterhaltungsaufwand von öffentlichen Grünanlagen in der gesamten Modellregion aus. Größere Städte mit einer entsprechend großen Anzahl von öffentlichen und ggf. historischen Grünanlagen, die darüber hinaus v. a. in den Sommermonaten intensiv genutzt werden, sind voraussichtlich stärker betroffen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Verwendung geeigneter Wegebeläge kann die langfristigen Unterhaltungskosten für öffentliche Grünflächen reduzieren.

Zielkonflikte: Bei der Verwendung neuer Wegebeläge sollte auf die Wasserdurchlässigkeit geachtet werden.

Beispiel: Neuanlage wassergebundener Wegebeläge mit stabilisierenden Substraten

In der Stadt Dresden sind bei der Neuanlage oder Sanierung von Wegen oder Platzflächen in Grünanlagen zur Stabilisierung organische Bindemittel eingesetzt worden. So entstehen natürliche, homogene Oberflächen mit hoher Festigkeit. Die Flächen bleiben wasserdurchlässig, sind bis zu 20 t tragfähig und bis zu einem Gefälle von 17 % einsetzbar. Im Vergleich zu konventionellen wassergebundenen Bodenbelägen kommt es weniger zu Staub- und Pfützenbildung.

Erste Erfahrungen zeigen eine geringe Anfälligkeit gegenüber Ausspülungen. Die Investitionskosten sind ca. 2,5 bis 3 mal so hoch wie bei herkömmlicher Ausführung.

Einsatz von stabilisierenden Substraten auf Wegen im Hechtpark (Foto: Amt für Stadtgrün und Abfallwirtschaft, LH Dresden)

Zurück zum Programmtext

Mikroklimatische Optimierung der Freiraumgestaltung

Akteur
Für Grünflächenentwicklung zuständiges Amt

Beschreibung

Grünflächen haben in Abhängigkeit von ihrer Struktur und Größe unterschiedliche mikroklimatische Ausgleichspotenziale. Dies gilt es bei der Planung und Gestaltung des Freiraumsystems, aber auch einzelner Grünflächen zu beachten. Je größer eine Fläche, desto stärker ist in der Regel auch das Binnenklima auf dieser Fläche ausgeprägt. Messbare Temperaturreduzierungen innerhalb einzelner Freiräume können bereits bei Flächen kleiner als 1 ha festgestellt werden. In Abhängigkeit von der Ausprägung spezifischer klimawirksamer Parameter (Grünflächenanteil, Grünvolumen, Vegetationshöhe, Versiegelungsanteil) haben verschiedene Grünflächentypen unterschiedliche Potenziale zur Reduzierung der Lufttemperatur. Je größer das Grünvolumen, desto höher ist in der Regel der Abkühlungseffekt tagsüber. Diese Aussage ist allerdings differenziert zu betrachten, da beispielsweise beim Luftaustausch auch die Vegetationsstruktur (z. B. Kronenschluss von Bäumen) eine Rolle spielt.

Grünanlagen mit eher dichtem Baumbestand wirken v. a. tagsüber durch Verschattung abkühlend. Dieser dichte Baumbestand kann allerdings nachts dazu führen, dass weniger Abstrahlung stattfindet und weniger Kaltluft entsteht als über offenen Rasenflächen oder Grünflächen mit wenigen Bäumen. Während tagsüber bei Hitzeperioden vor allem auf Beschattung und die Produktion kühler, feuchter Luft abgezielt werden sollte, wird nachts neben der Verdunstungsleistung die vermehrte Kaltluftproduktion angestrebt. Die Grünflächen sollten folglich sowohl aus hochstämmiger Vegetation (Beschattung, Verdunstungsleistung) als auch ausreichend großen Grasflächen (die nicht von einem Kronendach verdeckt sind und somit genügend Kaltluft durch große Ausstrahlungsleistung produzieren können) bestehen. Mit Blick auf die jeweiligen planerischen Ziele ist abzuwägen, welche klimatischen Wirkungen an einem bestimmten Ort im Stadtgefüge wünschenswert sind und ob die erzielbaren Abkühlungseffekte auf einer Fläche tagsüber oder nachts an den Rändern einzelner Grünflächen wichtig sind. Dies hängt eng zusammen mit der Funktion und der Nutzung der jeweiligen Fläche. Die Gestaltung von Grünanlagen mit vielfältigen Gehölzen und größeren Rasenflächen bewirkt meist beides, sowohl nächtliche Abkühlung als auch Milderung der Wärmebelastung am Tage. In bestehenden Grünanlagen können die Erkenntnisse zu einer mikroklimatischen Optimierung bei Unterhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen einfließen. Entsprechende Hinweise und Vorgaben sollten in die Vor- und Entwurfsplanung sowie ggf. zu erstellende Pflegewerke eingehen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Zum Ausgleich steigender Sommertemperaturen und vermehrt auftretender Überwärmung werden die Abkühlungseffekte von städtischen Grünflächen an Bedeutung gewinnen. Freiräume und Grünanlagen können zum einen Abkühlung tagsüber bereitstellen (Verschattung, Kühlinseln). Zum anderen trägt nachts produzierte bzw. ausströmende Kaltluft zur Abkühlung ggf. angrenzender Wohnquartiere bei. Bei der Gestaltung neuer Grünanlagen sollte frühzeitig der potenzielle Beitrag zum Mikroklima bedacht werden. Dabei spielen die Lage im Stadtgebiet und die vorgesehene Nutzung eine besondere Rolle.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Der Bedarf an sowohl tags als auch nachts auf das Mikroklima abkühlend wirkenden Grünflächen ist besonders hoch in den dicht bebauten und überwärmten Stadtgebieten der Modellregion. Aber auch in kleineren Kommunen kann die mikroklimatische Optimierung von Grünflächen zu einer Erhöhung der Regulationsleistungen und Aufenthaltsqualität beitragen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Eine strukturreiche und damit abwechslungsreiche Gestaltung von Grünflächen erhöht die Attraktivität und damit die Erholungswirkung und Akzeptanz und bietet gleichzeitig vielfältige Lebensräume für Pflanzen und Tiere.

Zielkonflikte: Eine strukturreiche Gestaltung kann ggf. zu Nutzungskonflikten führen (z. B. Verlust offener Rasenflächen für Sport und Spiel).

Mikroklimatische Eigenschaften verschiedener Grünflächen

Dargestellt ist das modellierte Potenzial zur Reduzierung der Lufttemperatur in 1,2 m Höhe an einem strahlungsreichen Sommertag (16.07.) zu verschiedenen Tageszeiten im Vergleich zu einer Asphaltfläche als Referenzfläche, bezogen auf Flächen von 1 ha Größe (verändert nach Mathey et al. 2011).

Quellen

MATHEY, J.; RÖßLER, S.; LEHMANN, I.; BRÄUER, A.; GOLDBERG, V.; KURBJUHN, C.; WESTBELD, A. (2011): Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bd. 111, Bonn - Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.e: Strukturbasierte Aussagen zur Veränderung des Grünvolumens und der damit zusammenhängenden Flächenleistung.

Anpassung des Straßenbaumbestandes

Akteur
Für den Straßenbaumbestand zuständige Ämter bzw. kommunale Eigenbetriebe

Beschreibung
Bei der Weiterentwicklung des Straßenbaumbestandes sind Aspekte der klimatischen Angepasstheit der Arten, der Artenvielfalt und der Standorteignung zu berücksichtigen.

Artenwahl:
- Bei Neupflanzungen auf stark versiegelten Flächen mit einem hohen Trockenstressrisiko sind v. a. solche Baumarten und Herkünfte zu wählen, die gegenüber Trockenstress und der Gefahr von Spätfrösten vergleichsweise tolerant sind.
- Zugunsten der langfristigen Tragfähigkeit und Vitalität des Straßenbaumbestandes kann im Stadtgebiet auch auf nichteinheimische Arten zurückgegriffen werden. Auf invasiv eingestufte Baumarten ist zu verzichten.
- Die Standfestigkeit und die Anfälligkeit gegenüber Windeinwirkungen sind zu beachten.
- Insbesondere ist auf eine durchgängig hohe Belaubungsdichte der Bäume zu achten, um die Wohlfahrtswirkungen des städtischen Grüns zu optimieren.
- Neue Sorten und bisher kaum verwendete, aber potenziell geeignete Arten, sollten auf typischen Straßenbaumstandorten versuchsweise angepflanzt werden und durch ein intensives Monitoring auf ihre Eignung getestet werden (Projekt Stadtgrün 2021).

Vielfalt:
- Bei der Wahl der Arten sind möglichst vielfältige Sorten und Herkünfte zu verwenden, um das Ausfallrisiko im Hinblick auf ggf. noch stärker wirksame Klimafolgen oder neue Schaderreger und Krankheiten zu minimieren.
- Durch eine standortgerechte Baumartenwahl sollten auch weniger trockentolerante Baumarten z. B. in Parks und Grünanlagen zukünftig angepflanzt werden, um eine hohe faunistische Biodiversität zu gewährleisten.
- Dagegen sollte die Ausrichtung des Straßenbaumbestandes auf stark versiegelten Standorten primär anhand einer hohen Trockentoleranz der Arten erfolgen.

Standortoptimierung:
- Bei der Gestaltung von Verkehrsräumen (Straßenquerschnitte, Anordnung von Parkplätzen) sind die Standortanforderungen von Straßenbäumen zu berücksichtigen.
- In Baumgruben ist ein ausreichend großes Bodenvolumen, eine möglichst große offene Standfläche und eine ausreichend hohe Bodenfeuchte (FLL-Richtlinie 2010), ggf. auch mit Möglichkeiten der Bevorratung von Wasser sicherzustellen.
- Bei den Standorten ist auf eine hinreichend hohe Porosität der Substrate zu achten und die Verdichtung und Versiegelung auf ein Minimum zu begrenzen (FLL-Richtlinie 2010).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Straßenbäume leisten mit ihren klimatologischen Regulationsfunktionen einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Lebensqualität, insbesondere in stark von Überwärmung betroffenen Siedlungsgebieten. Die klimawandelbedingte Verschärfung der Standortbedingungen und ggf. neue Krankheits- oder Schaderreger können die Bäume in Vitalität und Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Ausgehend von der erwarteten Lebensdauer von Straßenbäumen von 60-80 Jahren sind die Zyklen zur Anpassung des Straßenbaumbestandes sehr lang. Von daher sollten ab sofort klimawandelbedingte Erkenntnisse zur Artenwahl bei Neupflanzungen berücksichtigt werden. Die Erhaltung guter und die Verbesserung beeinträchtigter Pflanzstandorte ist eine kontinuierliche Herausforderung zur Sicherstellung langfristig stabiler und leistungsfähiger Straßenbaumbestände.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Der Erhalt der klimatischen Leistungsfähigkeit einerseits und die negativen Einflüsse des Klimawandels andererseits in Bezug zu Straßenbäumen sind in den Siedlungsgebieten der Region und dabei insbesondere den dicht bebauten Stadtgebieten relevant.

Synergien und Zielkonflikte

Synergien: Die Erhaltung und Ausweitung des Baumbestandes in den Siedlungsbereichen erhöht die Biodiversität. Großgehölze stellen Biomasse im Sinne von Kohlenstoffsenken dar und leisten somit einen Beitrag zum Klimaschutz bzw. zum Erreichen von kommunalen CO_2-Minderungszielen.

Zielkonflikte: Straßenbäume können in engen Straßenschluchten die Luftzirkulation behindern und damit die Luftschadstoffkonzentration im Stadtraum erhöhen. Durch geeignete Planungen und Artenwahl kann dies verhindert werden.

Hinweise zur Eignung ausgewählter Baumarten für die Verwendung in den Siedlungsgebieten der Modellregion Dresden unter den Bedingungen des Klimawandels

Tabelle: Zusammenfassung zur Eignungsempfehlung für die Baumartenverwendung im urbanen Raum (Gillner, Roloff 2011).

Art	Trockene Pflanzplätze	Zukünft. Klimatol.	Spätfrost-gefährdung	Hohe Versieg.	Raumbedarf Baumkrone	Geringes Bodenvol.	Park-standort	Streusalz-toleranz
Spitz-Ahorn	●	●	●	X		●	●	●
Berg-Ahorn	●	●	●	X		●	●	●
Rot-Buche	●	●	●	X		●	●	●
Ahornblättrige Platane	●	●	●	✓		●	●	●
Kultur-Birne	●	●	●	✓		●	●	●
Trauben-Eiche	●	●	●	✓		●	●	●
Rot-Eiche	●	●	●	✓		●	●	●
Winter-Linde	●	●	●	X		●	●	●
Sommer-Linde	●	●	●	X		●	●	●
Holländische Linde	●	●	●	X		●	●	●

● Nicht geeignet
● Bedingt geeignet
● Gut geeignet

X ungeeignet

✓ geeignet

Die Tabelle fasst für 10 in Dresden vorkommende Baumarten die wichtigsten Parameter zur Eignungsempfehlung für die Verwendung im urbanen Raum zusammen. Die Eignung der einzelnen Baumarten sollte auch vor dem Hintergrund der spezifischen Standorteigenschaften und -anforderungen eingeschätzt werden.

Durch diese Kurzcharakteristik wird die gute Eignung der *Ahornblättrigen Platane,* der *Trauben-* und *Rot-Eiche* für stark versiegelte, trockene Pflanzplätze offensichtlich. Hinsichtlich ihrer Einordnung zur zukünftigen Klimatoleranz wurden eine hohe Trockentoleranz und auch ein ausreichend langanhaltendes, hohes Wachstum festgestellt. Trotzdem die *Kultur-Birnen* geringe Radialzuwächse zeigen und eher uneinheitliche Ergebnisse für die Klimasensitivität berechnet wurden, wurde diese Baumart in die Gruppe der geeigneten Baumarten für trockene innerstädtische Pflanzplätze eingeordnet. Diese Klassifizierung lässt sich durch die geringeren Ansprüchen an das Bodenvolumen, an den Platzbedarf sowie durch die Ergebnisse für das klimatische Reaktionspotenzial herleiten.

Obwohl der *Spitz-Ahorn* und auch die *Winter-Linde* herkömmlich als hitze- und trockentolerant angesehen wurden, lassen die hier berechneten Ergebnisse nur eine Einstufung in mittlere Ränge der Trockentoleranz zu. Auch belegen die Wachstumsentwicklung und die Tendenzen des Klima-Zuwachs-Verhaltens eine Einordnung, die eher für eine mittlere Trockentoleranz spricht. Die Tauglichkeit bzw. eine lang anhaltende, gute Vitalität auf trockenen Pflanzplätzen ist am fraglichsten bei den Baumarten *Berg-Ahorn* und *Rot-Buche*. Für diese beiden Baumarten sollten Pflanzplätze mit einem hohen Bodenvolumen, einer ausreichend hohen Bodenfeuchte sowie einer geringen Hitzebelastung ausgewählt werden. Eine ähnliche Bewertung lassen die Ergebnisse für die *Holländische Linde* zu. Die Eignung als Straßenbaum ist insbesondere mit Blick auf Pflanzplätze mit extremer Hitze- und Trockenbelastung, hoher Versiegelung und einem geringen Bodenvolumen eingeschränkt. Eine Anpflanzung dieser untersuchten Arten in Parks und Gärten mit günstigeren Wachstumsbedingungen ist unter Gewährleistung optimaler Standortbedingungen generell möglich.

Damit sind generell alle hier aufgeführten Baumarten für weitere Anpflanzungen im städtischen Bereich unter der Bedingung einer optimalen Standortwahl zu empfehlen. Aufgrund der Heteroge-

nität der Standortbedingungen (Boden, Strahlungsbelastung, Trockenheit, ober- und unterirdisches Platzangebot, Spätfrostgefahr, Streusalzbelastung etc.) sollte zunächst eine intensive Standortanalyse erfolgen. Eine detaillierte Übersicht über die Eignungsempfehlung für mehr als 250 Strauch- und Baumarten für trockene, städtische Pflanzplätze bietet die KLAM (KlimaArtenMatrix für Stadtbaumarten).

Quellen

FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.) (2005): Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 1: Planung, Pflanzarbeiten, Pflege.

FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.) (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen - Teil 2: Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (2011): Verwendung von nicht heimischen Baumarten auf innerstädtischen Straßenstandorten. Positionspapier. Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz.

GALK-ARBEITSKREIS STADTBÄUME (2011): Pollenallergien. Positionspapier. Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz.

GILLNER, S. (2012): Stadtbäume im Klimawandel – Dendrochronologische und physiologische Untersuchungen zur Identifikation der Trockenstressempfindlichkeit häufig verwendeter Stadtbaumarten in Dresden. Dissertation, TU Dresden.

GILLNER, S.; ROLOFF, A.: Stadtbäume – Eignungsempfehlungen unter Berücksichtigung der Standorteignung und Trockenstressempfindlichkeit. In: Wende, W.; Rößler, S.; Krüger. T. (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung. Heft 6 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos (erscheint vsl. 2013)

ROLOFF, A.; GILLNER, S.; BONN, S. (2009): Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. Vorstellung der KLimaArtenMatrix für Stadtbaumarten (KLAM-Stadt). In: Grün ist Leben. Sonderheft. Bund deutscher Baumschulen, 30-42.

PROJEKT „Stadtgrün 2021" der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LVG, Veitshöchheim).

STRASSENBAUMLISTE DES GALK-ARBEITSKREISES „STADTBÄUME" beim Deutschen Städtetag (kontinuierliche Fortschreibung).

LANDESHAUPTSTADT DRESDEN (2009): Straßenbaumkonzept, inkl. Straßenbaumliste.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.d: Handlungsempfehlungen für die Anpassung des Stadtbaumbestandes.

Zurück zum Programmtext

Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Sommerhitze für Neubauten und Bestandsgebäude

Akteur
Bauherren bzw. Gebäudeeigentümer, am Bau Beteiligte

Beschreibung
Zur Reduzierung der Innenraumtemperaturen insbesondere in sommerlichen Hitzeperioden muss der Wärmeeintrag ins Gebäude reduziert werden. Dieser setzt sich zusammen aus: der solaren Einstrahlung über transparente Bauteile, inneren Wärmequellen, konvektiven Wärmeströmen durch die Lüftung und den Transmissionswärmestrom über die Gebäudehülle. Maßnahmen zur Anpassung des Gebäudebestandes liegen einerseits im Bereich der Reduzierung des Wärmeeintrages und zum anderen im Bereich der aktiven und passiven Kühlung. Es sind dabei bau- und haustechnische Maßnahmen zu unterscheiden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Erhöhung der Strahlungsintensität und der Durchschnittstemperaturen sowie die Häufigkeit von Extremtemperaturtagen erhöhen den Wärmeeintrag in Gebäude. Dies beeinträchtigt die Wohn- und Arbeitsqualität in Gebäuden. Insbesondere hitzesensitive Bevölkerungsgruppen können bei entsprechender Exposition (z. B. Dachgeschosswohnungen) auch gesundheitlich gefährdet sein. Die langfristigen Erneuerungszyklen im Gebäudebereich erfordern eine prioritäre Umsetzung von Maßnahmen des sommerlichen Wärmeschutzes bei Neubauvorhaben und Sanierungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden. Dabei ist insbesondere auf eine integrierte Betrachtung von Klimaschutzmaßnahmen zu achten.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Anpassungsmaßnahmen zum Umgang mit Sommerhitze sind v. a. in den städtischen Gebieten der Modellregion von Bedeutung, die künftig verstärkt vom Hitzeinseleffekt betroffen sind (insbesondere im Elbtal liegende Städte und Gemeinden, verdichtete Innenstadtbereiche).

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Sommerlicher Wärmeschutz kann auch der Wärmedämmung und damit der Energieeffizienz in der Heizperiode dienen.

Zielkonflikte: Bei der Umsetzung von bautechnischen Anpassungsmaßnahmen im Bestand können Zielkonflikte mit denkmalpflegerischen Vorstellungen entstehen. Die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Bestand kann zu Mietsteigerungen durch Umlage der Investitionskosten führen. Bei der Umsetzung von Kühlsystemen können ggf. Beeinträchtigungen anliegender ökologischer Systeme auftreten (z. B. Wärmeaustrag über unterirdische Bauwerkskörper in das Grundwasser, wenn diese als Auffangräume für erwärmte Abluftströme der Klimatisierung genutzt werden; Nutzung von Geothermiesystemen auch zur Kühlung und damit Erwärmung des Grundwassers). Dies ist durch entsprechende bautechnische Maßnahmen zu vermeiden.

Bau- und haustechnische Anpassungskonzepte zum Umgang mit Sommerhitze in hitzegefährdeten Gebäuden
Im Folgenden sind mögliche Konzepte für die Anpassung von Gebäuden an Sommerhitze dargestellt. Die genannten Optionen stellen einen Katalog von Anpassungsmaßnahmen dar. Sie eignen sich in unterschiedlichem Maße für Neubauten und/oder für Bestandsgebäude. Dabei sind weiterhin verschiedene Gebäudetypen zu unterscheiden. Dieser Katalog sollte kontinuierlich beim Neubau und bei Sanierungsvorhaben berücksichtigt und entsprechend aktueller Erkenntnisse ergänzt und fortgeschrieben werden.

Aus bauklimatischer Sicht ist die wichtigste Anpassungsmaßnahme eine konsequente Verminderung der solaren Einstrahlung über transparente Bauteile. Inwieweit ein Lasteintrag die Raumtemperatur erhöht, hängt vor allem von der thermisch wirksamen Speichermasse eines Raumes ab. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, dass zumindest Teile der Umfassungskonstruktion eine entsprechende Bauschwere aufweisen, und dass diese Gebäudeteile thermisch gut an die Raumluft angekoppelt sind. Sämtliche Konzepte, die das Kühlpotenzial der Nacht nutzen (Nachtauskühlung, freie Kühlung) erfordern eine hohe Wärmespeicherkapazität. Hier bieten sich massive Teile der Gebäudehülle an, die ggf. durch eine „thermische Bauteilaktivierung" für die Kühlung genutzt werden.

Tabelle: Anpassungsoptionen zum Umgang mit Sommerhitze für Neubauten und Bestandsgebäude

Anpassungsmaßnahme am Gebäude	**Bemerkung**	**Relevanz**
Beachtung der Gebäudeorientierung bzw. der Ausrichtung von Fassaden- und Dachflächen		Neubau
Abschirmen der Gebäudehülle und insbesondere transparenter Gebäudeflächen gegen solare Strahlungseintritte (Sonnenschein) durch Verschattung	Natürliche Verschattung (Bäume, Nachbarbebauung, Balkone) Künstliche Verschattung (Überkopfverschattung, außen-, innen- oder zwischenliegende Systeme) ist möglich	Neubau, Bestand
Erhöhung der thermischen Speicherkapazität der Gebäude	Eine Erhöhung der Speicherkapazität wird im Innenraum durch eine Massivierung von leichten Bauteilen, eine Freilegung massiver Bauteile oder die Installation von Latentwärmespeichern erreicht.	Neubau, Bestand (bedingt)
Ausreichende Dämmwirkung von opaken (nichttransparenten) Außenflächen gegen von außen eindringende Hitze sicherstellen, Qualität der Dämmung an der Außenhülle bzgl. des Wärmedurchgangs überprüfen und gegebenenfalls Dämmqualität verbessern	Besondere Relevanz in bewohnten Gebäudebereichen mit leichten Außenkonstruktionen (z. B. Dachgeschosse)	Neubau, Bestand
Intensivierung der natürlichen Lüftung der Innenraumbereiche, Regelmäßiger Austausch der erwärmten Raumluft durch kühlere Außenluft	Die natürliche Lüftung der Innenraumbereiche dient der Abfuhr der erwärmten Raumluft und sollte in den weniger hitzeintensiven Nacht-, Morgen- oder Abendstunden erfolgen. Eine mechanische Lüftung mit Hilfe von Lüftungssystemen (Ventilatoren) wird als Handlungsmaßnahme aufgrund des hohen energetischen Aufwandes nicht in Betracht gezogen.	Neubau, Bestand
Berücksichtigung des Fensterflächenanteils an Fassadenflächen bei der Planung von Neu- und Umbauten zur Begrenzung der solaren Wärmeeinträge	Der Grad der Transparenz von Gebäudeflächen besitzt bzgl. des sommerlichen Wärmeschutzes eine besondere Relevanz.	Neubau, Umbau
Passive Kühlung der Innenraumbereiche durch energiesparende Systeme der Haustechnik	Eine Entwärmung der Gebäude ohne Einsatz von Kältemaschinen kann u. a. mit Hilfe einer Zuluftkonditionierung in Luft-Erdwärme-Übertragern und der freien und/oder adiabaten Kühlung realisiert werden. Die Art der Kühlung findet zurzeit vorwiegend bei Neubauten im Einfamilienhaussektor Anwendung. Die Leistungskapazität der Systeme ist beschränkt.	Neubau, Bestand (bedingt)
Aktive Kühlung der Innenraumbereiche.	Aktive, mechanische Kühlung mit Hilfe von Klimaanlagen oder sogenannten Splittgeräten kann als Handlungsmaßnahme aufgrund des hohen energetischen Aufwandes nicht empfohlen werden, jedoch ist diese Art der Kühlung bei bestimmten, ungünstigen baukonstruktiven Bedingungen alternativlos (z. B. bei schlecht gedämmten Dachgeschossen in Leichtbauweise mit hohem Fensterflächenanteil).	Neubau, Bestand

Quellen

WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (Hrsg.) (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Heft 3 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; NAUMANN, T. (Hrsg.) (2013): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Heft 4 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.c: Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung sensitiver Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen.

Zurück zum Programmtext

Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Überflutung für Neubauten und Bestandsgebäude

Akteur
Bauherren bzw. Gebäudeeigentümer, am Bau Beteiligte

Beschreibung
Überflutungen können zu unterschiedlichen Schadenstypen führen:

- Feuchte- und Wasserschäden können in Abhängigkeit von Wasserstandshöhe und -dauer zu einer Beeinträchtigung des Wärmeschutzes, der Festigkeit und Dauerhaftigkeit von Baustoffen und Baukonstruktionen führen
- Statisch relevante Schäden treten v. a. bei dynamisch wirkenden Hochwässern auf (Gründungsschäden, Auftrieb und Überlastung von Bauteilen, Anprall von Punktlasten)
- Schäden durch Kontamination als Folgeschäden, resultierend aus Stoffen, welche durch das Flutwasser transportiert werden.

Zum Schutz von Gebäuden gegen Hochwasser können zwei Handlungsstrategien unterschieden werden:

(1) nasse Vorsorge (Anpassung der Gebäudenutzung und -ausstattung im Fall einer bewussten Flutung von Gebäudebereichen)
(2) trockene Vorsorge (Abdichten oder Abschirmen des Gebäudes vom Flutwasser).

Die Auswahl der einzelnen Anpassungskonzepte sollte unter Berücksichtigung der spezifischen Voraussetzungen jedes einzelnen neu zu bauenden oder bestehenden Gebäudes getroffen werden. In der Regel empfiehlt sich die Kombination verschiedener Maßnahmen (siehe Tabelle).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Veränderte Niederschlagsregimes (Zunahme der durchschnittlichen Winterniederschläge) und Starkregenereignisse können zu verschiedenen Arten der Überflutung führen:

- Überflutung mit Gewässerbezug (Flusshochwasser)
- Überflutung ohne Gewässerbezug (zeitweise anstauendes Wasser nach Starkregenereignissen, beispielsweise durch einen Rückstau aus der Kanalisation)
- Grundhochwasser (häufig im Nachgang eines Hochwasserereignisses).

Trotz der Unsicherheiten in der Projektion des künftigen Niederschlagsverhaltens zeigen die bereits beobachteten Ereignisse eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Überflutungsereignissen. Angesicht der Erfahrungen aus früheren Überflutungsereignissen und entsprechend hoher Schadenssummen besteht ein hoher Handlungsdruck für Anpassungsmaßnahmen. Weiterhin erfordern die langfristigen Erneuerungszyklen im Gebäudebereich eine prioritäre Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz gegen Überflutung und deren Folgen. Einzelne Gebäude bzw. Standorte können zudem von allen drei Überflutungsarten potenziell betroffen sein, damit ist eine Umsetzung entsprechender Vorsorge- bzw. Anpassungsmaßnahmen von besonders großer Bedeutung.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Anpassungsmaßnahmen an Gebäuden zum Umgang mit Überflutung mit Gewässerbezug sind in allen potenziellen Überflutungsbereichen an großen und kleinen Fließgewässern der Region notwendig, da lokale Vorhersagen nicht getroffen werden können. Starkregenereignisse mit den Folgen Flusshochwasser, Rückstau aus der Kanalisation sowie Sturzfluten in Hanglagen können in der gesamten Modellregion auftreten. Grundhochwasser stellt v. a. eine potenzielle Gefährdung in den niederen Lagen und Flusstälern dar.

Synergien und Zielkonflikte
Zielkonflikte: Mitunter vergrößern Maßnahmen, die dem Klimaschutz dienlich sind, die Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber einer Überflutung. Beispielsweise sei hier auf die Erhöhung der Wiederherstellungskosten nach einer Überflutung von Gebäuden mit Wärme-Dämm-Verbundsystemen verwiesen.

Bau- und haustechnische Anpassungskonzepte zum Umgang mit Überflutung
Im Folgenden sind mögliche Konzepte für die Anpassung von flutgefährdeten Gebäuden und jeweils ihre Relevanz für den Neubau und den Bestand dargestellt.

Tabelle: Anpassungsoptionen zum Umgang mit Überflutung für Neubauten und Bestandsgebäude

Anpassungsmaßnahme am Gebäude	**Relevanz**
Wenig schadensanfällige Schichtenfolgen für gefährdete Wand-, Decken-und Fußbodenkonstruktionen verwenden	Neubau Bestand
Wenig schadensanfällige Bauteile für gefährdete Ausbaukonstruktionen (Türen, Fenster etc.) verwenden	Neubau Bestand
Gezielte Verwendung zeit- und kostengünstig wiederherstellbarer Konstruktionen	Neubau Bestand
Dimensionierung und Verwendung rasch demontierbarer Konstruktionselemente für einen erleichterten Teilaustausch	Neubau Bestand
Einsatz von Konstruktionen mit geringstmöglicher Anforderung an technische Trocknungs-maßnahmen	Neubau Bestand
Einbau von Flutschotten zum Schutz hochwertiger Gebäudeteile	Neubau Bestand
Verhinderung der Flutung durch permanent wasserdichte Wand- und Fußbodenkonstruktionen an Gebäuden	Neubau Bestand (bedingt)
Verhinderung der Flutung durch einen temporär oder permanent wasserdichten Verschluss von Gebäudeöffnungen (objektbezogene Barrieresysteme)	Neubau Bestand
Verhinderung der Flutung durch flächenbezogene Barrieresysteme vor dem Gebäude	Neubau Bestand
Bewusste Verlagerung der hochwertigen Nutzungsbereiche in höhere Bereiche zur Verbesse-rung der Flutsicherheit bei unterschiedlichen Wasserständen	Neubau Bestand
Bewusster Verzicht auf eine Unterkellerung	Neubau Bestand (bedingt)
Veränderte Anordnung des Höhenniveaus von Gebäuden zur Erhöhung des für eine Flutung notwendigen Wasserstandes	Neubau
Verstärkung und Erweiterung von Gründungen zur Vermeidung von Auskolkungen bei dyna-mischen Hochwassereinwirkungen	Neubau Bestand
Berücksichtigung des Lastfalls Hochwasser bei der Bemessung von Bauteilen (Hydrostatischer Druck, Anpralllasten)	Neubau Bestand (bedingt)
Bewusste Verlagerung schadensintensiver Elemente der Haustechnik in höhere Geschosse zur Verringerung der Schäden im Flutungsfall	Neubau Bestand
Bewusste Vermeidung von Energieträgern, die im Überflutungsfall als Kontaminationsquelle fungieren können	Neubau Bestand

Quellen
WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (Hrsg.) (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Heft 3 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; NAUMANN, T. (Hrsg.) (2013): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Heft 4 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.c: Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung sensitiver Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen.

Zurück zum Programmtext

Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Starkregen für Neubauten und Bestandsgebäude

Akteur
Bauherren bzw. Gebäudeeigentümer, am Bau Beteiligte

Beschreibung
Starkregen kann zu unterschiedlichen Schadensbildern an Gebäuden führen: Feuchteeinträge an Dächern, Balkonen, Terrassen, erdberührten Bauteilen und Bauelementen mit Anschluss an das Entwässerungssystem. In Kombination mit Windböen können Fassadenflächen durch Schlagregen durchfeuchtet werden und es kann zu Folgeschäden kommen.

Die wichtigsten Anpassungskonzepte (siehe Tabelle) betreffen daher die Aspekte Gebäudeentwässerung, Dach und Fassade. Einige Anpassungskonzepte sind dabei auch im Zusammenhang mit den Folgen von Überflutungen (→ Maßnahmenblatt 1.5.1.b) zu betrachten.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Projektionen zur Häufung, Intensität und räumlichen Verteilung von Starkregenereignissen sind sehr unsicher. Trotzdem zeigen die beobachteten Ereignisse und daraus resultierende Schäden eine steigende Bedeutung für die Gebäude der Region. Angesicht der Erfahrungen aus früheren Starkregenereignissen und entsprechend hoher Schadenssummen besteht ein hoher Handlungsdruck für Anpassungsmaßnahmen. Weiterhin erfordern die langfristigen Erneuerungszyklen im Gebäudebereich eine prioritäre Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz gegen Starkregen und dessen Folgen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Starkregen können überall in der Modellregion vorkommen. Da diese Ereignisse häufig in Zusammenhang mit Gewitterlagen auftreten, konnte beobachtet werden, dass die Intensität im Flachland stärker ist. Denn dort können Gewitterzellen i. d. R. mehr Wasser aufnehmen und sich störungsfreier entfalten.

Eine Anpassung von Gebäuden an Starkregenereignisse ist in der gesamten Region zu empfehlen. Insbesondere gilt dies für Gebäude, die potenziell stark von Überflutungen betroffen sind.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Einige der vorgeschlagenen Anpassungskonzepte können auch der Anpassung an Überflutungen dienen.

Zielkonflikte: Ein Zielkonflikt könnte unter Umständen die nachträgliche, nicht fachgerechte Installation von Solar- und Photovoltaikelementen auf Dächern sein, welche das Abdichtungskonzept des Gebäudes in Mitleidenschaft ziehen kann.

Bau- und haustechnische Anpassungskonzepte zum Umgang mit Starkregen
Im Folgenden sind mögliche Konzepte für die Anpassung von Gebäuden an Starkregen und jeweils ihre Relevanz für den Neubau und den Bestand dargestellt.

Tabelle: Anpassungsoptionen zum Umgang mit Starkregen für Neubauten und Bestandsgebäude

Anpassungsmaßnahme am Gebäude	**Relevanz**
Erstellung und Prüfung eines Entwässerungskonzeptes unter Berücksichtigung sämtlicher Einzugsflächen des Gebäudes (z. B. Dächer, Terrassen, Balkone)	Neubau Bestand
Nachbemessung, Kontrolle und regelmäßige Wartung vorhandener Entwässerungsleitungen, Erhöhung der Kapazität durch Querschnittsänderung, nachträgliche Installation von Notüberläufen und Vermeidung innen liegender Entwässerungen	Neubau Bestand
Überprüfung der Regeldachneigung von Steildächern und Anpassung der Unterkonstruktionen (z. B. Unterspannbahn, Unterdach) an zu erwartende Beanspruchungen und Berücksichtigung der Regensicherheit an prekären Punkten	Neubau Bestand (bedingt)
Berücksichtigung ausreichender Traufkanthöhen an Terrassen- und Balkontüren, ggf. Installation zusätzlicher Sicherungsmaßnahmen (z. B. Abflussrinne)	Neubau Bestand
Kontrolle der Abdichtungen an horizontalen Flächen, ggf. Verstärkung der Abdichtungslage, Erhöhung der Randaufkantung und Vermeidung von Durchdringungspunkten	Neubau Bestand
Berücksichtigung eines hinreichenden Mindestgefälles über horizontalen Flächen, Anpassung von Aufbauten zur Vermeidung verzögerter Entwässerungen	Neubau Bestand (bedingt)
Verbesserung des Schutzes von Dachabdichtungen, Dachdeckungen und Unterspannbahnen gegen Beschädigung (z. B. Perforation)	Neubau Bestand
Kontrolle der Abdichtung erdberührter Bauteile (z. B. Außenwände), ggf. Verstärkung der Abdichtungslage und Erhöhung der Randaufkantungen	Neubau Bestand
Kontrolle und Überprüfung der Wasserdichtheit an prekären Punkten (Fugenbänder, Risse) wasserundurchlässiger Massivbaukonstruktionen („Weiße Wanne“)	Neubau Bestand
Erhöhung des Installationshorizonts feuchteempfindlicher Bauteile und Anschlüsse, Sicherung von Gebäudeöffnungen zum Schutz gegen Stauwasser	Neubau Bestand
Trocknungsfähigkeit und Nachkontrolle an potenziell gefährdeten Punkten des Gebäudes gewährleisten (z. B. an Traufkästen und Ortgängen)	Neubau Bestand
Regelmäßige Prüfung und Wartung der Fenster und Außentüren zur Sicherung ihrer Funktionstüchtigkeit und Dichtheit (z. B. an Dichtungsfugen)	Neubau Bestand
Kontrolle und Wartung von Fassadenflächen und ggf. Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der verwendeten Materialien gegen Schlagregen	Neubau Bestand
Erhöhung des Dachüberstandes gegen Schlagregen auf Gebäudeflächen	Neubau Bestand (bedingt)

Quellen
WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (Hrsg.) (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Heft 3 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; NAUMANN, T. (Hrsg.) (2013): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Heft 4 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.c: Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung sensitiver Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen.

Zurück zum Programmtext

Bau- und haustechnische Anpassungsoptionen zum Umgang mit Hagel für Neubauten und Bestandsgebäude

Akteur
Bauherren bzw. Gebäudeeigentümer, am Bau Beteiligte

Beschreibung
Hagel, der in Zusammenhang mit Gewittern und damit häufig auch Stark- bzw. Schlagregen auftritt, kann zu folgenden Schadmechanismen führen:

- Zerstörung durch mechanischen Schlag an der Gebäudehülle (Dachabdeckungen, Glasflächen, Fassadenmaterialien), die zu Funktions- oder ästhetischen Beeinträchtigung führen kann, ggf. auch Gefährdung der Umgebung durch herabstürzende Bauteile
- Folgeschäden durch zerstörte Dichtheit (Wassereintritt durch zerstörte Dächer oder Fassadenoberflächen)
- Wasserrückstau durch verstopfte Abläufe.

Durch die Vermeidung primärer Schäden (z. B. Perforation) können Folgeschäden (z. B. durch Wassereintritt) reduziert werden. Bzw. gilt es hier Anpassungskonzepte anzuwenden, die dem Bereich Starkregen bzw. Überflutung zuzuordnen sind (→ Maßnahmenblätter 1.5.1b, 1.5.1c).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Projektion künftiger Hagelereignisse bzw. damit verbundener Wetterlagen ist eher unsicher. Beobachtete Ereignisse lassen aber durchaus einen Trend zur Zunahme ablesen. Da mögliche Folgeschäden, die durch Hagelschäden ausgelöst werden können, recht gravierend sein können, ist die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an Hagelereignisse prioritär. Weiterhin erfordern die langfristigen Erneuerungszyklen im Gebäudebereich eine prioritäre Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz gegen Hagel und dessen Folgen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Analysen zeigen, dass das Hagelschlagrisiko bereits heute in der Region Dresden und dem Erzgebirge hoch bis sehr hoch ist.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Vermeidung von Hagelschäden dient auch der Vermeidung von Schäden als Folge von Starkregen.

Zielkonflikte: Gegenüber Sturm und Hagel gelten vor allem Dachaufbauten und Fassadenelemente als gefährdet. Bestimmte Maßnahmen des Klimaschutzes wie Wärme-Dämm-Verbund-Systeme (WDVS) und Solaranlagen können dazu beitragen, dass ein Gebäude verletzbarer gegenüber diesen Einwirkungen wird.

Bau- und haustechnische Anpassungskonzepte bei Hagelgefährdung
Im Folgenden sind mögliche Konzepte für die Anpassung von Gebäuden an Hagel und jeweils ihre Relevanz für den Neubau und den Bestand dargestellt.

Tabelle: Anpassungsoptionen zum Umgang mit Hagel für Neubauten und Bestandsgebäude

Anpassungsmaßnahme am Gebäude	**Relevanz**
Verwendung hagelresistenter Bauprodukte oder Bauarten	Neubau Bestand
Anordnung von Schutz- oder Verschleißschichten	Neubau Bestand (bedingt)
Dachüberstand	Neubau Bestand (bedingt)
Siebaufsätze für Abläufe	Neubau Bestand
Einfache Zugänglichkeit gefährdeter Bauteile für Wartungszwecke	Neubau
Einfache Austauschbarkeit gefährdeter Bauteile	Neubau
Hagelberäumung	Neubau Bestand
Automatisierung von Sonnenschutzlamellen und Rollläden	Neubau Bestand

Quellen
WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (Hrsg.) (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Heft 3 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; NAUMANN, T. (Hrsg.) (2013): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Heft 4 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2.c: Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung sensitiver Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen.

Zurück zum Programmtext

Anpassung von Normen und Bauvorschriften

Akteur
Verantwortliche/Gremien für Richtlinien, Normen und technische Regelwerke; z. B. Deutsches Institut für Normung (DIN); Verein deutscher Ingenieure (VDI) etc.

Beschreibung
Die teilweise bereits zu beobachtenden und die projizierten Klimaveränderungen müssen in den Planungs- und Bemessungsalgorithmen in den betroffenen Normen und Bauvorschriften berücksichtigt werden. Dafür sind diese fortzuschreiben bzw. neu zu entwickeln. Wissenschaftliche Empfehlungen und Erfahrungen aus der Region werden durch die Akteure der Bauwirtschaft und die Wissenschaft in entsprechenden Gremien (z. B. Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU) im Deutschen Institut für Normung (DIN), Themenschwerpunkt „Anpassung an den Klimawandel") eingebracht.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Auswirkungen von Klimaveränderungen (Erhöhung der Strahlungsintensität und der Durchschnittstemperaturen sowie die Häufigkeit von Extremtemperaturtagen; Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen) auf Gebäude sind vielfältig. Um den Gebäudebestand langfristig in Wert und Qualität zu erhalten und Investitionen sinnvoll einzusetzen, sollten bereits bei der Planung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen mögliche Klimafolgen und Anpassungsbedarfe berücksichtigt werden. Planungs- und Bemessungsalgorithmen sind wesentliche Grundlagen, um gebäudespezifisch, frühzeitig und umfassend die Gefährdung durch verschiedene Klimafolgen und damit notwendige Anpassungsmaßnahmen festzustellen. Die langfristigen Erneuerungszyklen und großen Wertbindungen im Gebäudebereich erfordern fachlich fundierte und aktuelle Planungsvorgaben. Die Dauer der Verfahren und der Etablierung neuer Normen erfordert eine frühzeitige und kontinuierliche Integration neuer Erkenntnisse.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Richtlinien, Normen und technische Regelwerke gelten in der Regel bundesweit. Regionale Differenzierungen sind durch die Planungs- und Bemessungsalgorithmen vorgesehen. Es gilt, das Wissen und die Erfahrungen aus der Region in die Fortschreibung und Erstellung entsprechender Vorschriften einzubringen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Neben Wissensvermittlung und Bewusstseinsbildung setzen Richtlinien und Normen verbindliche Vorgaben für die Integration von Klimafolgen und Klimaanpassungsbelangen in Bauvorhaben.

Zielkonflikte: Eine Veränderung von Planungs- und Bemessungsalgorithmen kann für private und öffentliche Bauherren zu anderen Auflagen und damit ggf. zu erhöhten Kosten führen.

Ausgewählte Beispiele von Klimaanpassungserfordernissen in Regelwerken
DIN 4108-2 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz":

- Berechnungsmethoden für das Anliegen des sommerlichen Wärmeschutzes qualifizieren
- Berücksichtigung aktueller und künftiger Klimaveränderung nötig.

DIN EN 12056-3 „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden – Dachentwässerung, Planung und Bemessung"; DIN 1986-100 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke" sowie ZVDH-Dachdeckerrichtlinie (Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks):

- Zeitnahe Berücksichtigung ggf. veränderter Einwirkungskennwerte für Starkregen zur Verwendung bei der Bemessung von Entwässerungsanlagen für Gebäude, von Dachdeckungen oder Dachabdichtungen
- Bspw. kürzere Intervalle zur Aktualisierung von KOSTRA-DWD 2000 (Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung – Auswertung DWD 1951-2000) zur Ermittlung der Bemessungsregenspenden.

Entwicklung eines neuen Regelwerkes zur bautechnischen Konzeption flutgefährdeter Gebäude, in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 6004-1 "Schutz der Technischen Gebäudeausrüstung vor Hochwasser - Gebäude, Anlagen, Einrichtungen".

Erarbeitung grundlegender Regelwerke zum Hagelwiderstand charakteristischer Bauteile der Gebäudehülle, in Anlehnung an das „Schweizerische Hagelschutzregister" (HSR), welches die Einteilung der Schweiz in Hagel-Gefährdungszonen, die Entwicklung eines Prüfverfahrens für Bauteile durch die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) sowie eine auf den Prüfergebnissen basierende Einteilung der Bauteile in Hagelwiderstandsklassen vorsieht.

Quellen
WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (Hrsg.) (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels. Heft 3 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

NAUMANN, T.; FAHRION, M.-S.; NIKOLOWSKI, J.; GÜNTHER, B.; HORN, S. (2013): Verletzbarkeitsanalysen im Gebäudebestand. In: Weller, B.; Fahrion, Marc-Steffen; Naumann, T. (Hrsg.) (2013): Gebäudeertüchtigung im Detail für den Klimawandel. Heft 4 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos.

Zurück zum Programmtext

Erarbeiten einer Verwaltungsanleitung zur Erteilung von wasserrechtlichen Gestattungen unter Berücksichtigung der tatsächlichen und projizierten klimabedingten Veränderungen an Gewässern

Akteur
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)

Beschreibung
Im Zuge des Klimawandels sollte das SMUL eine Handlungsanleitung für den Verwaltungsvollzug in den unteren Wasserbehörden und der Landesdirektion erarbeiten, welche für die Erteilung wasserrechtlicher Gestattungen die Anforderungen der Klimaanpassung berücksichtigt. Sie würde einen einheitlichen Entscheidungsrahmen zur einzelfallbezogenen Bewertung in den Vollzugsbehörden darstellen.

Auch für die Prüfung bestehender Erlasse und möglicherweise ihre Änderung aufgrund geänderter Anforderungen durch den Klimawandel wäre eine derartige Verwaltungsanleitung sinnvoll. Von besonderer Relevanz sind insofern die Erlaubnis oder Bewilligung von Gewässerbenutzungen (§ 9 WHG) (z. B. Ableiten aus Gewässern, Aufstau von Gewässern, Einleitung in Gewässer), Planfeststellungen oder Plangenehmigungen (§ 68 WHG) (z. B. bei Herstellung, Beseitigung oder wesentlicher Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer) sowie Genehmigungen nach § 36 WHG (z. B. bauliche Anlagen in Gewässern oder in weniger als 60 m Entfernung von einem Gewässer, wenn nicht bereits eine Baugenehmigung notwendig ist).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Berücksichtigung des Klimawandels bei der Erteilung von Wasserrechten stellt ein rechtliches Instrument der Klimaanpassung dar. Die Maßnahme wirkt langfristig im Hinblick auf zukünftige Gestattungen für die Nutzung von Gewässern. Sie zielt darauf ab, bereits heute Handlungsoptionen für die Anpassung an den Klimawandel offenzuhalten.

Die Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung bei der zukünftigen Erteilung wasserrechtlicher Gestattungen ist von hoher Bedeutung im wasserrechtlichen Vollzug. Jede Erteilung langfristiger Wasserrechte ohne ihre Berücksichtigung kann die Handlungsoptionen zur Klimaanpassung verringern.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahme ist innerhalb der gesamten Modellregion anzuwenden. Für die Umsetzung der Handlungsanleitung sind Schulungen vorzusehen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Wasserwirtschaftliche Gestattungen sind häufig Bestandteil von Genehmigungsverfahren. Findet das Thema Klimaanpassung Eingang in den Vollzug der Wasserbehörden, dürfte dies positive Auswirkungen insbesondere auch für das Erreichen von Zielen des Naturschutzes und der Freiraumplanung haben.

Zielkonflikte: Aufgrund des Klimawandels ist ein eher gesteigertes Interesse an Wassernutzungen zu erwarten (z. B. Kühlwasser, Wasser zu Zwecken der Bewässerung in der Landwirtschaft, Hochwasserschutzanlagen). Gleiches gilt im Zuge der Energiewende für Neuanträge der Wasserkraftnutzung. Die Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung kann zur zeitlichen Befristung von Wasserrechten bzw. zur Versagung der wasserrechtlichen Gestattungen führen.

Niedrigwassermanagement im Zuge der Bewirtschaftung von Oberflächengewässern
Bei Gewässern mit langsamen Fließgeschwindigkeiten, periodisch stark schwankenden Abflüssen, Gewässern mit Kraftwerksnutzung in Schwall- und Sunkbetrieb oder Talsperren ist für längere Hitzeperioden ein spezifisches Niedrigwassermanagement vorzusehen. Es umfasst folgende Maßnahmen:

- Festlegen von Schwellenwerten, die den Eintritt eines Niedrigwasserereignisses für den betroffenen Gewässerabschnitt kennzeichnen z. B. die Gewässertemperatur, die Sauerstoffsättigung, die Abflussmenge und die zu erwartende Dauer des Niedrigwassers
- Frühzeitiges Erkennen von möglichen Wasser-Nutzungskonflikten und Priorisierung der Gewässernutzungen
- Entwickeln von Festlegungen, welche Nutzungen bei Erreichen bzw. Unterschreiten der Schwellenwerte einzuschränken sind, wobei neben den gewässerökologischen Kriterien auch die Handlungsspielräume der Wassernutzer in die Überlegung einbezogen werden müssen
- Entwickeln eines Monitoringsystems für den Niedrigwasserfall: Überwachen von Durchflussmenge sowie relevanten Güteparametern während des Niedrigwasserereignisses

Überprüfung der wasserrechtlichen Erlaubnis – Beispiel Wärmeeinleitungen von Kraftwerken
Bestehende wasserrechtliche Erlaubnisse sollten in Umsetzung des oben beschriebenen Niedrigwassermanagements überprüft werden. So kann es unter Umständen nötig sein, zusätzliche Auflagen zur maximalen Einleittemperatur bzw. der maximalen Aufwärmspanne (Sommer/Winter) und der maximalen Entnahmemenge (Sommer/Winter) für Kraftwerke aufgrund ihrer Durchflusskühlung zu erteilen (LAWA- Ausschüsse Oberirdische Gewässer und Küstengewässer. Grundwasser und Wasserversorgung sowie ad hoc-Ausschuss Hochwasser 2007). In den Sommermonaten bedeutet dies eine Drosselung ihrer Leistung.

Die wasserrechtlichen Erlaubnisse können dabei an bestimmte Schwellenwerte für Temperatur und Wasserstand im Oberflächengewässer gekoppelt werden (s. o. Niedrigwassermanagement).

Berücksichtigung des Klimawandels bei der Standortfindung und Genehmigung von Wärmekraftwerken
Bei der Planung neuer Wärmekraftwerke (Planfeststellungsverfahren) sollten die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen von Flusswassertemperaturen und Abflussverhältnissen bereits bei der Standortfindung berücksichtigt werden. Das setzt die Bereitstellung geeigneter Daten und Planungswerkzeuge voraus, welche es ermöglichen, sowohl veränderte Klimabedingungen als auch andere Randbedingungen wie Abflussverhältnisse, Beschattung oder Wärmeeinleitungen in den Planszenarien zu berücksichtigen (WWF Deutschland 2009). Bei der wasserrechtlichen Genehmigung für einen definierten Standort eines Wärmekraftwerks sind die Faktoren projizierte klimatische Entwicklung, Abflussverhältnisse, bereits genehmigte Wärmeeinleitung im Ober- oder Unterlauf sowie Möglichkeiten der Sauerstoffanreicherung mit in die Entscheidung einzubeziehen. Hierdurch kann die Wahl des Kühlkonzepts beeinflusst werden.

Quellen
LAWA- Ausschüsse Oberirdische Gewässer und Küstengewässer. Grundwasser und Wasserversorgung sowie ad hoc-Ausschuss Hochwasser (2007): 1. Entwurf eines LAWA-Strategiepapiers "Klimawandel - Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft" gem. Beschluss Nr. 2 zu TOP 6.2 a zur 133. LAWA-VV in Trier (Stand: 07.09.2007). URL:http://www2.hmuelv.hessen.de/imperia/md/content/internet/wrrl/2_umsetzung/hintergrundinformationen/lawa_strategiepapier_klimawandel.pdf.

WWF DEUTSCHLAND (2009): Die mögliche Wirkung des Klimawandels auf Wassertemperaturen von Fließgewässern – Erläuterungsbericht. Frankfurt am Main: 25 S.

Zurück zum Programmtext

Abbau privilegierter Rechte zur ungeregelten Nutzung von Oberflächenwasser insbesondere in Trockenperioden

Akteure
SMUL, Untere Wasserbehörden in Landkreisen und kreisfreien Städten

Beschreibung
Zur Vermeidung der unkontrollierten Übernutzung von Oberflächenwasser müssen genehmigungsfreie Nutzungen regelmäßig dahingehend überprüft werden, dass sie keine negativen Auswirkungen auf den ökologischen Zustand verursachen.

Die Unteren Wasserbehörden sollten per Erlass durch das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) dazu aufgefordert werden, in Trockenperioden den Eigentümer- und Anliegergebrauch (§ 26 WHG) als auch den Gemeingebrauch (§ 25 WHG) per Rechtsverordnung einzuschränken, um zusätzliche Belastungen der Oberflächengewässer zu reduzieren.

Dies kann beispielsweise bei bestimmten gewässertypischen Schwellenwerten für Temperatur und Wasserstand (insbesondere in Niedrigwassersituationen in langen Hitzeperioden) erfolgen. Bei der Festsetzung der Schwellenwerte ist das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) einzubeziehen. Gleiches gilt für die zuständigen Landesdirektionen. Kumulative Effekte sollten Berücksichtigung finden.

Zu den genehmigungsfreien Nutzungen gehören der Gemeingebrauch nach § 25 WHG und der Eigentümer- und Anliegergebrauch nach § 26 WHG.

Formen des Gemeingebrauchs sind bei oberirdischen Gewässern das Baden, Waschen, Schöpfen mit Handgefäßen, Viehtränken, Baden von Tieren, Befahren mit kleinen Fahrzeugen ohne eigene Antriebskraft, Eissport, schadloses Einleiten von Niederschlagswasser und das Einbringen von Stoffen zum Zwecke der Fischerei (§ 25 WHG).

Gerade in Niedrigwassersituationen mit geringen Abflüssen und hohen Wassertemperaturen können diese Formen des Gemeingebrauchs Belastungen darstellen, die zu nachhaltigen Schädigungen im Ökosystem führen (z. B. Schädigung der Gewässerstruktur und Eintrag von Nährstoffen durch Baden von Tieren, Wasserentnahme unter einen kritischen Mindestwasserstand, Stören von Gewässerorganismen in ihren Rückzugsräumen).

Eine wasserrechtliche Genehmigung ist auch nicht erforderlich für die Benutzung eines oberirdischen Gewässers durch den Eigentümer für den eigenen Bedarf, wenn dadurch andere nicht beeinträchtigt werden und keine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit, keine wesentliche Verminderung der Wasserführung sowie keine andere Beeinträchtigung des Wasserhaushalts zu erwarten ist. Diese Regelung erstreckt sich auch auf die Eigentümer der an oberirdische Gewässer grenzenden Grundstücke und die zur Nutzung dieser Grundstücke Berechtigten (sog. Eigentümer- und Anliegergebrauch, § 26 WHG). Der Eigenbedarf umfasst dabei nach herrschender Meinung nicht nur den persönlichen Bedarf, sondern auch den Bedarf für den eigenen Landwirtschafts-, Handwerks- oder Fabrikbetrieb (Czychowski, Reinhardt 2010, § 26 Rn. 9). Auf Basis des Eigentümer- und Anliegergebrauchs kann beispielsweise eine Wassernutzung zu landwirtschaftlichen Zwecken ohne Anzeigeplicht erfolgen. Dadurch ist eine Kontrolle der Intensität der Wassernutzung unmöglich.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Durch den Klimawandel sind vermehrt Niedrigwassersituationen zu erwarten, bei denen die Gefahr einer Übernutzung besonders hoch ist, zumal sich durch die Trockenheit auch zusätzliche Bedarfe ergeben (z. B. Erholungsnutzung durch Baden und Befahren mit kleinen unmotorisierten Fahrzeugen, Bewässerung für Gartenbau und Landwirtschaft). Die Maßnahme wirkt kurzfristig und ist flexibel für die Anpassung an den Klimawandel einsetzbar.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Sämtliche Gewässer in der Region, besondere Betroffenheit kleiner Gewässer mit geringen Abflüssen.

Synergien und Zielkonflikte
Zielkonflikte: Aufgrund des Klimawandels ist ein eher erhöhter Nutzungsdruck auf Gewässer zu erwarten (s. o. Bezug zum Klimawandel). Die Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung kann zu Konflikten mit den Anliegern und der Bevölkerung führen.

Quelle
CZYCHOWSKI, M.; REINHARDT, M. (2010): Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Kommentar. 10. Auflage, Beck Juristischer Verlag.

Zurück zum Programmtext

Gezieltes Monitoring und Ausweitung der Fördermöglichkeiten zur Bekämpfung von invasiven Neobiota im Zuge des Klimawandels

Akteur
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Beschreibung
Im Zuge des Klimawandels werden mehr und neue invasive Arten erwartet (z. B. Nutria, Bisam, Staudenknöterich, Drüsiges Springkraut, Schlitzblättriger Sonnenhut). Als Gründe für ihre Bekämpfung werden neben der Verdrängung einheimischer Arten auch der Hochwasserschutz sowie die Verschlechterung der Stabilität des Gewässerbettes und dadurch notwendige Maßnahmen im Bereich der Gewässerunterhaltung aufgeführt. In diesen Fällen gehört die Neobiota-Bekämpfung zu den Aufgaben der Gewässerunterhaltungslastträger, bei jagdbaren Arten u. a. in Abstimmung mit den Jagdausübungsberechtigten.

Häufig sind diese Aufgaben kontinuierlich wahrzunehmen, da insbesondere an Gewässern als Ausbreitungsräume für derartige invasive Arten eine ständige Wiederbesiedlung stattfindet.

Im Rahmen der Richtlinie AuW/2007, NE/2007 und WuF/2007 bestehen bereits Möglichkeiten der Förderung, um Neobiota zu bekämpfen. Mittel wurden bisher zur Bekämpfung der Arten Schlitzblättriger Sonnenhut und Drüsiges Springkraut genutzt. Dem Grundsatz „Prävention vor Bekämpfung" können die aktuellen Förderrichtlinien jedoch nicht Rechnung tragen. Die Schulung der Unterhaltungslastträger (Kommunen, LTV) zum Umgang mit Neophyten und die Bereitstellung finanzieller Mittel sind Voraussetzungen für einen flächenhaften Erfolg der Maßnahmen.

Zurzeit fehlen Konzepte zum Umgang mit gebietsfremden Arten. Da deren Etablierung kaum vorhersagbar ist, ergibt sich die Notwendigkeit frühzeitiger und dauerhafter Beobachtung. Ein Monitoringprogramm ermöglicht die Beobachtung der Bestandsentwicklung und Ausbreitung bereits eingeführter gebietsfremder Arten als Grundlage für eventuelle rechtzeitige Kontroll- oder Bekämpfungsmaßnahmen. Es hat Frühwarnfunktion, indem z. B. unbeabsichtigte Neueinbringungen schneller bemerkt werden können. Und es ermöglicht die Beobachtung des tatsächlichen Verhaltens der beabsichtigt eingebrachten bzw. etablierten Arten, um bei negativem Verhalten früher reagieren zu können. Aufbau und Umsetzung eines Monitoringprogramms für Neophyten in Sachsen sollten in Kooperation der betroffenen Naturschutz- und Wasserbehörden erfolgen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Viele Neobiota sind tolerant gegenüber Temperatur, Eutrophierung und Versalzung und profitieren damit indirekt vom Klimawandel. Einheimische Arten verlieren mehr an Areal als sie dazugewinnen. (Potenzielle) Einwanderer aus Nachbargebieten können Verluste Einheimischer nur teilweise ausgleichen. In Fließgewässern werden in den letzten zwei Jahrzehnten in Deutschland viele neue Arten beobachtet. Dies ist vor allem auf die Vernetzung verschiedener Flusssysteme zurückzuführen. Beispiele für typische problematische Arten für aquatische Ökosysteme in Sachsen sind Impatiens glandulifera Royle - Drüsiges Springkraut, Fallopia japonica Houtt. - Japanischer Staudenknöterich, Fallopia x bohemica Chrtek & Chrtkova - Böhmischer Staudenknöterich oder Ondatra zibethica - die Bisamratte.

Vor dem Hintergrund, dass natürliche und anthropogene Veränderungen kontinuierlich und über lange Zeiträume ablaufen, ist gerade ein Monitoring von Pflanzen (Neophyten) von Bedeutung, da Veränderungen oft erst durch den Vergleich von Datenreihen erkennbar und eindeutig interpretierbar werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Bekämpfung der Neobiota an allen Fließ- und Standgewässern ist aufgrund des hohen Aufwands nicht möglich und finanzierbar. Die Maßnahme sollte sich daher auf besonders betroffene Gewässer konzentrieren bzw. auf Gewässer, an denen mehrere Gründe (Gesundheit, Hochwasserschutz, Gewässerunterhaltung, Naturschutz) für das Durchführen von Bekämpfungsmaßnahmen sprechen. Wünschenswert ist dabei die Bekämpfung von der Quelle bis zur Mündung, um einen nachhaltigen Erfolg der Maßnahme zu erreichen. Ein Monitoringsystem für Neobiota sollte in Sachsen flächendeckend errichtet werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Bekämpfung von Neobiota wirkt sich in der Regel auch positiv auf die Ziele des Naturschutzes, insbesondere die Biodiversität, aus.

Zurück zum Programmtext

Förderung integrierter kommunaler Konzepte der Gewässerentwicklung an Gewässern 2. Ordnung unter Berücksichtigung der Anforderungen des Klimawandels

Akteur
Freistaat Sachsen/SMUL

Beschreibung
Anders als bisher sollte die Gewässerunterhaltung, -pflege und -entwicklung als ganzheitliche Aufgabe betrachtet werden, aus der für die Kommune zahlreiche Vorteile erwachsen.

Die bestehenden Maßnahmenprogramme nach WRRL (bzw. umfangreichen Einzelmaßnahmen zu ihrer Umsetzung) können nur ein Baustein sein, der den Fokus auf die Verbesserung des ökologischen Zustands der Gewässer legt. Im Zuge des Klimawandels sind diese Programme zur Steigerung der Resilienz der Fließgewässer von großer Bedeutung. Daneben sollten aber auch die Effekte von Gewässerentwicklungsmaßnahmen auf die Ziele des Hochwasserrisikomanagements, der Wasserversorgung, des Naturschutzes, der Verbesserung von Wohnqualität, Erholungsraum und Erlebbarkeit sowie der Gesundheitsvorsorge betrachtet werden. Dies schließt die Berücksichtigung kleinklimatischer Effekte mit ein. Zur Motivation von Bürgern und Entscheidungsträgern für die Umsetzung einer Maßnahme der Gewässerunterhaltung, -pflege und –entwicklung sind diese Argumente oft von höherem Gewicht als das Erreichen der europarechtlich begründeten Ziele der Wasserrahmenrichtlinie.

Diese komplexe Betrachtung von Gewässerunterhaltungs-, -pflege und –entwicklungsmaßnahmen bedarf einer fachlich fundierten Planungsgrundlage mit längerfristigem Planungshorizont. Integrierte Konzepte der Gewässerentwicklung auf Basis von geographischen Informationssystemen wären eine hilfreiche konzeptionelle Grundlage für die Gemeinden. Sie sollten idealerweise die genannten Funktionen von Gewässern, wie sie heute ausgeprägt sind (Status Quo) und wie sie möglicherweise unter zukünftig geänderten klimatischen Rahmenbedingungen bewertet werden (Szenarioanalyse), beinhalten. Handlungsdefizite sollten visualisiert aufbereitet werden. Sie könnten unterschieden werden nach Pflichtaufgaben (z. B. Hochwasserschutz) und Zusatzaufgaben (z. B. Erlebbarkeit der Gewässer), Dringlichkeit des Tätigwerdens und anderen Kriterien. Auf dieser Grundlage könnten die kommunalen Prioritäten bei der Gewässerunterhaltung, -pflege und –entwicklung basieren. Die Defizitanalyse könnte als Grundlage für die konkrete Maßnahmenplanung und Abstimmung mit den Flächennutzern und Besitzern (insbesondere Land- und Forstwirten) sowie mit weiteren Planungen wie z. B. der Bauleitplanung oder des Naturschutzes dienen. Für die Gewässer, welche unter die WRRL fallen, stellen hierbei die Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne bzw. ihre Hintergrunddokumente eine Arbeitsgrundlage dar. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind jedoch hinsichtlich gewässerspezifischer Wirkungen im Kontext von Extremereignissen wie Starkniederschlägen, Hochwasser und Niedrigwassersituationen, wie sie im Zuge des Klimawandels erwartet werden, neu zu bewerten. Auch Synergieeffekte zu anderen Zielen wie sie oben genannt sind, wären dabei zu berücksichtigen und können als Priorisierungskriterien herangezogen werden.

Der Umsetzungsprozess der kommunalen Konzepte der Gewässerentwicklung bedarf einer kontinuierlichen Begleitung. Die Konzepte sind in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren und fortzuschreiben.

Formal muss es sich nicht um klassische Planungsdokumente handeln; vielmehr sind auch informelle Konzepte möglich. Dabei sollte Wert auf ein funktionierendes GIS in der Gemeinde gelegt werden, welches ortskonkret die Daten für die kommunalen Gewässersysteme beinhaltet und standardisierte Analysen ermöglicht.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Maßnahme wirkt mittel- bis langfristig für das Erreichen resilienter und/oder robuster Gewässerläufe, die auch unter extremen klimatischen Verhältnissen ihre Funktionen aufrechterhalten. Die finanzielle Förderung der Erarbeitung integrierter Gewässerentwicklungskonzepte dient der erhöhten Motivation der Entscheidungsträger zur Umsetzung von Maßnahmen der Klimaanpassung im Bereich der Gewässerunterhaltung, -pflege und –entwicklung.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahme bezieht sich insbesondere auf Gewässer 2. Ordnung, für welche eine besondere Betroffenheit von den Auswirkungen des Klimawandels absehbar ist, bei gleichzeitig geringen verfügbaren Ressourcen zur Durchführung von Anpassungsmaßnahmen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien sind in Bezug auf die Ziele des Hochwasserrisikomanagements, des Naturschutzes sowie der städtebaulichen bzw. ländlichen Entwicklung zu erwarten, da die Erreichung ihrer Ziele gleichberechtigt zu Zielen der ökologischen Gewässerentwicklung an den Gewässern analysiert wird.

Beispiel: Gesamtkonzept Gewässerentwicklung in der Landeshauptstadt Dresden
Die LH Dresden integriert die Anforderungen von Gewässerschutz und Hochwasserrisikomanagement in einem Gewässerentwicklungskonzept, welches Ziele und Maßnahmen zum Erosionsschutz, zur Pflege und Entwicklung, ökologischen Durchgängigkeit, Renaturierung, Offenlegung und zum Hochwasserrückhalt ortskonkret vorschlägt. Neben der Analyse der Anforderungen des Gewässerschutzes (Naturnähe) und des Hochwasserschutzes werden gleichberechtigt Aussagen zur Erlebbarkeit und Gestaltung der Gewässerabschnitte getroffen.

Ein gewachsenes Gesamtkonzept für Gewässerentwicklung - Hochwasser-Risikomanagement – Erosionsschutz am Gewässersystem Leubnitzbach/ Koitzschgraben/Blasewitz-Grunaer Landgraben (Quelle: Umweltamt Landeshauptstadt Dresden)

Alle Planungsgrundlagen sind in ein kommunales GIS „Cardo" eingebunden, dessen Viewerfunktion allen Sachbearbeitern zur Verfügung steht. Innerhalb kurzer Zeit sind daraus die Ziele der Gewässerentwicklung bzw. Schwerpunktsetzung für alle Gewässerabschnitte ersichtlich. Für die Umsetzung sind dann konkrete Unterlagen für die Maßnahmenplanung notwendig.

Maßnahmen, die im Zuge der WRRL durch das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie vorgeschlagen werden, können ebenfalls angezeigt werden. Sie werden als ein Kriterium in die konkrete Maßnahmenplanung der Stadt einbezogen.

Dieses Fachkonzept der Gewässerentwicklung könnte und sollte zukünftig auch um Aspekte des Niedrigwassermanagements und einzugsgebietsbezogene Aussagen zum Umgang mit wild abfließendem Wasser ergänzt werden.

Bisher erfolgt keine Priorisierung von Maßnahmen. Die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Gewässerentwicklungskonzepts ist von „Windows of Opportunities" geprägt. Das können neue Bauvorhaben sein, bei denen die Maßnahmen der Gewässerentwicklung als Ausgleichsmaßnahmen im Zuge der Eingriffsregelung durchgeführt werden (z. B. Bau der A 17), Stadtentwicklungsmaßnahmen (z. B. Projekt „Soziale Stadt" in Reick), Maßnahmen im Zuge der Hochwasserschadensbeseitigung, Maßnahmen im Zuge der Sanierung bestehender Querbauwerke (z. B. Umbau Absturzrampe in rauhe Rampe), Festsetzungen zum Gewässer innerhalb von Bauleitplanung/Bebauungsplan, aber auch die Renaturierung eines Gewässerabschnitts als „Lückenschluss" zwischen bestehenden, bereits finanzierten Renaturierungsmaßnahmen.

Zurück zum Programmtext

Ausbau der Beratungsleistungen für Kommunen zu Gewässerunterhaltung,-pflege und-entwicklung

Akteur
Freistaat Sachsen/SMUL

Beschreibung
Im Zuge des Klimawandels nimmt die Bedeutung der Gewässerunterhaltung und -pflege vermutlich zu. Eine ökologisch und ökonomisch angemessene Unterhaltung der Gewässer, gestützt auf die Forderungen der europäischen Wasserrahmenrichtlinie, stellt hohe technische und fachliche Anforderungen an die Städte und Gemeinden. Vielen kleineren Kommunen ist zwar bewusst, dass sie verantwortlich für die Unterhaltung ihrer Gewässer sind (§ 32 SächsWG). Ihnen fehlt jedoch die Erfahrung, welche fachlichen Teilaufgaben damit verbunden sind und wie sie umgesetzt werden können. Hier ist der Freistaat aufgefordert, unterstützend tätig zu werden. In diesem Rahmen sollte er weiterhin Aufklärungs- und Schulungsarbeit leisten und dabei auf die zukünftig steigenden Anforderungen durch den Klimawandel hinweisen. Bestehende etablierte Fortbildungsreihen sollten dafür genutzt und weiterhin unterstützt werden.

Zudem besteht ein vordringlicher Bedarf an fachlicher Beratung der Kommunen, den die unteren Wasserbehörden in der Regel aufgrund ihrer dünnen personellen Ausstattung nicht leisten können. Die Untersuchung gewässerspezifischer Anforderungen, die aus geänderten klimatischen Bedingungen resultieren, bedarf daher zwingend der Unterstützung durch den Freistaat Sachsen. Hierfür sollte der Freistaat Ansprechpartner benennen.

Ein praktischer Teil dieser Beratung könnte im Rahmen der bereits verpflichtend und in regelmäßigen Abständen durchzuführenden *Gewässerschauen an oberirdischen Gewässern (§ 93 SächsWG)* durchgeführt werden. Die Beratung könnte auch für die Analyse von Problemen im Zuge des Klimawandels und die diesbezügliche Schulung von Unterhaltungslastträgern genutzt werden (s. u.). Praktisch scheitert die Realisierung von Beratungen im Zuge der Gewässerschauen derzeit an mehreren Punkten:

- mangelnde Zeit- und Personalkapazitäten im täglichen Geschäft
- teilweise bestehender Weiterbildungsbedarf für Fragen der Gewässerentwicklung in der Landesdirektion und in den unteren Wasserbehörden
- Fokussierung der unteren Wasserbehörden auf die Umsetzung bestehender Wasserrechte (die Bearbeitung von zukunftsgerichteten Fragen der naturnahen Gestaltung der Gewässerstruktur rückt im täglichen Vollzug in den Hintergrund).

Eine wirkliche Beratung der Kommunen setzt das Benennen einer verantwortlichen Stelle mit entsprechender personeller Untersetzung voraus. Mögliche Organisationsformen werden unter der Überschrift *„Umstrukturierung der Gewässerschauen gem. § 93 SächsWG und inhaltliche Erweiterung um Klimaanpassungsaspekte*" in diesem Maßnahmenblatt diskutiert.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Eine natürliche Ausprägung der Gewässerstruktur bietet gute Voraussetzungen für die Gewässerorganismen, mit klimatisch bedingt verstärkt auftretenden Niedrigwasser- und Hochwassersituationen umzugehen. Gerade die Gewässer mit kleinen Einzugsgebieten, für welche Pflege, Entwicklung und Unterhaltung in die Zuständigkeit der Kommunen und Landkreise fällt, sind von den Auswirkungen des Klimawandels durch zunehmende Wasserstandsschwankungen (häufige Starkregenereignisse verbunden mit Überschwemmungen, Niedrigwasserstände verbunden mit periodischem Trockenfallen) und eine schnelle Rückkopplung erhöhter Lufttemperatur auf die Wassertemperatur besonders betroffen.

Der Ausbau der bestehenden Schulungsveranstaltungen um Klimawandelaspekte und der Ausbau der Beratungsangebote für Kommunen dient der erhöhten Motivation der Entscheidungsträger und Befähigung der verantwortlichen Amtsträger zur Umsetzung von Maßnahmen der Klimaanpassung im Bereich der Gewässerunterhaltung, -pflege und –entwicklung. Die Maßnahme wirkt mittel- bis langfristig für das Erreichen resilienter und / oder robuster Gewässerläufe, die auch unter extremen klimatischen Verhältnissen ihre Funktionen aufrechterhalten.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Angebot für alle interessierten Kommunen

Synergien und Zielkonflikte
Synergien sind in Bezug auf Ziele des Hochwasserrisikomanagements, die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie, die Ziele des Naturschutzes und möglicherweise der städtebaulichen bzw. ländlichen Entwicklung zu erwarten.

Die Maßnahme gilt analog für → Ziel 2.6 im Zusammenhang mit den dort aufgeführten Maßnahmen sowie für das → Ziel 2.7 im Zusammenhang mit → Maßnahme 2.7.2.

Nutzen und Ausweiten der DWA-Gewässer-Nachbarschaften als Schulungsträger für klimawandelbedingte Herausforderungen in der Gewässerunterhaltung, -pflege und -entwicklung
Ein etabliertes Instrument zur Schulung von Unterhaltungslastträgern sind die Gewässer-Nachbarschaften des DWA-Landesverbandes Sachsen/Thüringen. Sie stellen permanente Schulungs- und Gesprächskreise zur naturnahen Gewässerunterhaltung dar. Jede Nachbarschaft wird durch einen Lehrer, Mitarbeiter einer Wasserbehörde oder der Landestalsperrenverwaltung, fachlich geleitet. Die Modellregion ist den Gewässer-Nachbarschaften „Obere Elbe" sowie „Weiße Elster-Mulde" zugeordnet. Ein Obmann, Mitarbeiter eines Ingenieurbüros oder Landschaftspflegeverbandes unterstützt den Lehrer in fachlichen und organisatorischen Fragen. Das ehrenamtliche Engagement der Lehrer und Obleute ermöglicht es bisher, in jeder Gewässer-Nachbarschaft jährlich zwei Nachbarschaftstage als eintägige Veranstaltungen mit einem theoretischen und einem praktischem Teil durchzuführen. Eine Ausweitung der etablierten Gewässer-Nachbarschaften zur Vermittlung der besonderen Anforderungen der Gewässerunterhaltung und –entwicklung im Zuge des Klimawandels wäre wünschenswert. Der praktische Erfahrungsaustausch zu Betroffenheiten, Managementansätzen und die Schulungsmöglichkeiten stellen ein flexibel nutzbares Instrument des Wissenstransfers dar.

Inhaltliche Erweiterung der Gewässerschauen gem. § 93 SächsWG um Klimaanpassungsaspekte
Ursprünglich als „Kontrollinstrument" angelegt, dienen die Gewässerschauen gleichzeitig der ortskonkreten Problemanalyse. Die Schaukommissionen sind als interdisziplinäres Gremium aus Vertretern der unteren Wasserbehörde, der Unteren Naturschutzbehörde, der Landesdirektion, der zuständigen Behörden der Land- und Forstwirtschaftsverwaltung, der Fischereibehörde und der Gewässerunterhaltungspflichtigen konzipiert. Ein Aufgreifen der besonderen Anforderungen der Klimaanpassung durch die Gewässerunterhaltungslastträger innerhalb der Gewässerschauen setzt voraus, dass die Unteren Wasserbehörden, welchen die Leitung der Gewässerschauen obliegt, entsprechend geschult sind.

Verbesserte Institutionalisierung der Aufgabe Beratung zur Gewässerunterhaltung
Die oben angesprochenen Probleme der derzeitigen praktischen Umsetzung von Gewässerschauen in Sachsen legen nahe, dass die Gewässerschauen nur als praktische Beratungsleistung geeignet sind, wenn größere strukturelle Probleme beseitigt werden. Eine ständige Beratung der Kommunen, insbesondere auch vor dem Hintergrund der Herausforderungen des Klimawandels, setzt die Benennung einer verantwortlichen Stelle voraus, mit entsprechender Bereitstellung der personellen Ressourcen an dieser Stelle. Vorstellbar wäre beispielsweise die Erweiterung des Aufgabenfeldes der Landestalsperrenverwaltung (LTV) um die Beratung der Kommunen im Bereich der Gewässerunterhaltung,-pflege und -entwicklung mit entsprechender Ausstattung an geschultem Personal.

Die Gemeinden sollten von der Regelung des § 32 Abs. 2 SächsWG Gebrauch machen, wonach sie sich zur Erfüllung ihrer Gewässerunterhaltungsaufgaben zu Zweckverbänden zusammenschließen können.

Zurück zum Programmtext

Anlegen natürlicher Sedimentationsbarrieren zur Verminderung der Kolmation der Gewässersohle bei zunehmenden Starkregenereignissen

Akteure
Träger der Unterhaltungslast gem. § 32 SächsWG (Kommunen, Freistaat Sachsen / LTV)

Beschreibung
Verstärkt auftretende lokale Starkregenereignisse führen zu einem zunehmenden Eintrag erodierter Materialien. Die Gewässersohle kolmatiert bzw. versandet. Gegenmaßnahmen der Unterhaltungslastträger sind eine extensive, verdichtende Begrünung der Gewässerrandstreifen sowie das Anlegen von Aufwallungen und Sedimentationsbereichen im Auenbereich. Stoffe, welche partikelgebunden, meist in Verbindung mit extremen Witterungsereignissen und überwiegend mit dem direkten Oberflächenabfluss aus der Fläche in das Gewässer eingetragen werden, wie z. B. Sedimente, Geschiebe, Phosphor und Keime, werden in Uferrandstreifen mit einem hohen Wirkungsgrad eliminiert.

Diese kurzfristig umsetzbare Maßnahme erfordert, wie eine Vielzahl von Maßnahmen der Gewässerentwicklung, ausreichend verfügbare Flächen im Nebenschluss der Gewässer. Für die Bereitstellung erforderlicher Flächen und damit zur Lösung von Zielkonflikten zwischen Landnutzern und Gewässerschutz können fachplanerische Instrumente wie die zielgerichtete Ausweisung von Kompensationsflächen (Eingriffsregelung nach BNatSchG) oder Flurneuordnungsverfahren (§ 41 FlurbG: Nutzen zur schadlosen Abführung von Oberflächenabfluss im Wege- und Gewässerplan) beitragen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Im Zuge des Klimawandels wird ein häufigeres Auftreten von Starkniederschlägen projiziert. Damit verbunden sind die Dominanz schneller Abflusskomponenten und hieraus resultierender Wassererosion auf erosionsanfälligen Flächen. Wegen der aktuell schon hohen Wassererosionsgefährdung sächsischer Ackerflächen ist die möglichst flächenhafte Anwendung erosionsverhindernder Maßnahmen erforderlich. Unter Berücksichtigung der Klimaprojektionen steigt die Notwendigkeit der Anwendung von vorsorgenden Maßnahmen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die im Rahmen des Klimawandels projizierte Zunahme der Intensität von Starkregenereignissen, v. a. im Sommerhalbjahr, führt zu einer Zunahme der Wassererosionsgefährdung v. a. auf schluffreichen, oftmals stärker geneigten Ackerböden der Löss- und Sandlösslandschaften (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz). Vor allem bei konventioneller Bodenbearbeitung mit dem Pflug und im Zeitraum direkt nach der Saatbettbereitung bis zur Ausbildung eines schützenden Pflanzenbestandes bzw. direkt nach der Ernte führen hier Starkniederschläge zu einer infiltrationshemmenden Oberflächenverschlämmung, in der Folge zu einer verminderten Infiltration, der Zunahme des Oberflächenabflusses und damit zu verstärkter Erosion. Mögliche Folgen sind Schäden on-site, wie Beeinträchtigung der Filter-, Puffer- und Speicherfunktion des Bodens für Nährstoffe und Niederschlagswasser, die Verletzung und Vernichtung von Kulturpflanzen oder die Verlagerung von Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. „Off-site" können Schäden entstehen durch Einträge von Sedimenten sowie Nähr- und Schadstoffen in Gewässer oder die Verschmutzung von Verkehrswegen, Siedlungsflächen und Gräben.

Synergien und Zielkonflikte

Synergien: Die Begrünung von Gewässerrandstreifen kann positive Auswirkungen auf Ziele des Naturschutzes entfalten, z. B. durch die Schaffung wertvoller Lebensräume.

Zielkonflikte: Es liegt im Interesse des Landwirtes, den Verlust an Bodenfruchtbarkeit seines Hauptproduktionsmittels durch Erosion auf das Mindestmaß zu reduzieren. Trotz ergriffener Maßnahmen verbleiben aber häufig Beeinträchtigungen anderer Schutzgüter (wie Gewässer). Viele erforderliche „off-site"-Maßnahmen könnten aufgrund der vorherrschenden Eigentums- und Pachtverhältnisse an der Flächenbereitstellung scheitern. Die Bereitstellung der Flächen hängt von der Bereitschaft der derzeitigen Nutzer (insbesondere Land- und Forstwirtschaft) ab, die Flächennutzung aufzugeben.

Das Anlegen von Aufwallungen und Sedimentationsbereichen kann in Konflikt mit Zielen im Naturschutz treten, insbesondere wenn im Auenbereich derzeit geschützte Sekundärbiotope vorliegen die nicht nässetolerant sind.

Beispiel: Sedimentfallen im Uferbereich

Sedimentfang Dresden Leubnitzbach (Foto: Umweltamt Landeshauptstadt Dresden)

Zurück zum Programmtext

Herstellen einer ausreichenden Beschattung durch standortgerechte Gehölze zur Temperaturstabilisierung

Akteure
Träger der Unterhaltungslast gem. § 32 SächsWG (Kommunen, Freistaat Sachsen / LTV)

Beschreibung
Dort, wo natürlicherweise uferbegleitende Vegetation zu erwarten wäre, sollte diese (wieder-) hergestellt werden, um die Wirkung des Klimawandels auf die maximalen Wassertemperaturen zu mindern. Die Ufervegetation limitiert den Licht-(Energie-)Eintrag in die Fließgewässer, insbesondere, wenn es sich um Gehölze oder höhere Stauden handelt. Das wirkt sich positiv auf die Wassertemperatur aus und begünstigt zudem die Nährstoffretention im Gewässer (eine biogene Sohlenabdichtung durch Algenaufwuchs wird verhindert, der Kontakt zum Biofilm des Hohlraumsystems im sedimentären Untergrund, bestehend aus Kies und Geröll (sog. Hyporeisches Interstitial), bleibt erhalten). In das Gerinne reichende Wurzeln standortgerechter Vegetation entfalten zudem hydrologisch-hydraulische Wirkungen und wirken Erosion und Sedimenttransport entgegen (insbes. Wurzeln von Erlen, DVWK - Merkblatt 220 „Integrierter Hochwasserschutz").

Im Vergleich zu anderen Maßnahmen der Gewässerentwicklung ist diese Maßnahme relativ einfach plan- und umsetzbar. Gehölzpflanzungen im Uferbereich zählen zur Gewässerunterhaltung und sind nicht zustimmungspflichtig durch den Eigentümer (§ 39 WHG). Außerhalb des Uferbereichs ist die Zustimmung der Eigentümer Voraussetzung, ebenso wie die Verfügbarkeit der Flächen.

Eine kontinuierliche Pflege des Gehölzbestands ist als Folgemaßnahme vorzusehen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Insbesondere bei kleineren Fließgewässern führt der Wegfall der Ufervegetation zur Erhöhung der Wassertemperatur. Offenbar treten dabei auch deutliche Unterschiede je nach den vorherrschenden Baumarten auf (z. B. Sridhar V. et al. 2004, Moore et al. 2005, Caissie 2006).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
In Sachsen sind die Ufer von Fließgewässern außerhalb von Waldgebieten nur auf 113 km von 6.439 km mit standorttypischen Gehölzen bestanden. Ein Großteil der Fließgewässer grenzt ohne schützende Gehölze, Grün- oder Saumstreifen direkt an intensiv landwirtschaftlich genutzte oder besiedelte Flächen (LfULG 2008, 2010). Die Maßnahme sollte an allen Ufern, insbesondere an solchen von kleineren Fließgewässern außerhalb von Waldgebieten, die noch keinen standorttypischen Gehölzbewuchs aufweisen, durchgeführt werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Sicherung standortgerechter Gehölze im Uferbereich bzw. in Gewässerrandstreifen hat neben der Temperaturstabilisierung zahlreiche positive Nebeneffekte. Sie dienen der natürlichen Ufer- und Sohlsicherung und mindern gleichzeitig den Kraut- und Wasserpflanzenbewuchs (auch durch Neobiota, → Maßnahme 2.4.1). Durch eine verbesserte Standsicherheit können die Uferbereiche auch gegenüber verstärkt auftretenden kleineren Hochwasserereignissen besser gerüstet sein. Standorttypische Gehölze werten den Lebensraum Gewässer auf (→ Ziel 2.5) und dienen als Nahrungsquelle für Wasserorganismen. Dadurch sind sie auch für das Erreichen der Ziele der WRRL von Relevanz. Sie können positive Effekte zur Landschafts- und Ortsbildgestaltung haben und als Windschutz und Pufferstreifen für diffuse Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel dienen.

Zielkonflikte: Fließgewässerbegleitende Gehölze können einen Konflikt zum Hochwasserschutz darstellen, wenn sie die Abflussverhältnisse derart ändern, dass Rückstaueffekte in vulnerable Flächen auftreten. Außerdem können sich Konflikte mit dem Naturschutz ergeben, wenn schützenswerte aquatische und semiaquatische Pflanzen und Tiere keine Verschattung und sich daraus ergebende Temperaturabsenkung tolerieren (z. B. die FFH-Art Grüne Keiljungfer benötigt besonnte Flächen).

Standortgerechte Bepflanzung der Ufer und Gewässerrandstreifen an Gewässern der Landeshauptstadt Dresden

Derzeit ist das Pflanzen von Bäumen eine der Hauptmaßnahmen der Gewässerentwicklung in der Landeshauptstadt Dresden. Vorteil ist neben der Temperaturstabilisierung auch die Unterdrückung von Grasaufwuchs und damit verbunden der Wegfall von Mähmaßnahmen.

Standortgerechte Bepflanzung der Ufer und Randstreifen (Foto: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt 2012)

Quellen

CAISSIE, D. (2006): The thermal regime of rivers: a review. Freshwater Biology 51, 1389-1406.

LfULG (2008): Infomaterial Managementplan für FFH-Gebiete Handreichung für Flächennutzer und -eigentümer. Dresden.

LfULG (2010): Gewässerrandstreifen URL: http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6406.htm (Zugriff: 20.03.2012).

MOORE, R. D.; SPITTLEHOUSE, D. L.; STORY, A. (2005): Riparian microclimate and stream temperature response to forest harvesting: a review. Journal of American water resources association, 41(4), 813-834.

SRIDHAR, V. et al. (2004): Prediction of stream temperature in forested watersheds. Journal of American Water Resources Association, 40(1), 97-213.

Zurück zum Programmtext

Ausbinden von Fließgewässern aus bestehenden Stillgewässern zur Verminderung von deren Erwärmung

Akteure
Träger der Unterhaltungslast gem. § 32 SächsWG (Kommunen, Freistaat Sachsen / LTV)

Beschreibung
Fischhaltungsanlagen, welche als Netzgehege oder Durchflussgehege vom Gewässer direkt durchflossen werden, tragen über das Ablaufwasser zusätzliche Stofffrachten in das Hauptgewässer ein und beeinflussen die Temperatur im Gewässer durch längere Standzeiten in der Fischhaltung.

Der vollständige Aufstau ständig fließender Gewässer ist sowohl im Hinblick auf die Ziele der WRRL als auch im Hinblick auf zusätzliche Belastungen durch den Klimawandel nicht vertretbar. Insbesondere sommerkühle Gewässer (Salmonidengewässer) sollten keine künstlichen Temperaturerhöhungen erfahren. Ein bisheriger Aufstau des Hauptgewässers sollte wo möglich entfernt werden und das Gewässer durch Umbinden der z. T. fischereiwirtschaftlich genutzten Stillgewässer vom Hauptgewässer in den Nebenschluss entlastet werden. In Niedrigwassersituationen kann dadurch eine extreme Erwärmung vermieden werden. Die Entnahme von Wasser für Teiche ist nur bei genügend hohem Mindestabfluss im Fließgewässer zulässig. Im wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren für das Entnehmen aus dem Fließgewässer und Wieder-Einleiten in das Fließgewässer (Erlaubnis- bzw. Bewilligungverfahren) ist deshalb der projizierte Temperaturanstieg durch den Klimawandel zu berücksichtigen.

Die Verlegung des Stillgewässers in den Nebenschluss bedarf als Gewässerausbau grundsätzlich einer Plangenehmigung bzw. Planfeststellung nach § 68 WHG. Die bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnisse für die Wasserentnahme und das Einleiten sind durch die Unteren Wasserbehörden entsprechend zu überarbeiten.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die projizierte Erwärmung der Lufttemperatur kann insbesondere in sommerlichen Niedrigwasserperioden zu einer extremen Erwärmung von Stillgewässern führen. Die Wassertemperatur durchfließender Fließgewässer wird dadurch ebenfalls stark erhöht.

Die Ausbindung der Fließgewässer erreicht kurz- bis langfristig das Aufrechterhalten der Funktionen der Fließgewässer (Selbstreinigung, Rückzugsraum) auch bei hohen sommerlichen Wassertemperaturen im Stillgewässer.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahme sollte insbesondere am Oberlauf kleinerer Fließgewässer in der Modellregion Dresden durchgeführt werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Es ergeben sich Synergieeffekte zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Förderung des guten morphologischen Zustands, von Leitfischarten und Makrozoobenthos) sowie zu naturschutzfachlichen Zielen (Förderung des Vorkommens von Leitarten des Naturschutzes, z. B. Eisvogel, Fischotter).

Zielkonflikte: Konflikte können während der Niedrigwassersituationen auftreten, insofern der festgelegte Mindestabfluss bzw. eine eingeschränkte Wasserentnahme die fischereiwirtschaftliche Nutzung von Teichen im Nebenschluss einschränkt.

Umverlegung der Prießnitz am Rossendorfer Teich
Bestehende Situation: Der Rossendorfer Teich und die unterstrom anschließenden Schenkhübelteiche befinden sich im Hauptschluss des Baches, d. h. sie werden von der Prießnitz durchströmt. Die Folge sind eine extreme Erwärmung des Wasserkörpers in den Sommermonaten sowie eine hohe Belastung des Wassers mit Nährstoffen und Schlämmen. Die natürliche Geschiebefracht ist in diesen Bereichen vollständig unterbrochen. Ein Teilabschnitt der Prießnitz westlich der Radeberger Landstraße ist verrohrt, der Abfluss aus dem Rossendorfer Teich erfolgt ebenfalls durch einen Rohrdurchlass DN300.

Entwicklungsziel: die Prießnitz erhält ein neues naturnahes Bett, die Teiche befinden sich im Nebenschluss des Baches.

Bedeutung für die Gewässerstruktur und Strömungsvielfalt: Auf insgesamt 600 m Länge erhält die Prießnitz unmittelbar unterhalb ihrer Quelle ihr natürliches Bachbett und natürliche morhpologische Verhältnisse (Temperatur, Sohlstruktur, Geschiebehaushalt, Strömungsverhalten etc.) zurück.

Umverlegung Prießnitz am Rossendorfer Teich (Quelle: Landeshauptstadt Dresden Umweltamt 2012)

Zurück zum Programmtext

Analyse der Auswirkungen klimatisch bedingter Änderungen der Abflussverhältnisse auf die Verlagerung von Schadstoffen in Fest- und Schwebstoffen

Akteure
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Kooperation mit Forschungseinrichtungen

Beschreibung
Die projizierte Zunahme von Starkregenereignissen und Niedrigwasserperioden wird Auswirkungen auf die Menge von Sedimenten und Schwebstoffen in Fließgewässern haben. So kann das Gefahrenpotenzial einer Region als Schadstoffquelle exponentiell mit den auftretenden Abflüssen und den entsprechend geänderten Sohlschubspannungen ansteigen (Heise, Claus 2005). Die hohe wirtschaftliche Notwendigkeit eines risikoorientierten Sedimentmanagements zeigen die ansteigenden Mengen des bei Unterhaltungsbaggerungen im Gebiet des Hamburger Hafens anfallenden Materials, das aufgrund der vorhandenen Konzentration teilweise kostenintensiv an Land verwertet bzw. deponiert werden muss (Heise, Claus 2005).

Die Auswirkungen von Sedimentmenge und –qualität auf die Parameter zur Beschreibung des ökologischen und chemischen Zustands sind noch unzureichend bekannt. Zusammenhänge zwischen Sedimentmenge, Verlagerungsmuster, Erosion und Ablagerung sowie Pfaden (neuer) Schadstoffe sind in der Regel unvollständig verstanden. Eine Weiterentwicklung von konzeptionellen Sedimentflussmodellen (engl. conceptual sediment flux models) und Schadstofftransportmodellen ist unter Einbeziehung der Auswirkungen des Klimawandels notwendig (SedNet Secretariat 2010).

Die Maßnahme umfasst daher die Ausschreibung von und Beteiligung an neuen Forschungsarbeiten und Studien sowie die fortlaufende Integration der Ergebnisse in die Bewirtschaftungsplanung nach WRRL (Aktualisierung der Bestandsaufnahme: 2013, der Bewirtschaftungsplanung: 2015, sechsjähriger Turnus). Dafür ist eine Abstimmung in den Bund-Länder-Gremien bzw. innerhalb der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) vorzunehmen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die wirtschaftliche Notwendigkeit eines risikoorientierten Sedimentmanagements kann im Zuge klimabedingt verstärkt auftretender Starkregenereignisse und damit verbundener Verlagerungen von Stoffen und anschließender Ablagerung steigen. Ohne das Verständnis der veränderten Sediment- und damit verbundenen Schadstoffverlagerungsmuster unter veränderten klimatischen Bedingungen fehlen die Grundlagen für ein derartiges Management. Sowohl für vorsorgendes Management als auch Reagieren auf Verlagerungsprozesse fehlt die wissenschaftliche Grundlage.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Der innerhalb der Modellregion Dresden gelegene Elbabschnitt und Teile des Mulde-Einzugsgebiets sind bereits heute als Gebiete mit höherer Schadstoffbelastung bekannt, die als Quellen für stromabwärts gelegene Regionen fungieren können. Das Gebiet um Schmilka ist gekennzeichnet durch Belastungen mit PCB und PAK (in geringerem Maße auch Cadmium), Quecksilber und DDT; das Gebiet um Zehren und Dommitzsch durch HCB. Da sich beide in das Kontaminationsmuster stromaufwärts einpassen, muss hier untersucht werden, ob zusätzlich zum Eintrag Oberstrom tatsächlich regionale Quellen vorhanden sind. Sedimente im Einzugsgebiet der Mulde sind durch Arsen, Cadmium, Quecksilber, Zink, HCH, DDT, PAK und TeBT (in geringerem Maße auch Blei, HCB und TBT) und Dioxine/Furane belastet (Heise et al. 2005).

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Es ergeben sich Synergieeffekte zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Erreichen des guten chemischen Zustands).

Quellen
HEISE, S. ; CLAUS, E. (2005): Studie zur Schadstoffbelastung der Sedimente im Elbeeinzugsgebiet. Ursachen und Trends (im Auftrag von Hamburg Port Authority).

SEDNET SECRETARIAT (2010): Report on the 2nd SedNet Round Table Discussion. Integration of Sediment in River Basin Management. Hamburg, 6-7 October 2009. URL: http://www.sednet.org/download/Integration-of-Sediment-in-River-Basin-Management.pdf

Zurück zum Programmtext

Einsatz erosionsmindernder Verfahren zur Bodenbewirtschaftung im Einzugsgebiet von Talsperren und Oberflächenwasserkörpern mit hoher stofflicher Belastung aus diffusen Quellen

Akteure
Land- und Forstwirtschaft

Beschreibung
Die Sicherung einer ausreichenden Wasserversorgung beginnt bereits bei der Qualitätssicherung der Zuflüsse der Talsperren bzw. der Bewirtschaftung des Einzugsgebietes. Auch an Gewässern, die keine Zuläufe von Talsperren darstellen, gilt, dass die Form der Landnutzung im Einzugsgebiet bereits entscheidend die Menge ausgetragenen Materials und eingetragener Stoffe in die Gewässer bzw. die vorhandene Wasserqualität bestimmt.

Die stoffliche (Vor-)Belastung eines Gewässers durch Einträge von Nähr- und Schadstoffen aus diffusen Quellen und Punktquellen im Einzugsgebiet sollte daher so gering wie möglich sein, um eine möglichst hohe Selbstreinigungskapazität im Gewässer während der angesprochenen Niedrigwasserperioden und Starkregenereignisse zu erreichen.

Durch die Anpassung der Bewirtschaftungsform kann der Eintrag von Bodenmaterial in die anliegenden Gewässer entscheidend minimiert werden. Die verschiedenen Verfahren der landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Nutzung, welche dabei insbesondere zum Tragen kommen, werden unten kurz vorgestellt und Grenzen der Einsetzbarkeit im Einzugsgebiet von Talsperren angesprochen. Maßnahmen zum Erosionsschutz werden primär in → Kapitel II.3 aufgegriffen und erläutert, dort allerdings vor dem Hintergrund der Ertragssicherung durch Erhalt des produktionssichernden Mediums Boden.

Handelt es sich um Einzugsgebiete von Trinkwassertalsperren, ist die konventionelle landwirtschaftliche Bewirtschaftung in der Regel bereits durch die Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten und die Bestimmungen der jeweiligen Schutzgebietsverordnung eingeschränkt. Im Zuge des Klimawandels sind diese Einschränkungen nochmals zu überprüfen.

Für die Umsetzung der Maßnahmen sind Land- und Forstwirte, Behörden auf Landesebene (z. B. durch das Auflegen von Förderprogrammen, Pilotprojekten, fachlichen Empfehlungen) und Behörden auf Landkreisebene (z. B. durch Ausweisen von Trinkwasserschutzgebieten und Kontrolle des Einhaltens von Ge- und Verboten) zuständig.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die im Zuge des Klimawandels projizierte Zunahme von Starkniederschlägen erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass durch eine Zunahme von Bodenerosion Schwebstoffe und Dünge- bzw. Pflanzenschutzmittel direkt oder über die Vorflut in die Oberflächengewässer gelangen. Dies kann sowohl die Qualität von Oberflächenwasser als auch die Rohwasserbeschaffenheit in Talsperren negativ beeinflussen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Vor allem auf schluffreichen, oftmals stärker geneigten Ackerböden der Löss- und Sandlösslandschaften (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz) besteht bereits heute eine hohe Erosionsneigung der Böden. Die im Rahmen des Klimawandels projizierte Zunahme der Intensität von Starkregenereignissen, v. a. im Sommerhalbjahr, führt zu einer Zunahme der Wassererosionsgefährdung dieser Regionen. Trinkwassertalsperren in der Region sind die Talsperren Lehnmühle, Klingenberg, Gottleuba sowie die Speicher Altenberg und Radeburg. Sie liegen in der Mehrzahl im Mittelgebirgsraum des Erzgebirges.

Brauchwassertalsperren in der Modellregion sind die Talsperren Malter, Wallroda, Nauleis, Kauscha und der Speicher Radeburg I. Hier sind auch zahlreiche Speicher im Flachland, allerdings weniger in den Lössgebieten, verortet.

Der Atlas der Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer (Halbfaß et al. 2009) lässt folgende regionale Verteilung von Stoffeinträgen in Gewässer vermuten: Schwerpunkte der diffusen P-Einträge liegen in Sachsen aufgrund der dort autretenden hohen partikelgebundenen P-Verlagerung im

Sächsischen Lösshügelland. Hinzu kommen vergleichsweise hohe gelöste P-Einträge über Drainagen aufgrund hoher Drainflächenanteile. Es folgen Mittelgebirge und Vorland (38 % bzw. 37 %). Ein Drittel der diffusen P-Einträge stammt aus siedlungswasserwirtschaftlichen Quellen. Diffuse N-Einträge in die Oberflächenwasserkörper sind in den Lössgebieten vergleichsweise niedrig, höhere Einträge werden dagegen in den Mittelgebirgen und Vorländern erreicht.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Es ergeben sich Synergieeffekte zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Erreichen des guten chemischen Zustands).

Zielkonflikte: Konflikte können sich im Zusammenhang mit der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung ergeben, wenn eine Einschränkung der Bewirtschaftung über die gute fachliche Praxis hinaus erfolgt. Für Trinkwassertalsperren werden diese Nutzungskonflikte im Rahmen der Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten geregelt.

Einsatz von Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung
Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung wie Mulchsaat oder Direktsaat senken wirksam das Erosionsrisiko. Konservierende Bodenbearbeitung verzichtet ganzflächig auf den Einsatz des Pfluges und nutzt nichtwendende Bodenbearbeitungsverfahren. Dabei verbleiben die Erntereste auf/im Oberboden, wodurch sich ein stabiles, wenig verschlämmungsanfälliges Bodengefüge ausbilden kann. Durch die ganzjährige Bodenbedeckung wird das Erosionsrisiko gesenkt. Mit dem Verzicht auf pfluglose Bodenbearbeitung geht gleichzeitig der Verzicht auf eine mechanische Unkrautbekämpfung einher. Dies kann zum erhöhten Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln führen. Wichtig ist hierbei, auf die richtige Mittelauswahl und –anwendung zu achten, damit die negativen Auswirkungen auf die Qualität der Oberflächengewässer minimiert werden.

Etablierung von Zwischenfrüchten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet von Talsperren
Der Anbau von Zwischenfrüchten auf erosionsanfälligen Flächen im Einzugsgebiet von Talsperren sorgt für eine ganzjährige Bedeckung der Bodenoberfläche. Dies stellt eine effektive Maßnahme zur Vermeidung von Erosion dar, reduziert die Freisetzung und den Austrag von Nährstoffen. Die Fixierung von Nährstoffen im Boden macht eine Reduzierung des Düngemitteleinsatzes möglich.

Aufforstung von Acker- und Grünlandstandorten im Einzugsgebiet von Trinkwassertalsperren
Aufforstungen im Einzugsgebiet von Trinkwassertalsperren leisten einen erheblichen Beitrag zur Sicherung und Stabilisierung der Wasserqualität der Oberflächengewässer. Die Nährstoffeinträge aus Waldökosystemen sind wesentlich geringer als aus Flächen mit Acker- oder Grünlandnutzung. Gleichzeitig senken Wälder das Erosionsrisiko und erhöhen die Wasserretention in der Fläche. Die höhere Verdunstungsleistung von Waldökosystemen geht allerdings einher mit einer geringeren Gebietswasserspende, v. a. in Niedrigwasserperioden.

Etablierung von Kurzumtriebsplantagen im Einzugsgebiet von Trinkwassertalsperren
Kurzumtriebsplantagen leisten ähnlich wie Aufforstungen einen großen Beitrag zur Sicherung der Wasserqualität. Sie senken das Erosionsrisiko und die Nährstoffausträge aus der Fläche, und erhöhen die Wasserretention im Gebiet. Darüber hinaus führen sie zu einer Anreicherung von Humus im Oberboden, der Ausbildung eines stabilen Bodengefüges mit Makroporen. Dies wirkt sich positiv auf die Wasserqualität von Oberflächengewässern aus. Allerdings kann der vergleichsweise hohe Wasserverbrauch von KUP vor allem in niederschlagsarmen Regionen zu einem erheblichen Absinken des Grundwasserspiegels führen. Für umliegende Feuchtgebiete und das Artenspektrum können damit negative Folgen verbunden sein. Deswegen sind Pufferzonen zu angrenzenden Habitaten und geeignete Randstrukturen wie breite Hecken von großer Bedeutung. Die Anlage von KUP kann, insbesondere wenn sie auf vorher intensiv genutzten Ackerflächen erfolgt, mit positiven Auswirkungen für die Artenvielfalt verbunden sein. Das Anlegen großflächiger KUP-Monokulturen dagegen ist in Bezug auf die Artenvielfalt kritisch zu sehen. Eine spätere Rückumwandlung der Kurzumtriebsplantagen in Acker- oder Grünlandnutzung muss auf schonende Weise ausgeführt werden, um negative Auswirkungen auf die Wasserqualität zu verhindern. Weiterführende Ausführungen zu KUP finden sich in den → Maßnahmen 3.6.2 und 5.6.2.

Quelle
HALBFAß, S.; GEBEL, M.; FRIESE, H.; GRUNEWALD, K.; MANNSFELD, K. (2009): Atlas der Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Zurück zum Programmtext

Dargebots- bzw. grundwasserstandsabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmemengen

Akteure
Wasserbehörden

Beschreibung
Die dargebots- bzw. grundwasserstandsabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmemengen kann als ein Instrument zur flexiblen Anpassung von Entnahmemengen an die Auswirkungen der klimawandelbedingten Änderung der Grundwasserneubildung und die daraus resultierenden projizierten stärkeren Schwankungen der Grundwasserstände im Jahresverlauf genutzt werden.

Durch die ortsbezogene Festlegung von Grenzgrundwasserständen können sensible Bebauung oder empfindliche Ökosysteme vor entnahmebedingten, temporär unverträglich niedrigen Grundwasserständen geschützt werden.

Die Maßnahme kann bei der Erteilung neuer wasserrechtlicher Erlaubnisse sofort umgesetzt werden. Für bestehende Wasserrechte ist eine Anpassung erst mittel- bzw. langfristig möglich. Eine Anpassung bestehender Rechte ist dann geboten, wenn bereits vor Ablauf des Nutzungsrechtes erkennbar negative Auswirkungen auf den Wasserhaushalt festzustellen sind.

Versorgungsalternativen können beispielsweise luft- statt wassergekühlter Kälteaggregate für Spitzenlastzeiten sein. In der Stadt Dresden wird diese Vorgehensweise bereits praktiziert.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Bei möglicherweise abnehmenden Grundwasserdargeboten im Zuge des Klimawandels wird ein gleichzeitig steigender Bedarf an Wasserentnahmen für Klimatisierung im urbanen Raum und für die landwirtschaftliche Bewässerung in landwirtschaftlich geprägten Gebieten projiziert.

Außerdem werden im Jahresverlauf zukünftig stärkere natürliche Schwankungen der Grundwasserstände zu erwarten sein. Sind die Grundwasserstände jahreszeitlich aufgrund geringer Neubildung bereits niedrig, so können auch Entnahmemengen, die das mittlere Dargebot nicht überschreiten und deshalb im Jahresdurchschnitt grundsätzlich unbedenklich sind, zu temporär unverträglich niedrigen Grundwasserständen führen. Die Festlegung ortsbezogener Grenzgrundwasserstände, die nicht unterschritten werden dürfen, ist ein Mittel, um sensible Bebauung oder empfindliche Ökosysteme zu schützen. Die Maßnahme ist eine No-regret-Maßnahme und kann jederzeit an den sich entwickelnden Erkenntnisfortschritt angepasst werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahme ist besonders in dicht bebauten Gebieten mit einem hohen Nutzungsdruck auf das Grundwasser von erhöhter Relevanz. In der Dresdner Innenstadt entfaltet sie bereits derzeit eine hohe praktische Bedeutung. Sie kann aber ebenso im Umfeld sensibler grundwasserabhängiger aquatischer Ökosysteme wichtig sein.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die dargebots- bzw. grundwasserstandsabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmemengen trägt sowohl zum Schutz und zur Revitalisierung grundwassergeprägter aquatischer Ökosysteme, als auch zum Schutz setzungsempfindlicher Bausubstanz bei.

Zielkonflikte: Die Begrenzung der nutzbaren Wassermenge kann mit Zielen des Klimaschutzes und der angestrebten vermehrten Nutzung des Energieträgers Grundwasser konfligieren.

Zurück zum Programmtext

Technische Einrichtungen zur Rohwasserentnahme, Unterwasserabgabe und Hochwasserentlastung in verschiedenen Entnahmehorizonten von Talsperren

Akteur
Landestalsperrenverwaltung (LTV)

Beschreibung
Flexible Steuerungsmechanismen der Talsperren ermöglichen eine den tatsächlich auftretenden Abfluss- und Qualitätsparametern angepasste Bewirtschaftung, die auch im Zuge der beschriebenen Herausforderungen unter geänderten klimatischen Bedingungen zum Einsatz kommen können (vgl. ATT 2009).

In Folge der Erhöhung der Wassertemperaturen und Zunahme von Starkregenereignissen können negative Veränderungen der Wasserbeschaffenheit in Talsperren auftreten. Eutrophierung und Blaualgenentwicklung können die Wasserqualität in den oberen Schichten der Talsperre während der Sommermonate stark beeinträchtigen. Eine hohe Sauerstoffzehrung über Grund kann zur Freisetzung redoxsensitiver Schadstoffe wie Mangan und Phosphor aus dem Sediment führen. Auch können während langer Trockenperioden die Konzentration von Schadstoffen im Wasserkörper ansteigen und das nutzbare Hypolimnionvolumen im Vergleich zum stärker belasteten Epilimnionvolumen schrumpfen. All diese Prozesse lassen sich durch die Wahl des Entnahmehorizontes für Rohwasser und für zusätzliche Nutzungsanforderungen (Hochwasserentlastung, ökologische Mindestwasserabgabe an den Unterlauf) beeinflussen.

Für die Wahl des Entnahmehorizonts bedarf es technischer Entnahmeeinrichtungen, die heute noch nicht in allen Talsperren in der Modellregion vorhanden sind. Im Zuge der Unterhaltung und Instandsetzung von Talsperren sind möglichst viele der Talsperren in der Modellregion mit entsprechenden technischen Einrichtungen auszurüsten.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Unter dem Einfluss des Klimawandels erhöhen sich abhängig von wärmeren Lufttemperaturen und wärmeren Zuflüssen die Wassertemperaturen in den Talsperren der REGKLAM-Modellregion Dresden. Gleichzeitig verändern sich auch die Schichtungsphasen in den Talsperren, was wiederum mit veränderten physikalisch-chemischen Prozessen und Verschiebungen im Artenspektrum verbunden ist.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahme ist für jede Talsperre individuell zu prüfen und umzusetzen und im Zuge notwendiger Unterhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zu realisieren.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Neben der Trinkwassernutzung haben Talsperren häufig weitere Funktionen, wie Hochwasserschutz, Niedrigwasseraufhöhung oder Erholungsnutzung. Auch sie profitieren von flexibleren Steuerungsmöglichkeiten der Wasserentnahme, da die Möglichkeit, Wasser aus unterschiedlichen Horizonten der Talsperre zu entnehmen, auch die Optimierungsmöglichkeiten zwischen den verschiedenen Nutzungsinteressen erhöht.

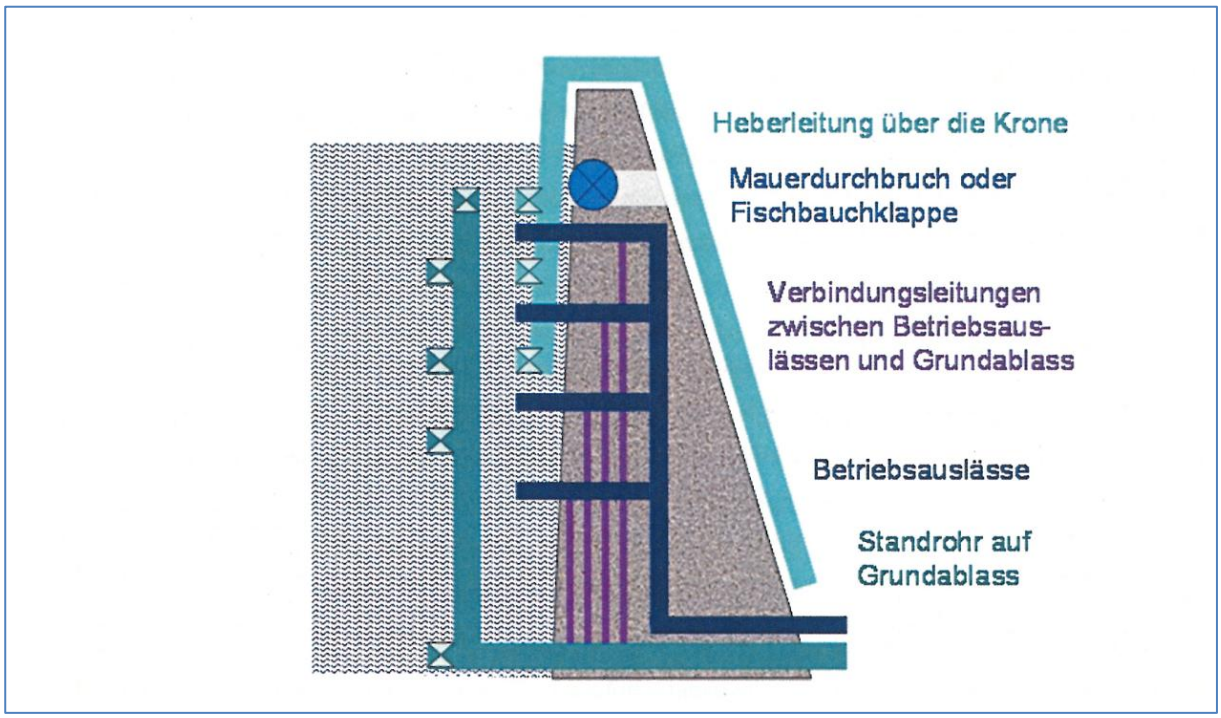
Möglichkeiten der Rohwasserentnahme, Unterwasserabgabe und Hochwasserentlastung aus Epilimnion, Metalimnion, Hypolimnion und über den Grundablass von Talsperren (ATT 2009)
Während der Stagnationsphase im Sommer sollte die Rohwasserentnahme in der Regel aus dem unteren Bereich des Hypolimnions erfolgen, um eine möglichst hohe Wassererneuerung im Tiefenwasser zu gewährleisten. Hierdurch wird Wasser aus den tiefsten Schichten mit der potenziell höchsten Sauerstoffzehrung über den Basisabfluss in solchen Mengen in den Unterlauf abgeleitet, dass das Unterschreiten einer kritischen Sauerstoffkonzentration zum Ende der Stagnationsperiode weitgehend ausgeschlossen werden kann.

Zum Einsetzen der frühsommerlichen Stagnationsphase sollte die Talsperre möglichst gefüllt sein. Ist eine Schichtung bereits ausgebildet, bewirkt ein weiteres Auffüllen der Talsperre keine Vergrößerung des nutzbaren Hypolimnion. In diesem Fall schichtet sich die Sprungschicht sehr tief ein.

Das nutzbare Hypolimnion bleibt verhältnismäßig klein (Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt IntegTa: veröffentlicht in ATT 2009)

Ist mittelfristig ein unzulässiger Abbau des Hypolimnions durch die Regelabgaben und Trinkwasserentnahmen prognostiziert, kann es sinnvoll sein, das Hypolimnion zu schonen. Sind entsprechende Entnahmeeinrichtungen vorhanden, kann stattdessen die Unterwasserabgabe zeitweilig nicht über die Grundablässe, sondern aus dem Meta- bzw. Epilimnion erfolgen. Dies gilt umso mehr, je niedriger der Stauspiegel und je kleiner das Hypolimnion zum Zeitpunkt der Herausbildung der thermischen Schichtung sind. Notwendig kann dies beispielsweise bei lang andauernden Trockenperioden werden, wie sie im Zusammenhang mit dem Klimawandel projiziert werden. Allerdings ist dabei zu beachten, dass mangels Durchströmung der tiefsten Schichten eine verstärkte Sauerstoffzehrung über Grund stattfinden kann und dadurch redoxsensitive Elemente wie Mangan und Phosphor aus dem Sediment freigesetzt werden können. Diese müssen kontinuierlich oder als Spülschwall an den Unterlauf abgeführt werden, bevor ein kritischer Schwellenwert erreicht wird. Aus gütewirtschaftlichen Gesichtspunkten ist daher eine mindestens erforderliche Wassererneuerung der tiefsten Schichten durch Rohwasserabgaben über den Grundablass sicherzustellen. Alle darüber hinausgehenden Wasserentnahmen/-abgaben können unter den normalen hydrologischen Verhältnissen vollständig aus dem Meta- oder Epilimnion erfolgen.

Auch für den Hochwasserfall sollten Entlastungseinrichtungen vorgesehen werden, die aus stofflich stärker belasteten meta- und epilimnischen Schichten erfolgen und dadurch das Hypolimnion schonen. Im Zusammenhang mit den Auswirkungen von Herbsthochwassern auf die Wasserbeschaffenheit kann es notwendig sein, den zu belassenen Stauinhalt am Ende der Sommerstagnation aus gütewirtschaftlicher Sicht höher anzusetzen, als es aus mengenwirtschaftlicher Sicht für notwendig erachtet wird.



Denkbare technische Möglichkeiten zur Gewährleistung tiefenvariabler Unterwasserabgaben und Hochwasserentlastungen (ATT 2009)

Quelle

ATT (ARBEITSGEMEINSCHAFT TRINKWASSERTALSPERREN e. V.) (2009): Integrale Bewirtschaftung von Trinkwassertalsperren gemäß DIN 19700. Band 7, Oldenbourg Industrieverlag.

Zurück zum Programmtext

Ableiten von Schadstoffen über den Grundablass nach Starkregenereignissen, lang anhaltenden Niederschlägen und zur vorbeugenden Schadstoffentlastung

Akteur
Landestalsperrenverwaltung (LTV)

Beschreibung
Nähr-, Humin- und Schadstoffe können durch kurzfristigen Spülschwall über den Grundablass reduziert werden. Um einer Akkumulation dieser Stoffe im Sediment vorzubeugen, wird ebenfalls eine regelmäßige Tiefenwassererneuerung durch Unterwasserabgabe vorgenommen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Unter Klimawandelbedingungen erhöhen sich abhängig von wärmeren Lufttemperaturen und wärmeren Zuflüssen die Wassertemperaturen in den Talsperren der REGKLAM-Modellregion Dresden. Gleichzeitig verändern sich auch die Schichtungsphasen in den Talsperren verbunden mit veränderten physikalisch-chemischen Prozessen und Verschiebungen im Artenspektrum. Damit können reduktive Bedingungen über dem Talsperrengrund und eine daraus resultierende Freisetzung von Schadstoffen wie Mangan oder Phosphor verbunden sein.

Außerdem kann ein verstärktes Auftreten von Starkniederschlägen zum verstärkten Auftreten von Stoßbelastungen durch Nährstoffe, Huminstoffe und Schadstoffe aus dem Einzugsgebiet führen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahme ist für jede Talsperre individuell zu prüfen und umzusetzen und im Zuge notwendiger Unterhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zu realisieren.

Synergien und Zielkonflikte
Zielkonflikte: Unterwasserabgaben zur Schadstoffentlastung in der Talsperre sind verbunden mit Nähr-, Humin- und/oder Schadstoffeinträgen in das unterliegende Fließgewässer. Die ökologischen Folgen dieser Stoffeinträge sind vor Durchführung der Maßnahme abzuschätzen und in die Entscheidung für die Maßnahme und ihre Art der Ausführung einzubeziehen.

Spülschwall über den Grundablass zur präventiven Ableitung von Nähr-, Humin- und Schadstoffen aus Talsperren (ATT 2009)
Während der Sommerstagnation ist aus gütewirtschaftlichen Gesichtspunkten eine mindestens erforderliche Wassererneuerung der tiefsten Schichten durch Rohwasserabgaben über den Grundablass sicherzustellen (→ Maßnahmenblatt 2.12.5a). Spülschwall bzw. kontinuierliche Unterwasserabgabe bieten hier nicht nur die Möglichkeit diesjährigen anaeroben Verhältnissen und damit verbundenen Qualitätsverschlechterungen im Wasser entgegenzuwirken, sie beugen auch der langjährigen Akkumulation von Schad- und Laststoffen vor. Sie sollten demnach als Präventionsmaßnahme für Jahre mit angespanntem Wasserhaushalt regelmäßig geprüft und durchgeführt werden.

Während der Vollzirkulation (vertikale Stoff- und Dichtegradienten sind gering) ist eine Beeinflussung der Wassergüte durch Steuerung der Unterwasserabgaben nur in Ausnahmefällen möglich. Solche besonderen Situationen können eintreten, wenn sich z. B. während der Schneeschmelze große Mengen stark getrübten Wassers aufgrund der durch den hohen Gehalt an suspendierten Partikeln oder gelösten Tausalzen gesteigerten Dichte grundnah einschichten und schnell bis zur Talsperrenmauer ausbreiten. In solchen Fällen ist es empfehlenswert, durch kurzzeitig erhöhte Unterwasserabgaben in Form eines Spülschwalles über die Grundablässe feindisperse Trübstoffe ebenso wie gelöste Substanzen wie z. B. Nähr- und Huminstoffe durch die Talsperre hindurchzuleiten, bevor sie in die Wassersäule eingemischt werden. Ähnliches gilt auch für mit dem Klimawandel verbundene langanhaltende Niederschläge oder nach Starkregenereignissen im zeitigen Frühjahr, Herbst oder Winter.

Bei jeglichen Unterwasserabgaben zur Schadstoffentlastung in der Talsperre sind die ökologischen Folgen für das Fließgewässer unterhalb der Talsperre zu beachten.

Quelle
ATT (ARBEITSGEMEINSCHAFT TRINKWASSERTALSPERREN e. V.) (2009): Integrale Bewirtschaftung von Trinkwassertalsperren gemäß DIN 19700. Band 7, Oldenbourg Industrieverlag.

Zurück zum Programmtext

Ermittlung der derzeitigen und zukünftigen Gefährdung durch Überstau- und / oder Überflutungsereignisse aus dem Kanalsystem und beispielhafte Entwicklung einer Anpassungsmaßnahme

Akteure
Entwässerungsunternehmen, Stadtplanungsamt, Straßen- und Tiefbauamt

Beschreibung
Im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der voraussichtlichen Zunahme von Starkregenereignissen sind in der Literatur vermehrt neue Ansätze zu finden, die eine gezielte oberirdische Ableitung bzw. Speicherung von überstautem Wasser aus der Kanalisation berücksichtigen. Hintergrund ist die Ableitung und Lenkung der Abflüsse aus Gefährdungsbereichen („Notabflussweg"). Eine Übertragbarkeit der „multifunktionalen Flächennutzung" auf die Speicherung von aus dem Kanalnetz austretendem Mischwasser auf Spiel- oder Parkflächen erscheint aus hygienischen Gründen unzulässig. Notfalls können Flächen wie Parkplätze oder Straßen zur Zwischenspeicherung dienen, die gegebenenfalls einfach zu reinigen sind.

Interessant erscheint jedoch die Schaffung von „Notabflusswegen" auch bei aus der Kanalisation austretendem Mischwasser, da es sich um eine Maßnahme zur Abwehr möglicher Gefahren handelt.

Um die Auswirkungen zu analysieren muss die bestehende Situation bewertet werden. Die Bewertungskriterien müssen in Zusammenarbeit mit den städtischen Fachbereichen und weiteren Institutionen entwickelt werden. Neben den rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten sind in diesem Zusammenhang u. a. auch ökologische, hygienische sowie städtebauliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Am Beispiel eines definierten Gebiets im Stadtteil Friedrichstadt (Lupengebiet), welches ebenfalls in anderen REGKLAM-Teilprojekten betrachtet wird, erfolgt parallel eine detaillierte Abschätzung des Gefahrenpotenzials, das von aus der Kanalisation austretendem Wasser ausgeht. Die Ergebnisse der Untersuchungen im ‚Lupengebiet' bilden die Grundlage für eine übertragbare Methode zur Analyse der Überstaugefährdung und der Auswahl der entsprechenden Anpassungsmaßnahmen.

Darstellung des Teiluntersuchungsgebiets „Lupengebiet" Dresden- Friedrichstadt
Die Veränderung der Überstausituation infolge des potenziellen Klimawandels wurde für das gesamte Dresdner Stadtgebiet betrachtet. Beispielhaft werden detaillierte Untersuchungen für ein Teilgebiet diskutiert. Für die Betrachtung des Gefahrenpotenzials von aus dem Kanalnetz austretendem Wasser sowie die Entwicklung verschiedener Strategien zur Minimierung der potenziellen Schäden wurde daher exemplarisch ein Gebiet im Stadtteil Friedrichstadt ausgewählt.

Tabelle: Kennzahlen des Lupengebietes Friedrichstadt.

Kategorie	Kenndaten
Einzugsgebiet[1)]	A_{ges}: 92,6 ha, 4.082 Einwohner, A_{red}: 47,3 ha, 51 % befestigt
Oberflächengefälle	1 % (ermittelt via DGM); geeignet für dezentrale Versickerungsanlagen
Bebauung lt. Flächennutzungsplan	Wohnbaufläche, Straßenverkehrsflächen, gemischte Bauflächen, gemischte Bauflächen mit hohem Arbeitsstättenanteil
Vorhandene Gebäude etc.	Städtisches Krankenhaus Friedrichstadt, Schulen, gesundheitlichen Zwecken dienende Gebäude und Einrichtungen, Kirchen und kirchlichen Einrichtungen dienende Gebäude und Einrichtungen, Friedhof
Versickerung / Böden	Bindige Bedeckung über Grundwasserleiter 0-4 m

[1)] im Kanalnetzmodell; Haltungen innerhalb der Grenze des Lupengebiets (85,2 ha) berücksichtigt; Haltungsflächen können über die Grenze hinausgehen

Die Abbildung zeigt das ausgewählte Gebiet, das westlich an die Dresdner Altstadt grenzt. Im Norden wird es durch die Flutrinne der Elbe bzw. den Sportpark begrenzt, im Süd-Westen befindet sich der Güterbahnhof Friedrichstadt. Weitere Informationen zum Einzugsgebiet sowie zum dort vorhandenen Kanalnetz sind der folgenden Tabelle zusammengestellt.

In dem Gebiet sind relativ viele öffentliche Gebäude (Krankenhausareal) sowie größere Bereiche mit Brachflächen vorhanden. Der Grundwasserflurabstand in dem Gebiet ist größer als zwei Meter. Die vom Umweltamt der Stadt Dresden zur Verfügung gestellten Karten zeigen, dass die Bodenbeschaffenheit hinsichtlich einer Versickerung vereinzelt „günstig" und zum größeren Teil „weniger günstig" ist.

Ergebnisse der Untersuchung und Empfehlung von Anpassungsmaßnahmen:

Im „Lupengebiet" Friedrichstadt werden für die potenziellen Überflutungsbereiche beispielhaft oberirdische Ableitungsmöglichkeiten in ein Gewässer oder auf Freiflächen mit einem geringen Schadenspotenzial gesucht.

Tabelle: Steckbrief zu den durchgeführten Betrachtungen

Grundlage:	Kanalnetzmodell Prognosezustand saniert
Lastfall:	Euler II T=20 a; D=60 Minuten
Zustand:	Klimawandel (Projektion 2050)
Maßnahme:	Suchen von Ableitungswegen für das Überstauwasser zu Gewässern und Freiflächen mit geringem Schadenspotenzial

Auf der Grundlage der im Rahmen der Überflutungsprüfung definierten Überstaubereiche mit potenzieller Gefährdung sowie der mit Hilfe des digitalen Geländemodells für die Stadt Dresden bestimmten Fließwege und Senken werden Ableitungswege und Standorte für Flutmulden ermittelt. Im Rahmen einer Ortsbegehung werden die Ableitungswege und Standorte der Flutmulden überprüft und ggf. verifiziert.

Die Ermittlung des erforderlichen Abflussgerinnes (z. B. Rechteckgerinne mm: 2000/300 mm) erfolgte in Anlehnung an das Arbeitsblatt A110 für den Spitzenabfluss, der aus den überstauten Schächten im Bereich resultiert.

Die Straßenunterführung Löbtauer Straße (Nr. 1a) ist ein ausgeprägter lokaler Tiefpunkt, so dass eine oberirdische Ableitung des Überstauwassers nicht möglich ist. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, die Leistungsfähigkeit des vorhandenen Pumpwerks zur Straßenentwässerung an die Erfordernisse bei Extremereignissen anzupassen. Das Pumpwerk ist an den Hauptkanal Löbtauer Straße angeschlossen. Die Ableitung der erhöhten Wassermengen in den Hauptkanal Löbtauer Straße ist hydraulisch für den betrachteten Lastfall möglich. Inwieweit bei anderen Lastfallkombinationen die Ableitung im Hauptkanal Löbtauer Straße gewährleistet ist, sollte in jedem Fall geprüft werden.

Die vorgeschlagenen Abmessungen der Ableitungsrinnen für die anderen Überstaubereiche Weißeritzstr./Friedrichstr (Nr. 2) und Hohenthalplatz (Nr. 3) stellen eine beispielhafte Dimensionierung dar, die in Abhängigkeit der konkreten Randbedingungen angepasst werden kann.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden auf der Grundlage der hydraulischen Berechnungsergebnisse, der Informationen des digitalen Geländemodells sowie der Ergebnisse einer Ortsbegehung erstellt. Für die Realisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist eine umfassende Prüfung weiterer Kriterien (Städtebau, Verkehr, Recht etc.) notwendig.

Tabelle: Zusammenstellung der Maßnahmen: Oberirdische Ableitung des Überstauwassers

Nr.	Lage	$\sum V_{Überstau}$ [m³]	$Q_{max,Überstau}$ [m³/s]	Dimension	Maßnahme
1a	Straßenunterführung Löbtauer Str.	12	0,025	-	Anpassung der Leistung des vorhandenen Pumpwerks
1b	Gleisdreieck Roßthaler Str.	109	0,173	-	Ableitung in eine Flutmulde im Gleisdreieck
2	Weißeritzstr./ Friedrichstraße	203	0,323	RE 2000/300, Länge ~ 85m $J_{s,m}$ ~ 0,1 %	Ableitung in eine Flutmulde mit möglichem Überlauf ins Kanalnetz
3	Hohenthalplatz (KH Friedrichstadt)	143	0,221	RE 700/300 Länge ~ 820m $J_{s,m}$ ~ 0,4 %	Ableitung zur Flutrinne der Elbe
Hinweis: Die überstauten Schächte (08K7/08K8) in der Seminarstr. werden aufgrund der geringen Überstauvolumen (<5 m³) nicht betrachtet.					

Aus den gewonnen Erkenntnissen lassen sich grundsätzliche Maßnahmenpakete für den Umgang mit Überstauereignissen ableiten.

Tabelle: Priorisierte Maßnahmenpakete zum Umgang mit Überstauereignissen (itwh 2012)

Stufe	Beschreibung	Ziele	Grundlagen etc.	Weiteres Vorgehen
M.0	Objektschutz	Schutz einzelner Objekte	Lage-,Gebäudeplan	nicht möglich? => M.1
M.1	Reduzierung von befestigten Flächen	Priorität: Abflussvermeidung in kritischen Einzugsgebieten	Karten: Grundwasser, Gebäude, Landschaftsplaner	Modelltechnische Berechnung der Veränderung, wenn weiterhin Gefährdung => M.2
M.2	Steuerung des Kanalnetzes	Umleitung von Abflüssen, Nutzung von vorh. Speichervolumina, Gezielte Entlastungen vornehmen	Prüfung anhand Kanalnetzplänen, ob Potenzial besteht, modelltechnische Entwicklung	Modelltechnische Berechnung der Veränderung, wenn weiterhin Gefährdung => M.3
M.3	Beseitigung lokaler hydraulischer Engpässe	Gefahrlose Ableitung im Kanalnetz; auf wenige Haltungen begrenzte Engpässe erweitern	Prüfung anhand von Kanalnetzplänen bzw. Modell	Modelltechnische Berechnung der Veränderung, wenn weiterhin Gefährdung => M.4
M.4	Oberirdische Notabflusswege	Ableitung des aus Kanälen ausgetretenen Wassers zur Speicherung, in Vorflut, in anderen Kanalabschnitt	DGM & DOM, Begehung, Entwicklung mit Städte-u. Landschaftsbau	Wenn nicht realisierbar => M.5
M.5	Großflächige Erweiterung der Kanalquerschnitte	Gefahrlose Ableitung im Kanalnetz	Prüfung anhand von Kanalnetzplänen bzw. Modell	-

Quellen

itwh (2012): REGKLAM - Auswirkungen des Klimawandels auf das Überstauverhalten der Dresdner Kanalisation. REGKLAM Teilprojekt 3.2.4, Erläuterungsbericht. Dresden.

DWA (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. DWA-Themenband T1/2013.

Zurück zum Programmtext

Anwendung moderner Applikationsverfahren wie Injektionsdüngung und Einsatz stabilisierter Dünger zur Erhöhung der Nährstoffeffizienz unter trockenen Bedingungen

Akteure
Landwirte, Behörden (SMUL, LfULG)

Beschreibung
Unter trockenen Bedingungen und auf trockenstressgefährdeten Standorten, v. a. auf sandigen Böden im nördlichen Teil der Modellregion Dresden (z. B Heidegebiet) sind besondere Applikationsverfahren wie die Injektionsdüngung sowie stabilisierte Dünger anzuwenden. Vor allem die Injektionsdüngung bietet die Möglichkeit, auch bei ausgetrockneter Bodenoberfläche eine gute Stickstoffwirkung zu erzielen.

Injektionsdüngung
Bei der Injektionsdüngung wird der Nährstoff, z. B. N in Form einer Ammoniumlösung in den Boden injiziert (auch CULTAN-Düngung). Somit wird im Boden ein relativ stabiles Depot angelegt, aus dem sich die Pflanze bedarfsabhängig ernähren kann. Das Depot wird durch die Pflanzenwurzeln aktiv erwachsen. In der folgenden Abbildung sind die Vor- und Nachteile dieses Verfahrens zusammenfassend aufgelistet.

Technologische Vorteile	Physiologische Vorteile
- Flüssigdünger – kein „Lösen“ nötig → sichere Düngewirkung - da Depotbildung, nur eine Gabe nötig (besonders die 2. N-Gabe ist oft in ihrer Wirkung durch Trockenheit beeinflusst) - gut kombinierbar mit konservierender Bodenbearbeitung - weniger Unkraut ⇔ Wasserkonkurrenz	- Ernährung der Pflanze in Abhängigkeit von Kohlenhydratstatus (kein Überwachsen der Bestände/keine vegetative Fehlentwicklung) → weniger Verdunstung - besseres Wurzelsystem - dickere Zellwände/niedrigere Transpirationsraten - gesündere Pflanzen ⇔ weniger stressanfällig

✚ Reduktion der Auswaschungsverluste ✚ Nährstoffe nicht erosionsgefährdet ✚ Einsparung von Arbeitsgängen, Arbeitszeit und Diesel	
	⬇ teure Technik bzw. Abhängigkeit vom Lohnunternehmer ⬇ Ausbringung der gesamten N-Menge zu Vegetationsbeginn ohne Kenntnis der Witterung ⬇ häufig noch keine teilschlagspezifische Düngung angeboten

Vor- und Nachteile der Injektionsdüngung (Farack 2010)

Viele Faktoren sprechen für eine bessere N-Wirkung der Injektionsdüngung im Vergleich zur konventionellen Düngung bei Trockenheit. Besonders auf leichten, trockenen Standorten bzw. in Jahren mit ausgeprägter Frühsommertrockenheit kann die Injektionsdüngung eine gute Alternative zur Standard-N-Verteilung sein und für eine bessere Nährstoffverfügbarkeit unter diesen Bedingungen sorgen.

Stabilisierte Dünger
Eine weitere Möglichkeit zur Sicherung der Nährstoffversorgung unter Trockenbedingungen ist der Einsatz stabilisierter Dünger. Vor allem bei ausgeprägter Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit zeigen diese auf Trockenstandorten ihre Vorteile.

Auf Standorten mit geringen Ackerzahlen (vorwiegend sandige Substrate) kann ein nennenswerter Mehrertrag v. a. bei geringen Niederschlägen bzw. Trockenheit erzielt werden. Auf guten Standorten mit hohen Ackerzahlen sind dagegen kaum nennenswerte Mehrerträge bzw. erst bei extrem geringen Niederschlägen (d. h. extremer Trockenheit) zu erzielen.

Das Zusammenfassen der 2. und 3. N-Gabe in Form von stabilisierten Düngern bei Wintergetreide und Anwendung stabilisierter N-Dünger zum Schossen stellt eine Maßnahme zur Anpassung für Regionen mit Vorsommertrockenheit (v. a. D-Standorte, z. B Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal) dar.

Generell sollte die Düngung bedarfsgerecht erfolgen, um größeren Bilanzüberschüssen vorzubeugen. Hierbei sind sowohl die N_{MIN}-Gehalte im Frühjahr, als auch die Bestandesentwicklung und der danach angepasste Erwartungsertrag mit einzubeziehen und bei der Düngebedarfermittlung zu berücksichtigen. Hierbei sollte die 2. bzw. 3. Gabe bedarfsgerecht nach Schnelltests oder mit Hilfe von Sensoren, möglichst auch teilschlagspezifisch ausgebracht werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Unter variableren Klimabedingungen mit häufigeren Extremereignissen wird eine angepasste und effiziente Düngung immer schwieriger und stellt die Landwirte vor immer größere Aufgaben. Zum einen muss eine ausreichende Nährstoffversorgung des Pflanzenbestandes für hohe und stabile Erträge gesichert werden, zum anderen sollen möglichst ausgeglichene Bilanzen erzeugt werden, um mögliche Auswaschungsverluste und Umweltbelastungen zu minimieren und möglichst zu vermeiden. Größere Bilanzüberschüsse (N) treten dann auf, wenn der erwartete Zielertrag aufgrund von Extremjahren nicht erzielt werden kann (Bsp. 2003) und somit die gedüngte Menge nicht vom Bestand verwertet wird. Um ein ausreichendes Ausgleichspotenzial zu schaffen, ist eine ausreichende Grundnährstoffversorgung, speziell eine ausreichende K-Versorgung, sicherzustellen und technische Möglichkeiten zu nutzen. Auf trockenstressgefährdeten Standorten bieten die Injektionsdüngung und der Einsatz stabilisierter Dünger hierbei Möglichkeiten zum einen die Nährstoffe (v. a. N) auch bei Trockenheit pflanzenverfügbar zu machen und andererseits einer späteren Auswaschung vorzubeugen.

Der Einsatz von Injektionsverfahren und stabilisiertem Dünger sollte Standort-, Kultur- und Bedarfs-spezifisch erfolgen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
V. a. auf sandigen Böden im nördlichen Teil der Modellregion Dresden (z. B Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal) und auf trockenstressgefährdeten Standorten, sind die Injektionsdüngung sowie stabilisierte Dünger anzuwenden, um zum einen die Nährstoffe auch bei Trockenheit pflanzenverfügbar zu machen und andererseits einer Auswaschung vorzubeugen. Auf besseren Standorten und bei ausreichender Wasserversorgung (Lössgebiet, Mittelgebirge und Vorland) können diese Verfahren aufgrund der höheren Aufwendungen bei max. gleichem Ertrag mit den Standardverfahren nicht mithalten und stellen daher derzeit noch keine Anpassungsmaßnahme dar.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien zum Gewässer- und Naturschutz durch verminderte Auswaschungsgefahr von Nährstoffen.

Quelle
FARACK, K. (2010): Injektionsdüngung - Nährstoffverfügbarkeit auch bei zunehmender Trockenheit. 1. REGKLAM-Workshop „Landwirtschaft im Klimawandel". Nossen, 30.03.2010. URL: www.regklam.de.

Zurück zum Programmtext

Strip-till Verfahren zu verschiedenen Reihenkulturen

Akteure
Landwirte, Behörden (SMUL, LfULG)

Beschreibung
Erosion stellt in der landwirtschaftlichen Produktion einen Problembereich dar, da hierbei wertvoller Ackerboden und mit ihm auch z. B Nährstoffe, PSM und Humus abgetragen werden, somit die Ertragsfähigkeit des Standortes beeinflussen und auf der anderen Seite zu einer Belastung z. B von Gewässern durch diese Stoffe führen kann. Die Streifenbearbeitung (‚Strip-till') bietet den Vorteil, dass nur die Streifen in denen die Pflanzen (Reihenkulturen) stehen bearbeitet werden, die Fläche dazwischen bleibt unbearbeitet. Durch dieses Verfahren können die Vorteile einer konservierenden Bodenbearbeitung für den Pflanzenbestand mit den erosionsmindernden/-verhindernden Eigenschaften der „Direktsaat" kombiniert werden. Sowohl bei der Streifenbearbeitung als auch der Direktsaat kann die Erosion durch ein Extremereignis z. T fast vollständig verhindert werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die im Rahmen des Klimawandels im Trend zu erwartende Zunahme der Intensität von Starkregenereignissen, v. a. im Sommerhalbjahr führt zu einer Zunahme der Wassererosionsgefährdung v. a. auf schluffreichen, stärker geneigten Ackerböden der Löss- und Sandlössregionen (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz). Vor allem bei konventioneller Bodenbearbeitung mit dem Pflug und im Zeitraum direkt nach der Saatbettbereitung bis zur Ausbildung eines schützenden Pflanzenbestandes führen Starkniederschläge zu einer infiltrationshemmenden Oberflächenverschlämmung, in der Folge zu einer verminderten Infiltration, der Zunahme des Oberflächenabflusses und damit zu verstärkter Erosion. Mögliche Folgen sind Schäden on-site, wie Beeinträchtigung der Filter-, Puffer- und Speicherfunktion des Bodens für Nährstoffe und Niederschlagswasser, die Verletzung und Vernichtung von Kulturpflanzen oder die Verlagerung von Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. „Off-site" können Schäden entstehen durch Einträge von Sedimenten sowie Nähr- und Schadstoffen in Gewässer oder die Verschmutzung von Verkehrswegen, Siedlungsflächen und Gräben.

Aufgrund zahlreicher Synergieeffekte und wegen der guten Wirksamkeit hat diese Maßnahme, insbesondere auf erosionsgefährtdeten Standorten, grundsätzlich eine hohe Priorität.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
In der Modellregion treten die höchsten Erosionsgefährdungen auf den Löss- und Sandlössböden im Lösshügelland, in einem Band südlich von Dresden und das Elbtal hinauf, sowie östlich von Dresden auf. Hier finden sich die für eine landwirtschaftliche Produktion besten Böden Sachsens, woraus sich auch ein hoher Anteil an Ackernutzung ergibt.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien zum Gewässer-, Hochwasser- und Naturschutz durch Minderung der Erosion und damit z. B des Eintrages von Nährstoffen und Pflanzenschutzmittelrückständen in Oberflächengewässer, sowie der Erhöhung der Strukturstabilität und Infiltrationsleistung der Böden mit positiven Wirkungen auf Aspekte der Hochwasservorsorge.

Zielkonflikte: Es bestehen Konfliktpotenziale zum Naturschutz durch standortabhängig ggf. erforderlichen höheren Pflanzenschutzmitteleinsatz. Diesem Problem kann jedoch mit einer umfassenden Betrachtung und Anpassung des Gesamtsystems Ackerbau (z. B Fruchtfolgegestaltung, Düngungsstrategie, biolog./integrierter Pflanzenschutz etc.) begegnet werden, um Konfliktpotenziale zu vermeiden oder zu mindern.

Zurück zum Programmtext

Minimierung der Zeitspanne ohne Bodenbedeckung

Akteure
Landwirte, Behörden (SMUL, LfULG)

Beschreibung
Erosion ist eine ernsthafte Herausforderung für die landwirtschaftlichen Produktion, da hierbei wertvoller Ackerboden verloren geht und mit ihm auch z. B Nährstoffe, PSM und Humus. Dies beeinflusst einerseits negativ die Ertragsfähigkeit des Standortes und führt andererseits zu einer Belastung z. B. von Gewässern durch die ausgewaschenen Stoffe.

Neben der Bodenbearbeitung bietet die Fruchtfolgegestaltung mit Zwischenfruchtanbau Möglichkeiten, die Bodenbedeckung und damit die Erosionsgefahr zu beeinflussen und zu optimieren.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die im Rahmen des Klimawandels projizierte Zunahme der Intensität von Starkregenereignissen, v. a. im Sommerhalbjahr führt zu einer Zunahme der Wassererosionsgefährdung v. a. auf schluffreichen, oftmals stärker geneigten Ackerböden der Löss- und Sandlösslandschaften (Mittelsächsisches Lössgebiet) sowie des Berglandes und der Mittelgebirge (Erzgebirgskamm und -vorland, Sächsische Schweiz). Vor allem bei konventioneller Bodenbearbeitung mit dem Pflug und im Zeitraum direkt nach der Saatbettbereitung bis zur Ausbildung eines schützenden Pflanzenbestandes führen hier Starkniederschläge zu einer infiltrationshemmenden Oberflächenverschlämmung, in der Folge zu einer verminderten Infiltration, der Zunahme des Oberflächenabflusses und damit zu verstärkter Erosion. Mögliche Folgen sind Schäden on-site, wie Beeinträchtigung der Filter-, Puffer- und Speicherfunktion des Bodens für Nährstoffe und Niederschlagswasser, die Verletzung und Vernichtung von Kulturpflanzen oder die Verlagerung von Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. „Off-site" können Schäden entstehen durch Einträge von Sedimenten sowie Nähr- und Schadstoffen in Gewässer oder die Verschmutzung von Verkehrswegen, Siedlungsflächen und Gräben.

Da die Optimierung der Furchtfolgegestaltung das Erosionsrisiko erheblich senken kann, sowie zahlreiche weitere positiver Effekte und Synergien mit sich bringt, hat diese Maßnahme eine sehr hohe Priorität.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
In der Modellregion Dresden treten die höchsten Erosionsgefährdungen auf den Löss- und Sandlössböden im Lösshügelland, in einem Band südlich von Dresden und das Elbtal hinauf, sowie östlich von Dresden auf. Hier finden sich die für eine landwirtschaftliche Produktion besten Böden Sachsens, woraus sich auch ein hoher Anteil an Ackernutzung ergibt.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien zum Gewässer-, Hochwasser- und Naturschutz durch Minderung der Erosion und damit z. B. des Eintrages von Nährstoffen und Pflanzenschutzmittelrückständen in Oberflächengewässer, sowie der besseren Strukturstabilität und Infiltrationsleistung in Bezug zu und mit Auswirkungen auf den vorbeugenden Hochwasserschutz.

Zurück zum Programmtext

Anwendung witterungsbasierter Entscheidungshilfen im Pflanzenschutz

Akteure
Landwirte, Obstanbauer, Behörden (SMUL, LfULG)

Beschreibung
Einsatz, Anwendung und Weiterentwicklung witterungsbasierter Prognoseverfahren im Pflanzenschutz.

Im Pflanzenschutz ist klimabedingt künftig mit einem wachsenden Problemdruck sowohl in der Befallsstärke als auch der Einwanderung neuer Arten (Krankheiten, Unkräuter, Schädlinge) zu rechnen. Damit dies möglichst nicht zu einem erhöhten Pflanzenschutzmitteleinsatz führt, sind die Verfahren des integrierten Pflanzenschutzes konsequent auszubauen. Weiterhin sind sowohl zur Sicherung stabiler Erträge und Qualitäten als auch zur Sicherung möglichst bedarfsorientierter Einsatzmengen und Zeitpunkte, witterungsbasierte Prognoseverfahren, Modelle und umfangreiche Monitoringaktivitäten notwendig, anzuwenden und weiter auszubauen. Gerade bei zunehmender Variabilität des Klimas im Vegetationsverlauf kommt diesem Aspekt unter Klimawandelbedingungen eine hohe Bedeutung zu.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die klimatischen Veränderungen werden sich auch auf den Druck durch *Pflanzenkrankheiten, Unkräuter und Schädlinge* auf landwirtschaftliche Kulturen auswirken. Steigende Temperaturen in Verbindung mit sinkenden Niederschlägen v. a. im Frühsommer sowie ungünstige Temperatur- und Niederschlagsverteilungen in den entscheidenden Vegetationsabschnitten können das Spektrum an Krankheitserregern und deren Bedeutung verändern. Weiterhin können z. B. Hitze- oder Kältestress, heftige Regenfälle, Schadstoffe, UV-Strahlung und mangelhafte Ernährung der Pflanzenbestände einen Krankheitsausbruch begünstigen. Zukünftig werden tendenziell Wärme liebende Krankheiten, denen kurze Feuchte- oder Tauphasen zur Ausbreitung ausreichen, zunehmen (z. B Brand- und Rostpilze), wohingegen Krankheiten, die für ihre Entwicklung Niederschläge und längere Feuchtephasen und eher mäßig warme Bedingungen benötigen (z. B. der Rhynchosporium Blattfleckenkrankheit der Gerste, der Blatt- und Spelzenbräune des Weizens sowie der Krautfäule an Kartoffeln) tendenziell eher abnehmen. Dennoch ist in einzelnen Jahren auch mit stärkeren Ausbreitungen solcher Krankheiten zu rechnen. Mildere Winter können zu raschem und heftigerem Ausbruch von einzelnen Krankheiten (z. B echtem Mehltau, Zwergrost, Gelb- und Braunrost) im Frühjahr führen. Weiterhin können insbesondere nach milden Wintern häufig Viruskrankheiten auftreten, die durch Blattläuse oder Zikaden übertragen werden (LfULG 2009).

Das Wachstum von Unkräutern wird ebenso wie das landwirtschaftlicher Kulturen durch veränderte Klimabedingungen beeinflusst. Unkräuter können bei einer Erwärmung mehrere Generationen in einem Jahr hervorbringen, damit könnte ihre Verbreitung generell zunehmen. Bei zunehmend milderen Wintern könnten Herbstkeimer, wie z. B. Ackerfuchsschwanz, Klettenlabkraut, Taubnessel, Ehrenpreis und Stiefmütterchen Vorteile haben und z. B im Frühjahr ein fortgeschrittenes Entwicklungsstadium erreichen. Dies kann zu Minderwirkungen beim Einsatz von Herbiziden führen. Des Weiteren können durch klimatische Veränderungen neue Unkrautarten aus wärmeren Klimaten auftreten.

Nach LfULG (2009) lässt sich die Tendenz der Ausbreitung Wärme liebender Arten bereits heute am Beispiel der Arten Samtpappel, Weißer Stechapfel, Giftbeere oder Beifußblättrige Ambrosie erkennen. Hinsichtlich der Schädlinge könnten Wärme liebende Insekten (z. B Kartoffelkäfer und Blattläuse) tendenziell zunehmen. Bei milderen Wintern wird eine zunehmende vitale Überwinterung von Schädlingen und damit ein höherer und früherer Befallsdruck im darauffolgenden Frühjahr erwartet. Dies kann im Frühjahr auch zu einer explosionsartigen Vermehrung mit der Folge einer stärkeren Selektion zur Anpassung an die Wirkmechanismen der Pflanzenschutzmittel führen. Bei hohen Temperaturen und zunehmender Trockenheit im Behandlungszeitraum von Pflanzenschutzmitteln wird deren Wirkung vermindert und unsicherer. Zum Beispiel wirken bei Trockenheit

Blattherbizide schlechter wegen der Ausbildung einer starken Wachsschicht der Zielpflanzen und Bodenherbizide schlechter wegen verminderter Wirkstoffaufnahme. Ebenso erhöht sich auch die Gefahr von Phytotoxizität bei Anwendung unter trockenen Bedingungen (Herbizide, Wachstumsregulatoren, z. T. auch Fungizide, LfULG 2009).

Zur Ermittlung bedarfsorientierter Einsatzmengen und Zeitpunkte zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird die Anwendung und die Weiterentwicklung witterungsbasierter Prognoseverfahren empfohlen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Die beschriebenen Auswirkungen werden v. a. in den Regionen der Sächsischen Heide- und Teichlandschaften mit vorwiegend sehr leichten Böden aber auch teilweise in den Sächsischen Lössgebieten auftreten. Die Vorgebirgslagen bzw. die kühleren und feuchten Verwitterungsstandorte im Süden Sachsens werden dagegen eher weniger betroffen sein, d. h. Nord- und Ostsachsen bzw. der nördliche und nord-östliche Teil der Modellregion werden schneller betroffen sein als die übrigen Gebiete.

Synergien und Zielkonflikte

Konfliktpotenziale bestehen mit dem Naturschutz und dem Gewässerschutz durch den Einsatz und mögliche Austragspotenziale von Pflanzenschutzmitteln.

Quelle

LfULG (2009): Klimawandel und Landwirtschaft – Fachliche Grundlagen für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Zurück zum Programmtext

Schutz von Süßkirschenanlagen durch Überdachung gegen Starkregenereignisse

Akteure
Obstanbauer, Behörden (SMUL, LfULG)

Beschreibung
Ein großes Problem im Süßkirschanbau in Sachsen stellt das Platzen der Kirschen durch Starkregenereignisse während der Fruchtreife dar. Eine Möglichkeit, dieses zu verhindern, ist die Erstellung einer Überdachung. Eine Süßkirschüberdachung ist jedoch mit sehr hohen Investitionskosten verbunden. Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit einer Süßkirschüberdachung sind jährlich hohe Erträge bei gleichzeitig sehr guter Fruchtqualität.

Zur Abwendung von Schäden durch Hagel und Starkregen wird es notwendig sein, bei Süßkirschen ca. 65 % der Anbaufläche (Krieghoff 2010) mit Regenschutzüberdachungen, zum Schutz der empfindlichen Kirschen gegen das Platzen, auszurüsten. Die Süßkirschenfläche mit ca. 150 ha wird als relativ konstant angesehen. Die Investitionskosten betragen ca. 35.000 € pro Hektar und demzufolge für die zu überdachende Anbaufläche von 100 ha rund 3,5 Mio. €.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Da insbesondere der Obstbau von den nur schwer zu prognostizierenden, aber bereits heute immer häufiger auftretenden Klimaextremen (Hitze, Dürre, Starkregen, Hagel) in hohem Maße betroffen ist, müssen gegen diese Ausprägungen des Klimawandels kurzfristig Maßnahmen eingeleitet werden, um die wirtschaftliche Existenz des Obstbaus auf lange Sicht abzusichern. Dazu gehören vorrangig die Ausrüstung der Anbauflächen mit Bewässerungssystemen, Hagel- und Regenschutzanlagen sowie das Versichern der Kulturen gegen Elementarschäden.

Besonders die zu erwartenden Klimaextreme werden für die Branche enorme Kostenbelastungen zur Absicherung der Erzeugung bereits innerhalb des Zeitraums bis 2020/2030 verursachen. Schwerpunkte liegen in der Erschließung und Sicherstellung der Wasserversorgung der Bestände sowie in der Errichtung von Schutzeinrichtungen gegen extreme Wetterereignisse (Starkregen, Hagel, Sturm) für besonders wertvolle Obstkulturen.

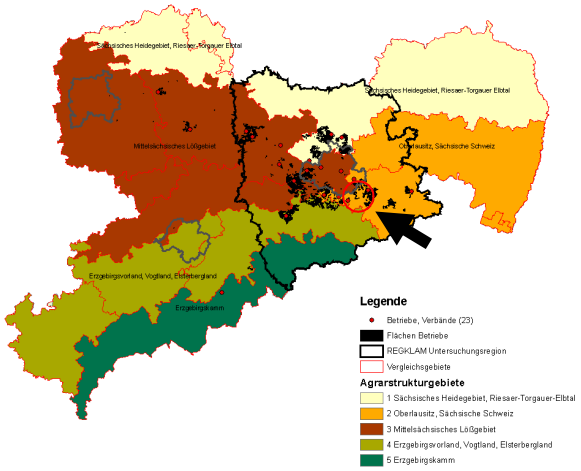
Um stabile Erträge und hohe Qualitäten der Früchte auch unter Klimawandelbedingungen zu gewährleisten, ist die Überdachung von Süßkirsche eine robuste und effektive Maßnahme.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Auf einer Fläche von rund 4.900 ha werden über 100.000 t frisches Obst erzeugt. Damit ist Sachsen das drittgrößte Obstanbaugebiet in Deutschland. Mit 2.800 ha ist der Apfel die Hauptkultur im Anbaugebiet. Größere wirtschaftliche Bedeutung haben noch Sauerkirschen (ca. 850 ha) und Erdbeeren (ca. 600 ha). Hauptanbaugebiet in der Modellregion Dresden ist der Großraum Dresden vorwiegend im Bereich des Elbtales.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme

In einem Praxisbetrieb in Pirna wurde eine 10 ha große Süßkirschanlage gepflanzt. Die Hälfte der Versuchsanlage wurde überdacht. Bewässerung und Düngung (Fertigation) erfolgen mit einer Tropfbewässerungsanlage.

Überdachung von Süßkirschen



Lage des Praxisbetriebes in der Modellregion

Der Ertrag war unter der Regenschutzüberdachung geringer als im Freiland. Eine Ursache kann die zu geringe Bewässerung unter der Überdachung sein. Zukünftig sollte unter der Überdachung auf eine Optimierung der Bewässerungssteuerung hingearbeitet werden. Die höchsten Erträge wurden mit der Sorte 'Sweetheart' erzielt. Auch 'Regina' hatte hohe Erträge und eine gute Fruchtqualität.

Die Fruchtqualität unter der Überdachung war nicht besser als im Freiland. Der Erlös ist bei Süßkirschen sehr stark von der Fruchtgröße (Fruchtdurchmesser) abhängig. Je größer die Süßkirschen sind, desto höher ist der Erlös. Unter einer Regenschutzüberdachung können die Kirschen länger am Baum verbleiben, sodass bei den spät reifenden Sorten ein späterer Erntetermin als im Freiland und damit die Erzielung eines höheren Erlöses möglich ist.

Tabelle: Erstellungskosten der Überdachung von 50 % der Anlage im Frühjahr 2008 [€/ha]:

Materialkosten ohne Folie:	18.908,64 €
Folie:	10.998,16 €
Aufbau:	2.424,23 €
Summe:	**32.331,03 €**

Quelle

KRIEGHOFF, G. (2010): Süßkirschanbau unter Überdachung. Zwischenbericht LfULG.

Zurück zum Programmtext

Schutz wertvoller Apfelanlagen mit Hagelnetzen gegen Hagelereignisse

Akteure
Obstanbauer, Behörden (SMUL, LfULG),

Beschreibung
Zur Abwendung von Schäden durch Hagel und Starkregen wird es notwendig sein, einen Teil der Apfelplantagen mit Hagelschutznetzen auszurüsten.

Als wirksamste Maßnahme zur Minderung von Hagelschäden hat sich die Überspannung der gefährdeten Anlagen mit Hagelnetzen im Zeitraum von Ende Mai bis Oktober erwiesen. Es zeigt sich aber, dass der geringere Lichtgenuss (15 % bis 25 % weniger Licht je nach Netzfarbe) unter Hagelnetzen eine Reihe von Auswirkungen auf die Baum- und Fruchtentwicklung hat. Die Stärke dieser Effekte hängt vom natürlichen Lichtangebot ab.

Da Hagelereignisse immer einen lokalen Charakter haben, werden nur besonders wertvolle Bestände gegen Hagel zu schützen sein. Nach heutigen Einschätzungen handelt es sich um 10 bis 20 % der momentanen Apfelanbauflächen im Freistaat. Die Investitionskosten für eine Hagelnetzanlage belaufen sich auf ca. 18.000 €/ha. Für die Kalkulation wird von einer zu schützenden Fläche von rund 1.000 ha ausgegangen. Hier würden Investitionskosten von 18 Mio. € auf die sächsischen Obstanbauer zukommen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Da insbesondere der Obstbau von den nur schwer zu prognostizierenden, aber bereits heute immer häufiger auftretenden Klimaextremen (Hitze, Dürre, Starkregen, Hagel) in hohem Maße betroffen ist, müssen gegen diese Ausprägungen des Klimawandels kurzfristig Maßnahmen eingeleitet werden, um die wirtschaftliche Existenz des Obstbaus auf lange Sicht abzusichern. Dazu gehören vorrangig die Ausrüstung der Anbauflächen mit Bewässerungssystemen, Hagel- und Regenschutzanlagen sowie das Versichern der Kulturen gegen Elementarschäden.

Besonders die zu erwartenden Klimaextreme werden für die Branche enorme Kostenbelastungen zur Absicherung der Erzeugung bereits innerhalb des Zeitraums bis 2020/2030 verursachen. Schwerpunkte liegen in der Erschließung und Sicherstellung der Wasserversorgung der Bestände sowie in der Errichtung von Schutzeinrichtungen gegen extreme Wetterereignisse (Starkregen, Hagel, Sturm) für besonders wertvolle Obstkulturen.

Um stabile Erträge und hohe Qualitäten der Früchte auch unter Klimawandelbedingungen zu gewährleisten, ist die Anlage von Hagelnetzen eine robuste und effektive Maßnahme.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Auf einer Fläche von rund 4.900 ha werden über 100.000 t frisches Obst erzeugt. Damit ist Sachsen das drittgrößte Obstanbaugebiet in Deutschland. Mit 2.800 ha ist der Apfel die Hauptkultur im Anbaugebiet. Größere wirtschaftliche Bedeutung haben noch Sauerkirschen (ca. 850 ha) und Erdbeeren (ca. 600 ha). Hauptanbaugebiet in der Modellregion Dresden ist der Großraum Dresden vorwiegend im Bereich des Elbtales.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme

In der Ablasser Obstgarten GmbH wurde im Frühjahr 2008 ein Hagelnetzversuch unter Praxisbedingungen eingerichtet. Der Anbau fand unter hohem grauem Hagelnetz (4,5 m Firsthöhe) mit integrierten Bewässerungsvarianten statt. Bereits im ersten Standjahr zeigten sich Einflüsse des Netzes auf Wuchs und Deckfarbenausprägung. Lang anhaltende Trockenheit führte zu starkem Fruchtfall, die Netzwirkung wurde überdeckt. Der Lichteinfall (PAR-Sensor) wurde unter Hagelnetz und außerhalb gemessen (Abbildung 1, REGKLAM-Produkt 3.3.1c). Die Erstellungskosten der Anlage belaufen sich in der gewählten Variante mit Betonsäulen auf 29.233,55 €/0,67 ha das entspricht ca. 43.630 €/ha.

Tabelle 1: Auswirkungen des Hagelnetzes:

Auswirkungen auf Mikroklima	Auswirkung durch Lichtverlust	Wirtschaftliche Auswirkungen
- kein Sonnenbrand - Ertragssicherheit - Berostung verstärkt - Schaderreger verstärkt (rote Spinne)	- Wuchsverstärkung - Ausfärbung gemindert - Alternanzverstärkung - Weniger Fruchtansatz - weniger Zucker - Reifeverzögerung	- Investition in Höhe € 12.000 bis € 20.000 - Jährliche Kosten von € 1500

Abbildung 1: Wetterstation mit PAR-Sensor, Hagelnetzversuch Ablaß (Handschack 2010)

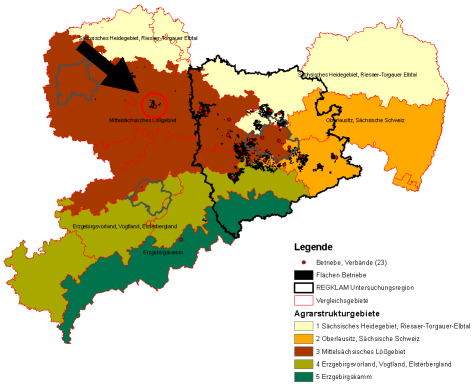


Abbildung 2: Lage des Praxisbetriebes

Ein trockenes Frühjahr (2008 Mai/Juni, 2009 April) führt dazu, dass bei hohen bis mittleren Blühstärken nur durchschnittlich 1-2 Früchte/Baum verbleiben (Tabelle 2). Vorteile zeigten hierbei nur die Bewässerungsvariante und die Sorte ‚Elshof'. Die höheren Erträge bei dieser Sorte schlagen sich im Gesamterlös nieder.

Die eingesetzte Tropfbewässerung konnte den Wasserstress in dieser Anlage nicht oder nur bedingt abbauen, die Fruchtgröße bleibt hinter vergleichbaren Bäumen z. B in Dresden-Pillnitz zurück. Es deutet sich ein Einfluss des Hagelnetzes auf die Ausfärbung an. Der schräge Lichteinfall im Herbst führt zu einer Lichtminderung von bis zu 50 %. In den Nachmittagsstunden lag dagegen der Lichteinfall unter Hagelnetz in vergleichbarer Größenordnung.

Tabelle 2: Einfluss des Hagelnetzes auf Ertrag, Qualität und Wuchs junger Apfelbäume mit und ohne Bewässerung

Sorte	Merkmal	Hagelnetz mit Bewässerung	Hagelnetz ohne Bewässerung	Kontrolle mit Bewässerung	Kontrolle ohne Bewässerung
Mariri Red	Blühstärke	6,2	5,3	3,3	3,2
	Früchte/Baum	1,5	1,0	1,4	1,6
	dt/ha	5,0	1,7	3,1	2,3
	Gesamterlös in €	44	14	27	20
	g/Fr	161,3a	129,6b	171,5a	149,2b
	>60% Farbe	1,5	0,4	5,5	3,5
Elshof	Blühstärke	8,8	8,6	8,5	7,9
	Früchte/Baum	4,2	3,4	4,3	3,9
	dt/ha	18,6	14,0	17,8	14,9
	Gesamterlös in €	230	152	217	169
	g/Fr	175,6a	165,9b	164,5b	160,2b
	>60% Farbe	0	0	26,6	20,5
Wellant	Blühstärke	4,8	4,6	3,9	3,7
	Früchte/Baum	2,2a	1,7ab	1,2b	1,0b
	dt/ha	8,5	5,6	4,9	3,3
	Gesamterlös in €	81	51	42	28
	g/Fr	164,2b	162,5b	182,7a	157,4b
	>60% Farbe	13,5	8,2	9,3	6,1

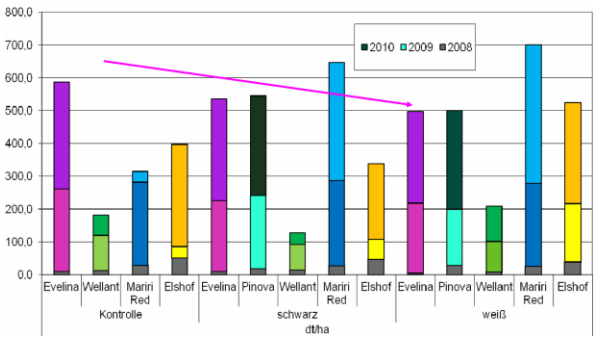


Abbildung 3: Hektarerträge 2008-2010 (Handschack 2010)

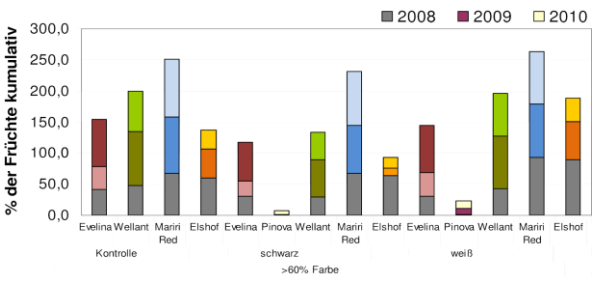


Abbildung 4: Ausfärbung 2008-2010 (Handschack 2010)

Hinweise zu den Abbildungen:

- Der Ertragsverlust unter Hagelnetz ist sortentypisch, aber bisher nicht gravierend
- Die Ausfärbung unter schwarzem Hagelnetz ist deutlich geringer, ‚Pinova' färbt unter keinem der Netze ausreichend aus. ‚Pinova' färbt unter schwarzem und weißem Hagelnetz so schwach aus, dass ihr Anbau unter Netz nicht empfohlen werden kann. ‚Evelina' reagiert deutlich besser.
- Der Wuchs unter Hagelnetz wurde verstärkt und erfordert einen angepassten Schnitt
- Bei ‚Elshof' und ‚Mariri Red' traten erste Anzeichen von Alternanz auf.
- Der Jahreseinfluss überdeckt die Wirkung des Hagelnetzes, bisher keine Aussage über die Netzwirkung auf den Fruchtfall möglich

Tabelle: Aufwand für Hagelnetz mit Betonsäulen und grauem Hagelnetz; Firsthöhe 4,50 m mit einer Bruttofläche von 0,67 ha (Handschack 2009)

	Beschreibung	Stück bzw. m²	€/Einheit	Kosten [€]
Konstruktion				
Material				
Betonsäulen 550 cm, 13*14 cm mit 12*3 Drähte	Stck	4	44,55	178,20
Betonsäulen 550 cm 10*8*12 cm, 6*3 Drähte,	Stck	58	29,97	1.738,26
Betonsäulen 550 cm, 8,5*8,5 cm mit 4*3 Drähte	Stck	201	20,15	4.050,15
Spezial Schraubanker 25 cm Teller (26-6-150)	Stck	100	15,60	1.560,00
Ankerspanner	Stck	65	5,85	380,25
Anti Einsinkschuh Galvanisiert 8*12	Stck	62	6,50	403,00
Drahtseil 8,5 mm	Meter	600	0,78	468,00
Seilklemmen Galvanisiert Durchmesser 10	Stck	260	0,33	85,80
Fixingdraht Galvanisiert 13*14	Stck	60	1,56	93,60
Fixingdraht Galvanisiert 8*13	Stck	4	1,69	6,76
Kappen Firstfix für Betonsäulen 8,5*8,5	Stck	201	3,45	692,45
Kappen Firstfix für Betonsäulen 8*12	Stck	58	3,45	199,81
Kappen Firstfix für Betonsäulen 13*14	Stck	4,00	2,60	10,40
U-Bolzen+Plakette	Stck	58	2,28	131,95
Drahtseil 7,5 mm	Meter	110	0,74	81,51
Drahtseil 5,5 mm	Meter	800	0,39	312,00
Seilklemmen Galvanisiert Durchmesser 10	Stck	56	0,33	18,48
Stahldraht Durchmesser 3,80	Meter	2.200	0,22	484,00
Seilklemmen Galvanisiert Durchmesser 8	Stck	65	0,29	18,85
Netzringe 70 mm	Stck	32	1,43	45,76
Seilklemmen Galvanisiert Durchmesser 10	Stck	65	0,33	21,45
Netzplaketten	Stck	1.050	0,55	577,50
Winterfix	Stck	500	0,27	135,00
Zwischensumme Konstruktion				**11.693,18**
Arbeit				
Eigenarbeit Std		215,00	12,50	2.687,50
Eigenarbeit Maschinen	Schlepper	22,50	22,50	506,25
Eigenarbeit Maschinen	Radlader	16,00	82,00	1.312,00
Fremdarbeit		133,67	30,00	4.010,10
Fremdarbeit Maschinen	Hubbühne	18,00	120,00	2.160,00
Fremdarbeit Maschinen	Bagger	27,00	150,00	4.050,00
Fremdarbeit ges.				**10.220,10**
Zwischensumme Aufstellung				**14.725,85**
Netz				
Material	Hagelnetz	7394	0,33	2.440,02
Netz auflegen	Std./Handarbeit	29,96	12,50	374,50
Zwischensumme Material				**2.814,52**
Kosten ges.				**29.233,55**
Jahreskosten/ha				**43.632,16**

Quellen

HANDSCHACK, M. (2010): Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz. Zwischenbericht LfULG.

REGKLAM-PRODUKT 3.3.1c: Anpassung von Anbaustrategien und –verfahren im Obstbau.

Zurück zum Programmtext

Bewässerung von Apfelanlagen

Akteure
Obstanbauer, Behörden (SMUL, LfULG)

Beschreibung
Vor allem im Obstbau steht als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel die Absicherung der Wasserversorgung der Anlagen mit an erster Stelle. Im Bereich Baum- und Strauchbeerenobst sind dabei Wasser sparende Tropfbewässerungssysteme vorzugsweise einzusetzen. Die Erdbeeren dagegen werden analog dem Freilandgemüse vorrangig mit Regenmaschinen bewässert. Nach Schätzungen wird die zu bewässernde Obstfläche (ohne Erdbeeren) im Freistaat Sachsen mit bis zu ca. 2.400 ha rund 60 % der Obstanbaufläche einnehmen. Da diese Flächen bewässerungstechnisch komplett zu erschließen sind, kommt auf die Betriebe in den nächsten Jahren erheblicher Investitionsbedarf zu. Derzeit liegen die Kosten für 1 ha Tropfbewässerungsanlage im Obstbau bei ca. 4.000 € pro ha (Handschack 2010). Hinzu kommen noch Erschließungskosten für Brunnen, Pumpen, Anschlüsse, Erdleitungen, Hydranten von rund 1.200 € pro ha (bezogen auf die Erschließung von 100 ha Beregnungsfläche), so dass die Gesamtkosten mit 5.200 €/ha zu beziffern sind. Die zu erwartenden Gesamtinvestitionen für die Bewässerung im Obstbau würden sich demzufolge auf bis zu 12,5 Mio. € belaufen. Wichtig ist ebenfalls die Berechnung des zukünftigen Bedarfs an Beregnungswasser in den sächsischen Obstanbaugebieten, da sich bereits heute erhebliche Defizite in der Verfügbarkeit von Beregnungswasser an einzelnen Standorten abzeichnen. Hinzuweisen ist auch auf die besonderen Qualitätsanforderungen an das Beregnungswasser (Albrecht und Pfleger 2004), die die Verfügbarkeit an Wasser zusätzlich einschränken (trifft auch für den Gemüsebau zu).

Bei einem derzeit angenommenen täglichen Wasserbedarf pro Baum von 4 Liter und einer jährlichen Bewässerungsperiode von 150 Tagen lässt sich für die sächsische Obstanbaufläche ein Wasserbedarf von bis zu 5,0 Mio. m³ Wasser kalkulieren. Bei dem Wasserpreis von ca. 0,30 € pro m³ (inklusive Fest- und variable Kosten) würden auf den Obstbau Zusatzkosten für die Bewässerung in Höhe von bis zu 1,3 Mio. € pro Jahr zukommen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Da insbesondere der Obstbau von den nur schwer zu prognostizierenden, aber bereits heute immer häufiger auftretenden Klimaextremen (Hitze, Dürre, Starkregen, Hagel) in hohem Maße betroffen ist, müssen gegen diese Ausprägungen des Klimawandels kurzfristig Maßnahmen eingeleitet werden, um die wirtschaftliche Existenz des Obstbaus auf lange Sicht abzusichern. Dazu gehören vorrangig die Ausrüstung der Anbauflächen mit Bewässerungssystemen, Hagel- und Regenschutzanlagen sowie das Versichern der Kulturen gegen Elementarschäden.

Besonders die zu erwartenden Klimaextreme werden für die Branche enorme Kostenbelastungen zur Absicherung der Erzeugung bereits innerhalb des Zeitraums bis 2020/2030 verursachen. Schwerpunkte liegen in der Erschließung und Sicherstellung der Wasserversorgung der Bestände sowie in der Errichtung von Schutzeinrichtungen gegen extreme Wetterereignisse (Starkregen, Hagel, Sturm) für besonders wertvolle Obstkulturen.

Die Absicherung der Wasserversorgung hat für die Ertrags- und Qualitätssicherung im Obst- und Gemüsebau höchste Priorität.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Auf einer Fläche von rund 4.900 ha werden über 100.000 t frisches Obst erzeugt. Damit ist Sachsen das drittgrößte Obstanbaugebiet in Deutschland. Mit 2.800 ha ist der Apfel die Hauptkultur im Anbaugebiet. Größere wirtschaftliche Bedeutung haben noch Sauerkirschen (ca. 850 ha) und Erdbeeren (ca. 600 ha). Hauptanbaugebiet in der Modellregion Dresden ist der Großraum Dresden vorwiegend im Bereich des Elbtales. Zukünftig sind diese Flächen bei fortschreitendem Klimawandel noch bewässerungstechnisch weitestgehend komplett zu erschließen.

Synergien und Zielkonflikte

Zielkonflikte: Ist die nachhaltige Wasserverfügbarkeit nicht gesichert, so ist auf andere Anbaukulturen/Standorte auszuweichen (REGKLAM-Produkt 3.3.1e). Zusammenhänge in → Kapitel II.2 (→ Maßnahmen 2.1.2, 2.3.1, 2.9.1, 2.10.1) und → Kapitel II.5 (→ Maßnahmen 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4) sind zu berücksichtigen.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme

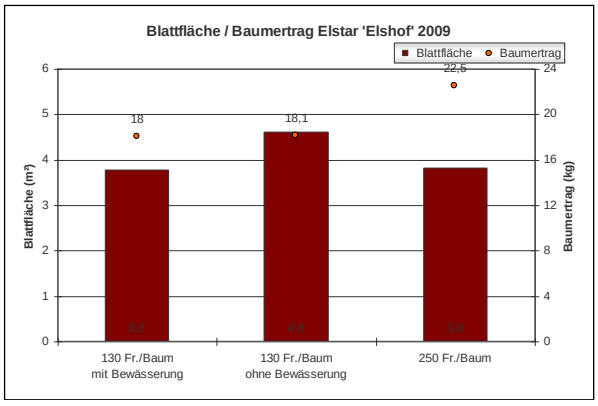
Bewässerung von Apfelanlagen in Dresden Pillnitz

- Messung von Wasserverbrauch (Saftstrom)
- Bodenfeuchte (mm/10 cm Wassergehalt, Watermark)
- Ertragsentwicklung

Varianten

-
- Bewässert
- Unbewässert
- Hohe Fruchtzahl
- Mittlere Fruchtzahl

Messung der Bodenfeuchte und des Wasserverbrauchs (Saftstrom, Xylemfluss) (Handschack 2010)

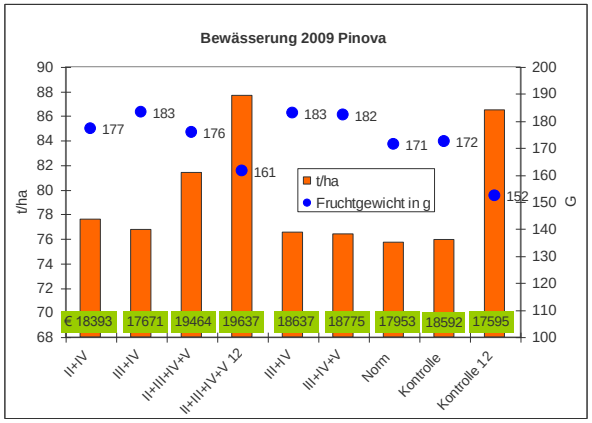


Blattfläche und Baumertrag in Abhängigkeit des Fruchtbehangs mit und ohne Bewässerung (Handschack 2010)

Behandlungsvarianten 2009 — Norm: Bewässert nach dem Monatsmittel 1999 - 2008

Variante	von	bis	I - V	I - IV	I, III+IV	Norm	Kontr	II - V	II - V
Nachernte 08 (I)	17.9.08	16.10.08	90	90	90				
Vorblüte 09 (II)	14.4.09	30.4.09	60	60	0	0	0	60	60
Nachblüte (III)	5.5.09	21.5.09	60	60	60	35	0	60	60
Zellstreckung (IV)	19.6.09	20.8.09	174	174	164	71	41	172	172
Vorernte (V)	24.8.09	14.9.09	67	0	0	20	20	64	0
Nachernte 09 (VI)	17.9.09	5.10.09	62	62	62	11	0	0	0
Gesamt 09 mm			424	357	286	137	61	356	292

Bewässerungsvarianten 2009 (Handschack 2010)



Vorblüte (II)

Nachblüte (III)

Zell-streckung (IV)

Vorernte (V)

Nach-ernte (I)

Zukünftig wird das Versuchsprogramm hinsichtlich verschiedener Bewässerungsstrategien nach Norm, Spaten, Klimabilanz und Watermark-Sensor erweitert. Zur Ausschaltung des natürlichen Niederschlags wird eine Reihe mit Folie abgedeckt, um die Wassergaben gezielt steuern zu können.

Ertrag und Fruchtgewicht bei Pinova bei unterschiedlichen Bewässerungsstrategien (Handschack 2010)

Quelle

HANDSCHACK, M. (2010): Anbau von Tafeläpfeln unter Hagelnetz. Zwischenbericht LfULG.

Zurück zum Programmtext

Modellgestützte Klimafolgenszenarien für die Risikoanalyse

Akteure
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie; Professur für Meteorologie, TU Dresden; Organisationen und Bildungseinrichtungen im Bereich Landwirtschaft und Umwelt

Beschreibung
Bei dieser Maßnahme handelt es sich um die Anwendung des modellgestützten Entscheidungshilfesystems LandCaRe-DSS (Land, Climate and Resources Decision Support System, www.LandCaRe-DSS.de), um Risiken von Betrieben durch den Klimawandel zu analysieren, Effekte des Klimawandels von anderen Einflüssen zu unterscheiden und Optionen von Anpassungsmaßnahmen modellhaft zu testen. Dies geschieht durch die Kombination von Klimaszenarien (regionale Klimaprojektionen) und sozio-ökonomischen Szenarien (Agrar- und Faktorpreise) mit den jeweiligen standörtlichen und betriebs-spezifischen Bedingungen. Dabei können Bewirtschaftungs- und Anpassungsmaßnahmen, wie z. B Fruchtarten und Fruchtfolgen, Beregnung oder Bodenbearbeitung, variiert werden. Der Klimawandel verändert Rahmenbedingungen der Landwirtschaft, die über das bisherige Erfahrungswissen hinausgehen. Das LandCaRe-DSS ermöglicht, Effekte des Klimawandels modellbasiert abzuschätzen und in die strategische Planung einzubeziehen. Neben regionalen Analysen können auch spezifische Klimafolgenszenarien für einzelne landwirtschaftliche Betriebe erstellt werden. Die Maßnahme trägt dazu bei, mögliche Änderungen des Ertragsniveaus, der Ertragssicherheit und Deckungsbeiträge besser einzuschätzen, um Anpassungen an den Klimawandel in Beratung, Betriebsplanung und Fördermaßnahmen berücksichtigen zu können.

Die Klimafolgenszenarien können insbesondere folgende Sachverhalte beschreiben:

1. Untersuchung der Variabilität von Klimawirkungen bei Betrachtung von 30-jährigen Klimaperioden im Gesamtzeitraum 1961-2100 auf der Basis unterschiedlicher Klimamodelle und regionaler Klimaprojektionen, wie sie in REGKLAM verwendet werden (WEREX, WETTREG, CCLM, REMO)

2. Vergleich von Agrarstrukturgebieten hinsichtlich der Entwicklung von mittleren Erträgen, Ertragsschwankungen und Bewässerungsbedarf unter verschiedenen Anbauverteilungsszenarien

3. Untersuchungen auf Betriebs- und Schlagebene:

- Entwicklung der mittleren Erträge und Ertragsschwankungen unterschiedlicher Fruchtarten
- Einfluss von Beregnung und Bodenbearbeitung
- Einfluss von Agrarpreisszenarien auf Deckungsbeiträge und prozesskostenfreie Leistungen.

Das DSS steht für vereinfachte Anwendungen im Internet zur Verfügung, umfassendere Studien können mit einer lokalen Desktop-Version (Expertenversion) des DSS bearbeitet werden.

Allgemein ist die Nutzung des DSS als langfristige Maßnahme zu betrachten, die Erkenntnisfortschritte und Anpassungsprozesse an den Klimawandel begleitet. Insbesondere sollte die Klimadatenbank des DSS durch neue Klimaprojektionen aktualisiert werden, sobald solche zur Verfügung stehen (Kooperation LfULG und TU Dresden, Meteorologie). Einzelne Nutzungen können kurzfristig im interaktiven Betrieb des DSS durchgeführt werden. Es können jedoch auch umfassende Fragestellungen (Ensembleansatz) von regionalen oder Betriebs-Vergleichen bearbeitet werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Bei Anpassungsmaßnahmen der Landwirtschaft an den Klimawandel können 3 strategische Prinzipien unterschieden werden:

(1) Erhöhung der Toleranz gegenüber klimatischen Einwirkungen - hierzu gehören Maßnahmen, die die Stabilität der Systeme erhöhen, ohne diese wesentlich zu ändern, wie zum Beispiel Maßnahmen zur Verbesserung von Boden, Humus und Pflanzenernährung oder auch Rücklagen und Versicherungen, um Verluste auf Betriebsebene auszugleichen.

(2) Vermeidung von schädlichen Klimaeinflüssen; hierzu gehören zusätzliche technische Maßnahmen, die Schutz bieten und/oder das Mikroklima ändern, wie zum Beispiel Beregnung. Aber auch Maßnahmen der zeitlichen (Verschiebung des Anbauzyklus) und räumlichen (Ausweichen in höhere Lagen) Vermeidung können dazu gerechnet werden.

(3) Resistenz gegenüber Klimawirkungen - hierzu gehören Maßnahmen, die den Klimafaktoren keine Angriffspunkte bieten, wie zum Beispiel Umstellung auf widerstandsfähige Fruchtarten/Anbausysteme und Verlagerung auf mehr klimaunabhängige Produktionsverfahren und Einkommensquellen des Betriebs.

Die Übergänge zwischen diesen 3 Strategietypen sind fließend. Das LandCaRe-DSS trägt zu Entscheidungsgrundlagen bei, ab wann, wo, unter welchen Bedingungen Strategien der Kategorien 2 und 3 verfolgt werden sollten. Dafür werden explizit unterschiedliche regionale Klimaprojektionen als Eingangsvariablen für Impaktmodelle verwendet und die Spannweite möglicher Ergebnisse dargestellt.

Simulationen mit dem LandCaRe-DSS unterstützen die strategische Planung und sollten realen Maßnahmen vorausgehen. Entsprechend dem Kenntnisfortschritt, insbesondere über neue Klimaprojektionen, sind die Analysen mit dem DSS in Abständen zu erneuern.

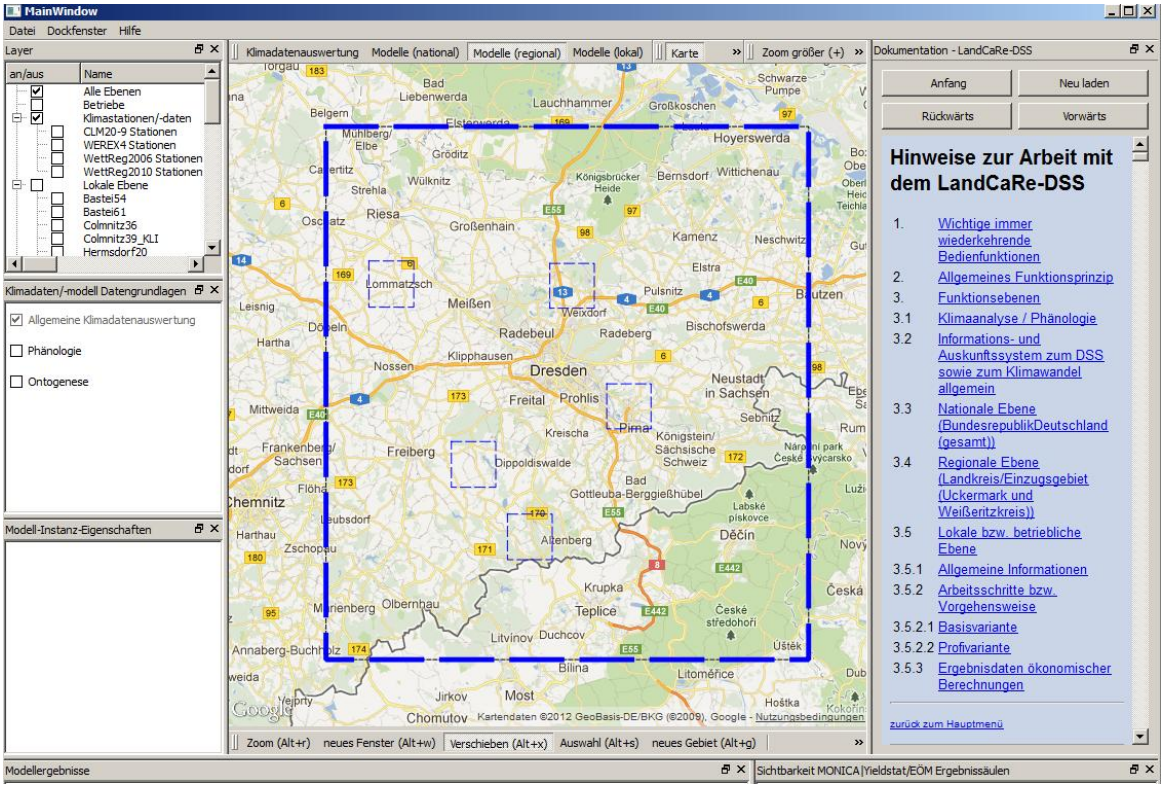
Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Das LandCaRe-DSS ist ein räumliches DSS, das auf der Basis von Google MapsTM arbeitet. Es wurde im Rahmen des REGKLAM-Projektes an die Modellregion Dresden angepasst und ist in der gesamten Region einsetzbar. Der Nutzer kann zum Beispiel punktuelle Analysen mithilfe von Klimastationen oder Gitterpunkten, regionale Analysen in Agrarstrukturgebieten durchführen und Fokusgebiete selbst definieren. Die höchste räumliche Auflösung orientiert sich an der Bodenkarte und beträgt einen Hektar.

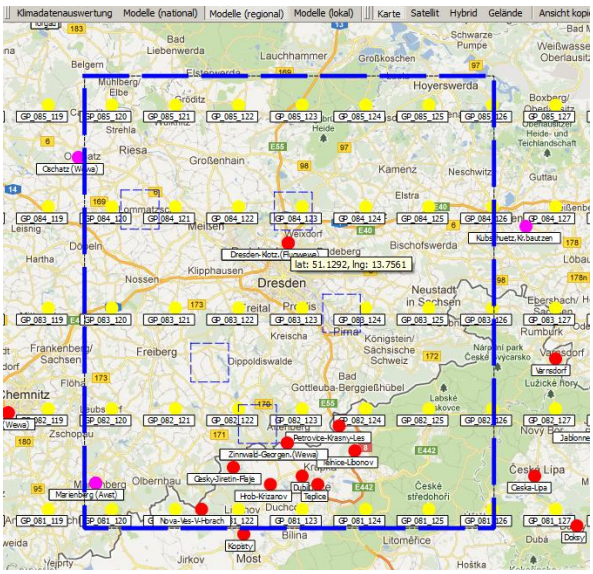
Synergien und Zielkonflikte

Das LandCaRe-DSS erzeugt Klimafolgenszenarien, d. h. virtuelle Ergebnisse auf Fragen wie „Was wäre, wenn …" unter Berücksichtigung verschiedener Rahmenbedingungen einschließlich unterschiedlicher, potenzieller Klimaentwicklungen. Synergien ergeben sich mit der Abschätzung weiterer Umweltrisiken und Maßnahmen des Risikomanagements sowie mit der Planung realer Anpassungsmaßnahmen, wie zum Beispiel Änderungen von landwirtschaftlichen Anbausystemen. Seitens der Forschung entstehen Synergien mit Methoden der Szenariotechnik und Risikoanalyse.

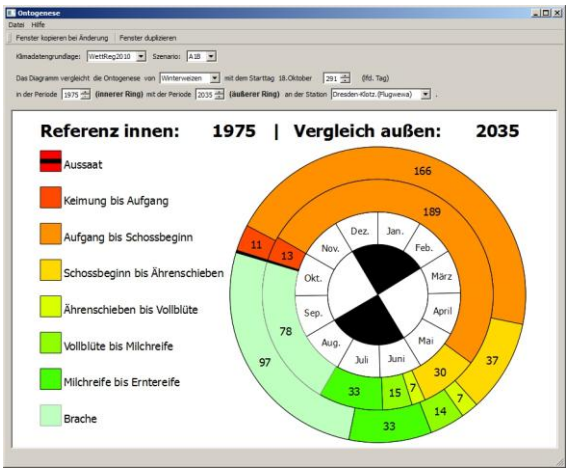
Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme



Ansicht der Modellregion Dresden im LandCaRe-DSS (Expertenversion) mit Fokusgebieten in fünf Agrarstrukturregionen (Mittelsächsisches Lössgebiet, Sächsisches Heidegebiet, Oberlausitz/ Sächsische Schweiz, Erzgebirgsvorland, Erzgebirgskamm)

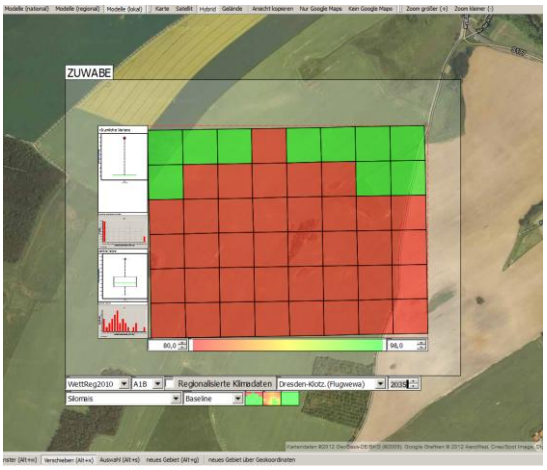


Klimadatenauswahl zur Berechnung von Statistiken (Trend, Saison, Monatswerte) und Ereignistagen, phänologischen Phasen sowie agrarmeteorologischen Indizes. Bereitgestellt werden die Klimaprojektionen der REGKLAM-Klimadatenbank mit ihren einzelnen Realisierungen und den Emissionsszenarien A1B und B1

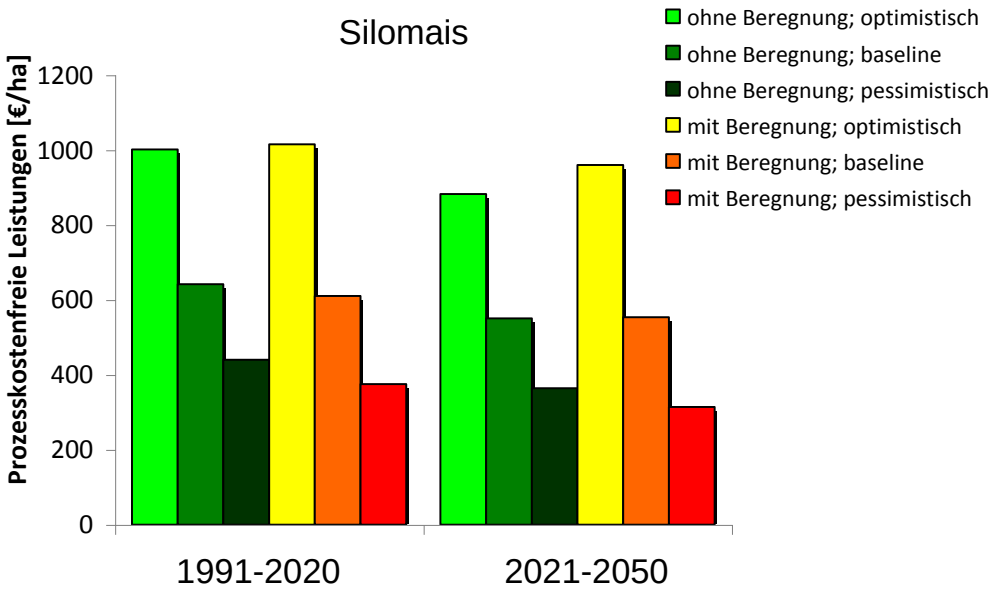


Analyse an Stationen und Gitterpunkten: Beispiel für die Analyse der Änderung von Eintrittsterminen und Phasen von Entwicklungsstadien landwirtschaftlicher Fruchtarten mit dem Modell ONTO (Ontogenese): Vergleich der Periode 1961-1990 (1975) mit der Periode 2021-2050 (2035)

Analyse auf regionaler Ebene: Auswahl des Fokusgebietes Lommatzsch zur Simulation des Ernteertrages



Analyse auf lokaler Ebene: Simulation des Zusatzwasserbedarfes für einen Ackerschlag (1 Gitterzelle = 1 ha)



Ergebnisbeispiel der Analyse ökonomischer Kennwerte anhand der prozesskostenfreien Leistung für die Maßnahme mit/ohne Beregnung unter Annahme unterschiedlicher Agrarpreisentwicklungen (optimistisch, vTI-baseline, pessimistisch)

Quellen

KÖSTNER, B. (2010): Rechnen für die Zukunft. In: Bauernzeitung 29, 36-37.

KÖSTNER B (2011): Ihre persönliche Prognose. DLG-Mitteilungen (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1/12, 82-84.

KÖSTNER, B.; WENKEL, K.-O.; BERG, M.; BERNHOFER, CH.; GÖMANN, H.; WEIGEL, H.-J. (2013): Integrating regional climatology, ecology, and agronomy for impact analysis and climate change adaptation of German agriculture: an introduction to the LandCaRe2020 project. European Journal of Agronomy, 10.1016/j.eja.2013.08.003.

LfULG (Hrsg.) (2009): Klimawandel und Landwirtschaft - Fachliche Grundlagen für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel. Informationsschrift des Sächsisches Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, LfLUG, 149 S.

MIRSCHEL, W.; WENKEL, K.-O.; WIELAND, R.; LUZI, K.; ALBERT, E.; KÖSTNER, B. (2009): Klimawandel und Ertragsleistung: Auswirkungen des Klimawandels auf die Ertragsleistung ausgewählter landwirtschaftlicher Fruchtarten im Freistaat Sachsen - eine landesweite regionaldifferenzierte Abschätzung. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Hrsg.): Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG, Sachsen), Heft 28/2009, 61 S., Dresden (ISSN: 1867-2868).

WENKEL, K.-O.; MIRSCHEL, W.; BERG, M.; NENDEL, C., WIELAND, R.; KÖSTNER, B. (2011): Klimawandel. Fluch oder Segen für die Landwirtschaft. Was die LandCaRe-Simulationen sagen. Senat der Bundesforschungsinstitute. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Forschungsreport 2/2011, S. 4-8.

WENKEL, K.-O.; BERG, M.; MIRSCHEL, W.; WIELAND, W.; NENDEL, C.; KÖSTNER, B. (2013): LandCaRe DSS – an interactive decision support system for climate change impact assessment and the analysis of potenzial agricultural land-use adaptation strategies. Environmental Management, http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.02.051.

Zurück zum Programmtext

Ableitung und Anwendung von standortgerechten Zielzuständen der Waldentwicklung

Akteure
Staatsbetrieb Sachsenforst, private Waldbesitzer

Beschreibung
Für die Modellregion Dresden wurden auf standörtlicher Basis 18 Zielzustände formuliert, die mit entsprechenden Verbreitungsschwerpunkten die gesamte Waldfläche der Modellregion abbilden. Diese gliedern sich in 15 zonale sowie drei azonale Zielzustände (Moorwald, Bachtälchen, Auwald).

Der Zielzustand charakterisiert das im Rahmen der waldbaulichen Behandlung langfristig anzustrebende Entwicklungsziel. Im Allgemeinen wird darunter ein standortgerechter, ökologisch stabiler Waldzustand mit hohem Anpassungspotenzial an sich ändernde Standortbedingungen verstanden.

Die räumlich explizite Bestimmung der Zielzustände dient sowohl dem Staatsbetrieb Sachsenforst als auch privaten Waldbesitzern als kurz-, mittel- und langfristige Orientierung für die Planung und Durchführung von waldbaulichen Maßnahmen. Ausgangs- und Zielzustände wurden zu so genannten Waldentwicklungstypen (WET) zusammengefasst und durch Behandlungstypen operationalisiert. WET bilden den Kern der regionalen Waldbau-Richtlinien für die Standortsregionen Tiefland, Lösshügelland und Mittelgebirge. Die regionale Waldbau-Richtlinie für das Tiefland liegt seit 2012 vor, die für das Lösshügelland und das Mittelgebirge soll bis 2014 fertiggestellt werden. Die zeitliche Abfolge der Bearbeitung richtet sich nach dem Fortschritt der 10-jährigen periodischen Betriebsplanung im Staatswald des Freistaates. Für alle anderen Waldeigentumsarten hat die Richtlinie empfehlenden Charakter.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die regional unterschiedliche Ausprägung und Wirkung des Klimawandels erfordert regional differenzierte waldbauliche Anpassungskonzepte. Diese werden neben der Veränderung des Klimas durch weitere Standortfaktoren, insbesondere chemische, physikalische Bodeneigenschaften sowie die Exposition modifiziert. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Waldzustände durch ihre qualitativen Entwicklungspotenziale und die Genese der Bestandesentwicklung auch eine unterschiedliche Resilienz gegenüber Standortveränderungen bedingen. Die Resistenz und Resilienz (Komponenten der ökologischen Stabilität), das Risiko von funktionalen Einbrüchen auf der Ebene von Landschaftseinheiten und die Sensitivität der Landnutzung gegenüber diesen Einbrüchen bedingen eine unterschiedliche Ausprägung der Vulnerabilität. Dieser komplexe Indikator bestimmt letztendlich die regionale und örtliche Intensität von Anpassungsmaßnahmen der Forstwirtschaft.

Waldentwicklungstypen bilden auf dieser Grundlage eine funktionale und prozessorientierte Verbindung zwischen einem Ausgangs- und dem dynamischen Zielzustand der (gesteuerten) Waldentwicklung.

Die prozessorientierte Anpassung der Waldstruktur und Baumartenzusammensetzung an die Drift klimatischer Standortsfaktoren, hat höchste Priorität für eine nachhaltige und stetige Forstwirtschaft im Kontext zur Stetigkeit der landschaftsökologischen Wirkungen von Wäldern bei zunehmenden funktionalen Risiken auf der räumlichen Skala von Landschaftseinheiten.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die räumliche Verteilung lässt sich grob folgendermaßen gliedern:

- kieferndominierte Entwicklungsziele auf Mittel- und Grobsanden im Tiefland,
- Buchen-Typen im Hügel- und Bergland und nur bei ausreichender Wasserspeicherkapazität im Tiefland und
- Fichten-Typen in den Mittelgebirgslagen bei entsprechendem Lokalklima und Bodenwasserhaushalt.
- Anpassung der Konkurrenzregulation (innerhalb einer Bestandesschicht - Jungbestandespflege, Durchforstung und zwischen unterschiedlichen Bestandesschichten – Altbestand / Verjüngung) an die sich ändernde Ressourcenverfügbarkeit.

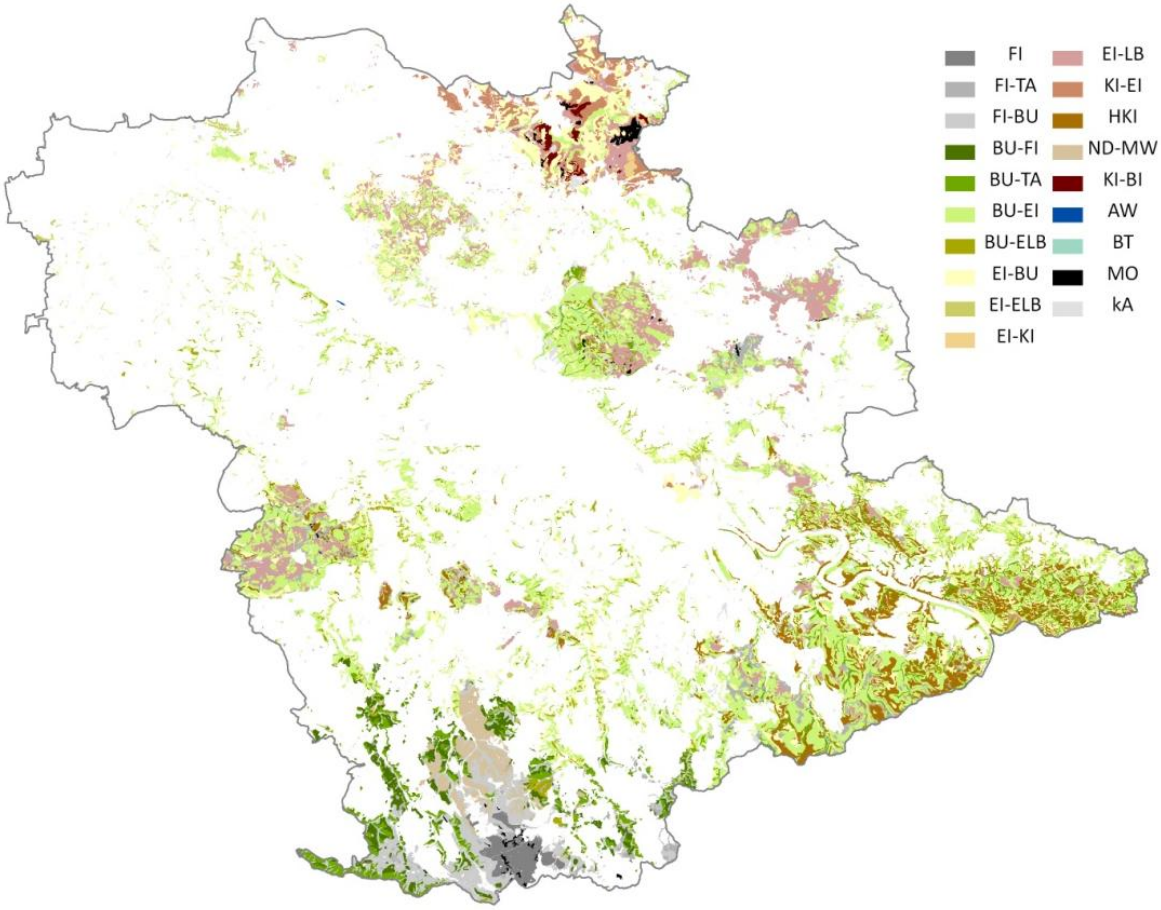
Die entwickelten Zielzustandstypen wurden als Orientierung für die Regionalplanung und Forstbehörden flächendeckend für die REGKLAM-Modellregion Dresden regionalisiert (Witt et al. in press.). D. h., im Falle von Aufforstungsmaßnahmen auf Flächen, die aktuell nicht forstlich genutzt werden, sollten diese Ausweisungen zu Rate gezogen werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Mit dem in unterschiedlicher Intensität bei generell hoher Kontinuität fortschreitenden Baumartenwechsel (Umwandlung – Umbau – Überführung) werden Fichten- und Kiefern-Forste zu Waldökosystemtypen mit einer weitaus höheren funktionalen Biodiversität entwickelt. Damit bestehen erhebliche Synergien zum Naturschutz. Wälder sind von Natur aus keine statischen Gebilde. Der örtliche und zeitliche Wechsel der Waldbestände bzgl. des Alters und der Baumarten mit verschiedenen Ansprüchen an Klima- und Standortverhältnisse wird durch die Bewirtschaftung gefördert. Mit der fortschreitenden Anpassung der Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur an den Klimawandel wird das strategische Prinzip der Risikoverteilung durch die Forstwirtschaft umgesetzt. Dadurch wird auf der Ebene von funktionalen Landschaftseinheiten die Stetigkeit von landschaftsökologisch bedeutenden Waldwirkungen gesichert. Der Prozess hin zu einer Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur mit einem hohen Widerstandspotenzial gegen Störungen und Kalamitäten ist die Voraussetzung für ein standörtlich und nach Produktionszielen determiniertes, höchstmögliches Niveau der Holzproduktion bei einer relativ geringen Oszillation der Nettoprimärproduktion pro Flächeneinheit. Es besteht eine enge Beziehung zur Stetigkeit der Wirkung von Wäldern als Kohlenstoffsenke.

Zielkonflikte: Konflikte können durch die Vorgabe sehr restriktiver Behandlungskonzepte entstehen. Diese verringern die Möglichkeiten entsprechender Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Der Anteil von Fichten-Altbeständen ohne Verjüngungssvorräte standortgerechter Baumarten in den Kammlagen des Erzgebirges ist erheblich. Gleichzeitig nimmt die Eintrittswahrscheinlichkeit von Buchdrucker- und Sturmkalamitäten zu. Folglich treffen in diesen Beständen eine hohe Disposition und eine geringe Resilienz im Fall von Kalamitäten aufeinander. Das bedeutet ein hohes Risiko von funktionalen Einbrüchen auf Landschaftsebene. Um dieses Risiko zu puffern, ist ein hoher Verjüngungs- und Erntenutzungsforstschritt notwendig, der einen fließenden Übergang zu standortsgerechten Waldaufbauformen einschränkt. Daraus resultieren Konflikte zur Erholungsfunktion und Naturschutzzielen, insofern diese insbesondere landschaftsökologische Wirkungen von Kalamitäten in Wollreitgras–Fichten-Forsten nicht berücksichtigen.

Die Jagd folgt als Form der Landnutzung nicht den Prinzipien biozönotischer Stabilität, sondern denen quasi-stationärer Wildzucht. Ein langfristig finanzierbarer, erfolgreicher Waldumbau in der notwendigen Intensität ist nur bei deutlich geringeren Populationsdichten von Rot- und Rehwild möglich.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme



Verbreitungsschwerpunkte der verschiedenen Zielzustände in der Modellregion (Kiefern-Birken-Mischwald KI-BI, Kiefern-Eichen-Mischwald KI-EI, Höhenkiefern-Mischwald HKI, Eichen-Kiefern-Mischwald: EI-KI, Eichen-Buchen-Mischwald EI-BU, Eichen-Laub-Mischwald EI-LB, Eichen-Edellaub-Mischwald EI-ELB, Buchen-Eichen-Mischwald BU-EI, Buchen-Tannen-Mischwald BU-TA, Buchen-Fichten-Mischwald BU-FI, Buchen-Edellaub-Mischwald BU-ELB, Fichten-Bergwald FI, Fichten-Tannen-Mischwald FI-TA, Fichten-Buchen-Mischwald FI-BU, Nadelbaum-Mischwald ND-MW, Moorwald MO, Bachtälchen BT, Auwald AW (→ REGKLAM-Produkt 3.3.2c))

Quellen

EISENHAUER, D.-R.; SONNEMANN, S. (2009): Waldbaustrategien unter sich ändernden Umweltbedingungen – Leitbilder, Zielsystem und Waldentwicklungstypen, Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz Heft 8, 71 – 88.

GEMBALLA, R.; SCHLUTOW, A. (2007): Überarbeitung der Forstlichen Klimagliederung Sachsens. AFZ/Der Wald, 822–826.

KÖNIG, T. (2011): Substratfeuchte – wichtige Auswerteeinheit der Standortserkundung; am Beispiel Sachsens, in: Freiburger Forstliche Forschung, Heft 88, 90 – 100.

KRABEL, D.; LIESEBACH, M.; SCHNECK, V.; WOLF, H. (2010): Transfer von Staat- und Pflanzgut innerhalb Europas, Was wissen wir? Forst & Holz, 65, 11.

SCHLUTOW, A.; GEMBALLA, R. (2008): Sachsens Leitwaldgesellschaften – Anpassung in Bezug auf den prognostizierten Klimawandel. AFZ/Der Wald 63 (1): 28– 31.

REGKLAM-PRODUKT 3.3.2c: Anpassung der Waldbaustrategie für den Landeswald und kommunale und private Waldbesitzer.

Zurück zum Programmtext

Abschätzung und räumliche Darstellung der aktuellen und potenziellen Prädisposition von Waldökosystemtypen gegenüber biotischen und abiotischen Schadfaktoren

Akteure
Staatsbetrieb Sachsenforst, private Waldbesitzer

Beschreibung
Die Grundlage bildet die Distanz von Ausgangs- und Zielzustand bezogen auf die aktuelle und potenzielle Standortgerechtigkeit der Baumartenzusammensetzung und Bestandesstruktur unter dem Einfluss des Klimawandels. Diese Distanz korrespondiert u. a. mit der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Ausprägung der Einwirkungen von biotischen oder abiotischen Schadfaktoren. Auf der Grundlage von langjährigen Datenreihen des Waldschutzmonitorings wurden für destruktiv wirkende Schadfaktoren - wie Buchdrucker (*Ips typographus* L.), Sturm, Waldbrand – Risikokarten erstellt. Die Wirkungen der Drift von klimatischen Standortfaktoren wurden durch die Anwendung von Prognosemodellen berücksichtigt. Risikokarten bilden die Eintrittswahrscheinlichkeit von funktionalen Einbrüchen räumlich differenziert ab. Daraus können regionale und lokale Schwerpunkte für waldbauliche Maßnahmen zur Erneuerung des Widerstandspotenzials von prädisponierten Waldbeständen abgeleitet werden. Innerhalb dieser räumlichen Schwerpunkte werden waldbauliche Maßnahmen zeitlich durch die Genese der Bestandesentwicklung im Verhältnis zur Disposition gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren bestimmt.

Eine mit dem Baumartenwandel ggf. einhergehende Veränderung der Schädlingszönose erfordert eine Erweiterung der Pädispositionsabschätzung. Neben dem Buchdrucker, der hier exemplarisch betrachtet wurde, ist dann etwa die Prädisposition gegenüber dem Eichenprozessionsspinner, der Nonne oder dem Schwammspinner notwendig.

Auf dem aktuellen Stand des Wissens liegen diese Planungsgrundlagen für eine prozessorientierte Anpassung der Waldbewirtschaftung an die Drift klimatischer Standortsfaktoren vor. Da der regionale Klimawandel sowohl zur räumlichen Verschiebung der standörtlich bedingten Prädisposition gegenüber abiotischen Schadfaktoren als auch zu Arealverschiebungen und Veränderungen des Fluktuationstyps bei biotischen Schadfaktoren führen kann, sind diese Planungsgrundlagen als Prozess zu betrachten. Ein räumlich nach Forst- und Waldökosystemtypen auflösendes langfristiges Waldschutzmonitoring ist die Grundlage für die Indikation biozönotischer Stabilität und somit für waldbauliche Maßnahmen, die diese kontinuierlich erneuern.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Irreversible Veränderungen abiotischer Standortfaktoren lösen eine Dynamik in Wald- und Forstökosystemen aus, in der ein quasi stabiler Systemzustand (Waldkökosysteme) in eine auf die neuen Standortbedingungen gerichtete Entwicklung einmündet. Während eine konkurrenzbedingte Veränderung der Waldstruktur noch ein Indikator für Resilienz, d. h. die Elastizität des bestehenden Systems ist, deutet die Veränderung der Baumartenzusammensetzung auf einen synökologischen Prozess hin, der einen neuen Systemzustand, d. h. eine in ihren Kompartimenten veränderte Biozönose, zur Folge hat. In Kiefern- und Fichten-Forsten kann das Potenzial für eine unmittelbar auf die Vegetationsform Wald gerichtete Systemdynamik ausgesprochen gering sein. Insofern ist das Monitoring biozönotischer Stabilität (Waldschutzmonitoring, unmittelbare Kontrolle biotischer Schadfaktoren) mit seinen Eingangsinformationen für die waldbauliche Planung (Kontinuität eines hohen Widerstandspotenzials gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren) eine unerlässliche Voraussetzung, um die Folgen des Klimawandels mit dem Ziel einer hohen Stetigkeit von Waldökosystemen prozessorientiert zu puffern.

Die räumlich explizite Identifizierung der Disposition der Wälder gegenüber unterschiedlichen Schadfaktoren ist eine Grundlage für die (Weiter-)Entwicklung des klimaangepassten Waldumbaus.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Modellregion wird durch einen erheblichen Flächenanteil von nicht standortsgerechten Fichten-Forsten mit geringem Widerstandspotenzial gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren geprägt. Die Ausprägung dieser Situation reicht von einer deutlich eingeschränkten Raum-Zeit-Struktur bei weitgehender Standortgerechtigkeit der Baumartenzusammensetzung (Hoch- und Kammlagen der Mittelgebirge) bis zu Situationen, in denen weder die Baumartenzusammensetzung noch die Waldstruktur den aktuellen Standortbedingungen und deren möglicher Entwicklung entspricht.

Buchdruckerbefall: Gefährdungsschwerpunkte konzentrieren sich insbesondere auf den Tharandter Wald, das Elbsandsteingebiet sowie die unteren und mittleren Lagen des Osterzgebirges. Entscheidend ist die räumliche Verteilung der gegenüber Trockenstress prädisponierten Fichtenbestände. Auf der Hälfte der berücksichtigten Flächen ist von einer mittleren Trockenstressgefährdung auszugehen. Mit 40 % nehmen die hoch und sehr hoch prädisponierten Bestände nicht wesentlich weniger Fläche ein. Die Verteilung erfolgt dabei relativ gleichmäßig über die gesamte Modellregion, wenngleich der Tharandter Wald und das Elbsandsteingebiet besonders große Anteile hoch und sehr hoch gefährdeter Bestände aufweisen. Die knapp 10 % der Fläche mit geringer und sehr geringer Prädisposition beschränken sich auf höhere Lagen des Erzgebirges und den östlichsten Teil des Lösshügellandes innerhalb der Modellregion. Mit der Drift klimatischer Standortfaktoren muss mit einer Ausweitung der Gefährdungsschwerpunkte bis in die Hoch- und Kammlagen des Osterzgebirges gerechnet werden.

Sturmgefährdung: Im Tharandter Wald und in der Dresdner Heide sowie den sich östlich anschließenden Bereichen des Hügellandes weisen überdurchschnittlich viele Bestände eine sehr hohe Gefährdung auf. Ebenso können Konzentrationen mittlerer Prädisposition im Osterzgebirge und im Elbsandsteingebirge festgestellt werden. Das Tiefland hingegen ist überwiegend gering gefährdet. Auch hier ist der Anteil der Fichtenbestände maßgeblich für die hohe Gefährdung.

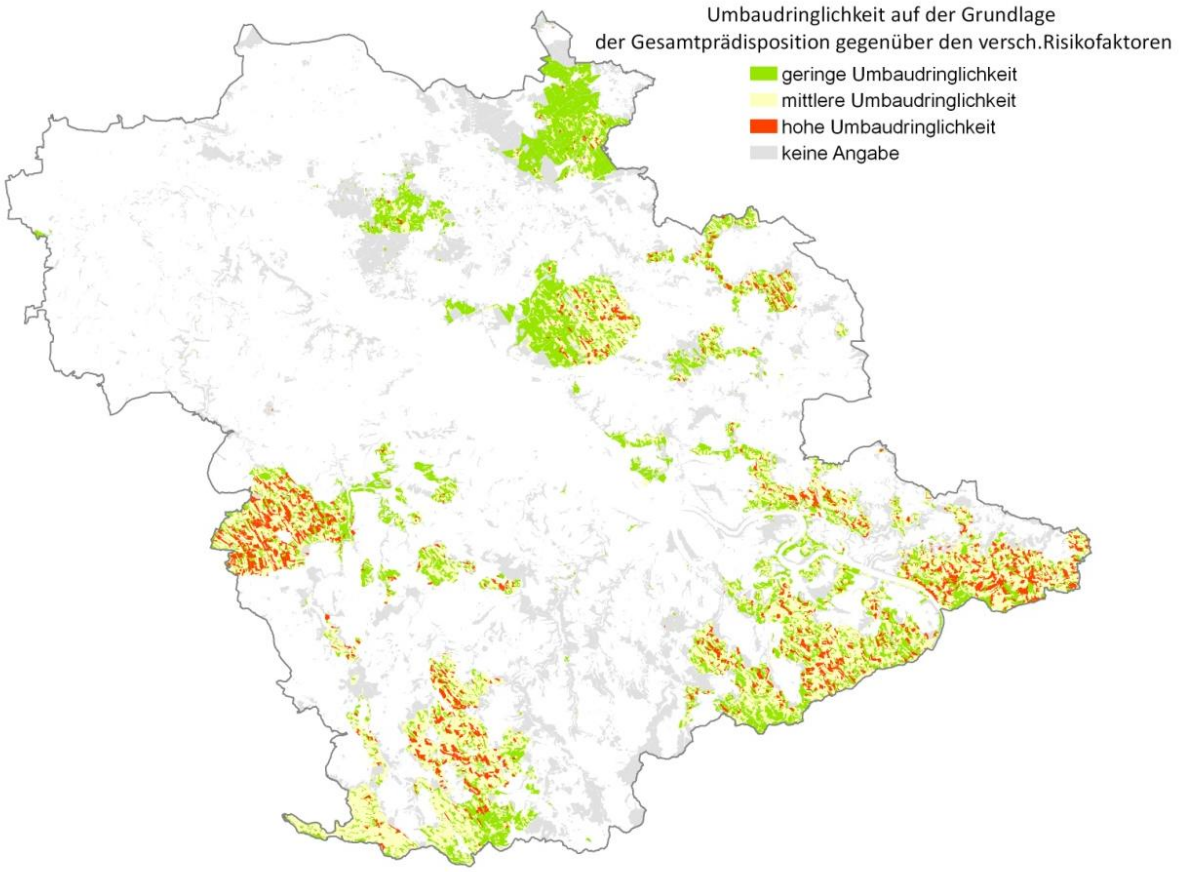
Waldbrand: Mit 73 % gehören fast drei Viertel aller Waldflächen der Gefährdungsstufe „gering" an. Mit ca. 18 % bilden Bestände mit einer mittleren Prädisposition einen zweiten Schwerpunkt. Sehr hohe und hohe Gefährdungen sind auf knapp 8 % der Fläche zu verzeichnen. Dabei wird eine starke regionale Differenzierung deutlich. Vor allem im Tiefland überwiegen mittlere, hohe und zum Teil sehr hohe Gefährdungswerte. Die Mittelgebirgsbereiche sowie das südliche Hügelland weisen bedingt durch das niedrige klimatische Gefährdungspotenzial hingegen fast vollständig eine nur geringe Prädisposition auf. Die überwiegend einschichtigen Kiefernreinbestände im Tiefland, die häufig auch auf Böden mit ungünstigen Substrateigenschaften stocken, weisen das größte Brandrisiko auf. Dieses Bild wiederholt sich bedingt durch die dort zunehmenden Fichtenanteile in abgeschwächter Form in den nördlichen Hügellandsbereichen.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Mit dem in unterschiedlicher Intensität bei generell hoher Kontinuität fortschreitenden Baumartenwechsel (Umwandlung – Umbau – Überführung) werden Fichten- und Kiefern-Forste zu Waldökosystemtypen mit einer weitaus höheren funktionalen Biodiversität entwickelt. Damit bestehen erhebliche Synergien zum Naturschutz. Wälder sind von Natur aus keine statischen Gebilde. Der örtliche und zeitliche Wechsel der Waldbestände bzgl. des Alters und der Baumarten mit verschiedenen Ansprüchen an Klima- und Standortverhältnisse wird durch die Bewirtschaftung gefördert. Mit der fortschreitenden Anpassung der Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur an den Klimawandel wird das strategische Prinzip der Risikoverteilung durch die Forstwirtschaft umgesetzt. Dadurch wird auf der Ebene von funktionalen Landschaftseinheiten die Stetigkeit von landschaftsökologisch bedeutenden Waldwirkungen gesichert. Der Prozess hin zu einer Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur mit einem hohen Widerstandspotenzial gegen Störungen und Kalamitäten ist die Voraussetzung für ein standörtlich und nach Produktionszielen determiniertes, höchstmögliches Niveau der Holzproduktion bei einer relativ geringen Oszillation der Nettoprimärproduktion pro Flächeneinheit. Es besteht eine enge Beziehung zur Stetigkeit der Wirkung von Wäldern als Kohlenstoffsenke.

Zielkonflikte: Ein wesentlicher Zielkonflikt besteht darin, dass das langfristige Waldschutzmonitoring, seine weitere Qualifizierung sowie die kontinuierliche Informationsaufbereitung mit dem fortschreitenden Personalabbau in Frage gestellt sind. Des Weiteren konzentrieren sich waldbauliche Maßnahmen im Wesentlichen auf den öffentlichen Wald. Die Bedeutung des Landeswaldes für die Stabilität und Funktionalität der Kulturlandschaft ist in diesem Zusammenhang hervorzuheben.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme

Für die Beurteilung einer grundsätzlichen Prädisposition des Waldökosystemtyps erfolgte die Kombination der einzelnen Risikofaktoren. Auf dieser Grundlage erfolgt eine wissensbasierte Ableitung von regional und lokal differenzierten waldbaulichen.



Gliederung der Modellregion (Landeswald) nach Waldumbaudringlichkeiten auf der Grundlage der hinsichtlich der verschiedenen Risikofaktoren durchgeführten Prädispositionsabschätzung (→ REGKLAM-Produkt 3.3.2a)

Quellen

EISENHAUER, D.-R.; SONNEMANN, S. (2009): Waldbaustrategien unter sich ändernden Umweltbedingungen – Leitbilder, Zielsystem und Waldentwicklungstypen, Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz Heft 8, 71 – 88.

GEMBALLA, R.; SCHLUTOW, A. (2007): Überarbeitung der Forstlichen Klimagliederung Sachsens. AFZ-DerWald, 822–826.

KÖNIG, T. (2011): Substratfeuchte – wichtige Auswerteeinheit der Standortserkundung; am Beispiel Sachsens, in Freiburger Forstliche Forschung Heft 88, 90 – 100.

KRABEL, D.; LIESEBACH, M.; SCHNECK, V.; WOLF, H. (2010): Transfer von Staat- und Pflanzgut innerhalb Europas, Was wissen wir? Forst & Holz, 65, 11.

SCHLUTOW, A., GEMBALLA, R. (2008): Sachsens Leitwaldgesellschaften – Anpassung in Bezug auf den prognostizierten Klimawandel. AFZ/Der Wald 63 (1), 28– 31.

REGKLAM-PRODUKT 3.3.2a: Entwicklung einer standörtlich basierten Risikokartierung.

Zurück zum Programmtext

Intensität und Verfahren des Waldumbaus an ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen ausrichten

Akteure
Staatsbetrieb Sachsenforst, private Waldbesitzer

Beschreibung
Der Waldumbau wird von verschiedenen ökologischen (z. B Intensität von Veränderungen des Standorts, Anpassungs- und Entwicklungspotenzial von Waldbeständen, Vulnerabilität von funktionalen Landschaftseinheiten), ökonomischen und gesellschaftlichen Erfordernissen beeinflusst.

Die durch den Staatsbetrieb Sachsenforst erarbeiteten Waldentwicklungstypen lassen sich entsprechend der Erfüllung von verschiedenen Waldfunktionen entsprechend ihrer Umbaudringlichkeit räumlich explizit bewerten. Wasserschutzfunktionen beinhalten die Trinkwasserschutzfunktion, die Grundwasserneubildung und die Hochwasserschutzfunktion. Auch die Bodenschutzfunktion ist zu berücksichtigen. Die stärksten Restriktionen gegenüber der „Standardbehandlung" weisen in der Gruppe Klima-, Landschafts- und soziale Schutzfunktionen die verschiedenen Luft- und Klimaschutzfunktionen auf. Die Landschaftsschutzfunktion, aber auch die sozialen Funktionen (Erholung, Umweltbildung, Gesundheit) stellen geringere Anforderungen, haben mit der Klimaschutzfunktion jedoch eine größere Ähnlichkeit als beispielsweise mit dem Boden- und Wasserschutz.

Die aus der Kombination der einzelnen Risikofaktoren abgeleitete Prädispositionsabschätzung bildet die wichtigste Bewertungsgrundlage bei der Festlegung der Waldumbaudringlichkeiten. Die Vorrangfunktion stellt ebenfalls ein wichtiges Kriterium bei der Festlegung der Waldumbaudringlichkeit dar. Waldökosysteme mit einer besonderen Sensitivität gegenüber dem Klimawandel können identifiziert und mit einer hohen Dringlichkeit versehen werden. Hierunter fällt bspw. die Verschiebung der potenziell natürlichen Waldgesellschaften infolge der veränderten Niederschlags- und Temperaturverhältnisse. Betriebliche Erfordernisse spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der zeitlichen Rangfolge der Anpassungsmaßnahmen. Einzelne Forstbetriebe sind hinsichtlich ihrer kurz- bis mittelfristigen finanziellen und personellen Kapazitäten häufig stark eingeschränkt. Verbunden mit einem begrenzten Pool an Waldflächen ist es oftmals notwendig, selbst Bestände mit hoher Umbaudringlichkeit weiter zu differenzieren, um eine realistische Aufteilung der verfügbaren Mittel zu erreichen. Das Ergebnis einer solchen Vorgehensweise ist in der Abbildung dargestellt.

Die Klassifizierung der Dringlichkeit der Waldumbaumaßnahmen wurde durch den Staatsbetrieb Sachsenforst erstellt und dient sowohl dem Staatsbetrieb Sachsenforst selbst als auch privaten Waldbesitzern langfristig als waldbauliche Orientierung. Die Umsetzung der Maßnahmen ist ein über Jahrzehnte währender Prozess.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Klimatische Extremereignisse, bei denen davon auszugehen ist, dass sie sich mit dem fortschreitenden Klimawandel häufen, treffen auf eine hoch sensible und intensiv genutzte Kulturlandschaft, mit einem deutlich eingeschränkten Potenzial, die Einwirkungen derartiger Ereignisse zu puffern. Der Erhalt und die Erneuerung von Resilienz auf der Ebene von funktionalen Landschaftseinheiten ist eine wesentliche Aufgabe, um eine „optimale" Stabilität und Funktionalität der Kulturlandschaft der Modellregion zu sichern. Die Stetigkeit von landschaftsökologisch bedeutenden Waldwirkungen kann, in Abhängigkeit vom Waldanteil, gerade auch unter dem Einfluss des Klimawandels entscheidend zur Stabilität und Funktionalität der Kulturlandschaft beitragen.

Die räumlich explizite Identifizierung der kombinierten Umbaudringlichkeit auf Grundlage waldbaulicher Erfordernisse und der Disposition der Wälder gegenüber Schadfaktoren ist eine Voraussetzung für die Realisierung eines angemessenen Waldumbaus in der Modellregion und hat somit eine hohe Priorität.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Der Waldanteil an der Landschaftsstruktur des Osterzgebirges ist generell zu gering, um ein hohes landschaftsökologisches Wirkungspotenzial aufzuweisen. Das gilt insbesondere für die ausgewiesenen Hochwasserentstehungsgebiete in den Hoch- und Kammlagen, die einerseits durch ein geringes Bewaldungsprozent andererseits durch einen Waldzustand mit geringem Potenzial zur Abflussregulation charakterisiert sind. Es handelt sich oft um Bestände aus Pionierbaumarten in der Phase der Seneszenz oder aus so genannten Interimsbaumarten mit artabhängiger Auflösungsintensität ohne natürliche Tendenzen zur strukturellen Erneuerung durch Verjüngung.

In den Fichten-Forsten steigt mit zunehmenden Alter entlang eines Standortgradienten von den unteren Berglagen bis in die höheren Berglagen die Disposition gegenüber abiotischen und biotischen Schadfaktoren (Sturm, Buchdrucker) in einem Maße, welches im Kalamitätsfall funktionale Einbrüche auf Landschaftsebene auslösen kann, die nur langfristig und mit hohem Aufwand zu kompensieren sind. Das Risiko von Hochwasserereignissen und Bodenverlusten durch Erosion würde im Ergebnis noch einmal erheblich ansteigen.

Für die Stabilität und Funktionalität der Kulturlandschaft der Region ist eine deutliche Erhöhung des Waldanteils im Osterzgebirge, vorrangig auf mittel- bis tiefgründigen Böden zwingend erforderlich. Die räumliche Verteilung und Intensität der Waldmehrung ist an der Bedeutung von Hydrotopen und Bilanzgebieten für die Abflussregulation auszurichten. Der Umbau und die Umwandlung von Beständen aus Pionier- und Interimsbaumarten in hoch produktive Fichten-Bergwälder mit ausgeprägtem landschaftsökologischen Wirkungspotenzial ist für die Funktionalität der Kulturlandschaft der Region unverzichtbar.

In der Abbildung ist die räumliche Auflösung der Umbaudringlichkeit, vorrangig von Forst-Ökosystemen, in der Modellregion dargestellt. Diese spiegelt die unterschiedlichen Anforderungen der jeweiligen Gruppe von Waldfunktionen an den Bestockungszustand wider. Bei der Wasser- und Bodenschutzfunktion sind auf Grund der geringen Erfüllungsgrade in der Ausgangsbestockung und den hohen Potenzialen in den angestrebten Zielzuständen hohe Anteile an umbaudringlichen Beständen vorhanden. Schwerpunkte sind weite Teile des Osterzgebirges von den unteren Berglagen bis in die Kammlagen (siehe oben), das Lösshügelland und Fichtenforste auf Staublehmplateaus sowie trockenheitsdisponierten Hängen im Elbsandsteingebiet. Aus dem vorgesehenen Baumartenwechsel in diesen Regionen resultieren weite Klassensprünge.

Im Gegensatz dazu sind die Umbaudringlichkeiten bei der zweiten Gruppe der Vorrangfunktionen wesentlich geringer, da die Diskrepanz zwischen Ausgangsbestockung und Zielzustand weniger stark ausgeprägt ist und bereits heute mittlere Erfüllungsgrade dominieren. Entsprechend kleiner sind die damit verbundenen Klassenabstände. Insbesondere im Tiefland und im Osterzgebirge sind in Bezug auf Klima- und Landschaftsschutz sowie soziale Waldfunktionen nur geringe Verbesserungspotenziale vorhanden, was sich in geringen Umbaudringlichkeiten niederschlägt.

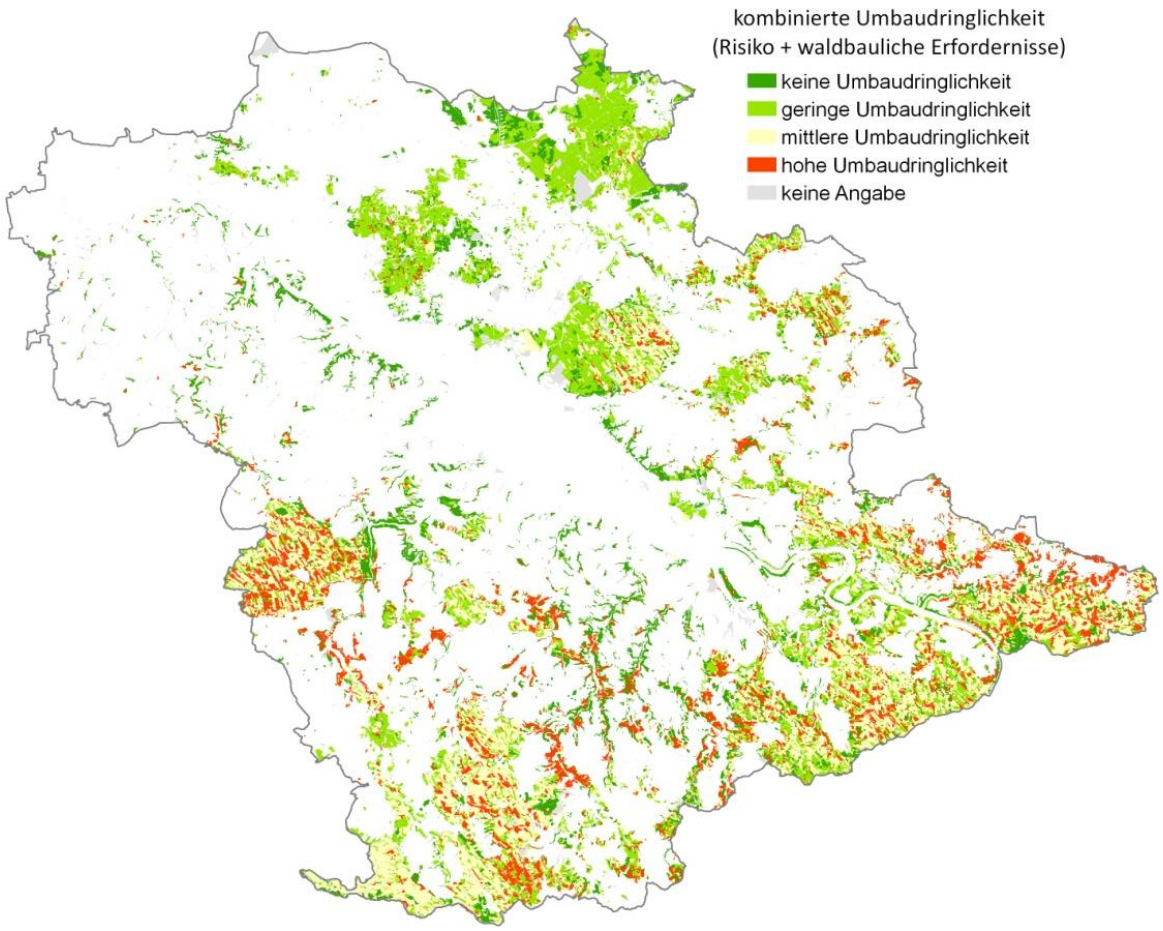
Während im Tiefland überwiegend niedrige kombinierte Umbauprioritäten vorherrschen, dominieren in den Schwerpunktregionen (Tharandter Wald, unteres und mittleres Osterzgebirge, Elbsandsteingebiet) Bestände mit mittlerer und hoher Priorität.

Synergien und Zielkonflikte

Synergien bestehen zu Teilzielen des Naturschutzes, die insbesondere die Erneuerung von Bergmischwäldern in den mittleren und höheren Berglagen des Osterzgebirges betreffen. Gleiches gilt für den Umbau bzw. die Umwandlung von Fichtenforsten zu kollinen Buchen- und Eichenwäldern. Ein weiteres Beispiel für Synergien ist die Rekonstruktion von naturnahen Bachauen. Eine gute Übereinstimmung besteht zu den Zielen des Landesentwicklungsplans, die die Waldmehrung im Zusammenhang mit dem präventiven, integrativen Hochwasserschutz betreffen.

Zielkonflikte bestehen auf landschaftsökologischer Ebene zwischen den Flächenanteilen der land- und forstwirtschaftlichen Landnutzung. Eine landschaftsökologisch wirksame Waldmehrung im Osterzgebirge ist bis heute nicht möglich gewesen und ist auch in Zukunft unter den gegebenen Bedingungen der Agrarsubventionierung nicht zu erwarten. Diese Situation bedingt langfristig und wahrscheinlich mit steigender Tendenz eine hohe Vulnerabilität der Kulturlandschaft gegenüber Hochwasserereignissen.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme



Angepasste Gliederung der Modellregion (Gesamtwald) nach Waldumbaudringlichkeiten unter Berücksichtigung der durchgeführten Prädispositionsabschätzung und konkreter waldbaulicher Priorisierungen (→ REGKLAM-Produkt 3.3.2b)

Quellen

EISENHAUER, D.-R.; SONNEMANN, S. (2009): Waldbaustrategien unter sich ändernden Umweltbedingungen – Leitbilder, Zielsystem und Waldentwicklungstypen, Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz Heft 8, 71 – 88.

IRRGANG, S.; EISENHAUER, D.-R. (2004): Struktur und Wasserhaushalt in Waldökosystemen – Konsequenzen für den präventiven Hochwasserschutz. Forst und Holz, 59, 2004, 10, 467 – 475.

SCHMIDT, P. A.; WILHELM, E.-G.; EISENHAUER, D.-R. (2008):Waldbehandlung , Waldmehrung und Auengestaltung unter Berücksichtigung von Hochwasservorsorge und Naturschutz im Osterzgebirge, Abschlussbericht zum DBU-Projekt: Hochwasserschutz- und naturgerechte Behandlung umweltgeschädigter Wälder und Offenlandbereiche der Durchbruchstäler des Osterzgebirges, Landesverein Sächsischer Heimatschutz e.V., 176 S.

ZWEIG, M.; BUFE, J.; ANDREAE, H. (2006): Diffuse Belastung von Grundwasserkörpern in Sachsen. Wasserwirtschaft, 2006, 6, 20 – 25.

REGKLAM-PRODUKT 3.3.2b: Potenzialabschätzung für einzelne Waldfunktionen und Vorrangfunktionen.

Zurück zum Programmtext

Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien zur (räumlichen) Priorisierung von Landnutzungs- und Landbewirtschaftungsänderungen

Akteure
Institut für Bodenkunde und Standortslehre (TU-Dresden), Landnutzer (Land-, Forstwirte), Regionalplaner, Untere Naturschutzbehörden

Beschreibung
Im Rahmen des REGKLAM-Projektes wurde die Planungs- und Entscheidungsunterstützungssoftware GISCAME angepasst, um im Untersuchungsgebiet Folgenvorabschätzungen von alternativen Landnutzungs- und Landbewirtschaftungsoptionen durchführen zu können. In der Maßnahme erfolgt eine vergleichende, sektorübergreifende Bewertung von Landnutzungs- und Landbewirtschaftungsalternativen im Hinblick auf ihre Wirkungen (Bereitstellung von Ökosystemleistungen) auf Landschaftsebene, als Basis zur Schärfung des Bewusstseins für klimawandelbedingte Herausforderungen und notwendige Anpassungsmaßnahmen bei Landnutzern und Entscheidern. Zur Anpassung an klimawandelbedingte Risiken (Dürre, Erosion) bei möglichst geringen Produktionsverlusten und zur gleichzeitigen Förderung von bisher nicht am Markt gehandelten Ökosystemdienstleistungen können verschiedene Szenarien simuliert werden. Dazu gehören Landnutzungsänderungen wie Aufforstung, Siedlungsflächenausdehnung und Änderungen im Bereich der Landbewirtschaftung (Veränderung regionaltypischer Fruchtfolgen und Bodenbearbeitung).

Nach der Auswahl eines von spezifischen Risiken betroffenen Untersuchungsgebietes erfolgt in Zusammenarbeit mit Projektpartnern in einem Workshop die Auswertung und Diskussion der im Vorfeld simulierten Szenarien und Ergebnisse, um von allen Beteiligten akzeptierte Handlungsstrategien zu definieren. Landnutzer sollen dadurch für Handlungserfordernisse sensibilisiert und über sektorübergreifende Synergien von Maßnahmen informiert werden. Betrachtete Ökosystemleistungen, deren Bereitstellung durch Landnutzungsänderungen gesteuert werden können, sind: die Breitstellung von Nahrungsmitteln und Futter, die Bereitstellung von Biomasse, Bodenerosionsschutz, die Regulation von Dürrerisiken, die ökologische Integrität/Biodiversität, Hochwasserschutz und Erlöse aus landbasierter Produktion.

Die Maßnahme wurde für ein Fokusgebiet im Rahmen von Projekttreffen mit dem regionalen Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge und betroffenen Landnutzern umgesetzt. Weitere Workshops, die der Intensivierung und Fortführung der Zusammenarbeit und der Einbeziehung weiterer Akteure dienen sollen, sind in Vorbereitung. Eine kontinuierliche Fortführung dieser Maßnahme mit unterschiedlichen Personen- und Akteursgruppen und der damit verbundenen Verstetigung aufgebauter Netzwerke wird angestrebt.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die erfassten Ökosystemdienstleistungen wurden im Rahmen von Stakeholderbefragungen definiert und spiegeln die im Zuge des Klimawandels erwarteten, sich regional differenziert ausprägenden Betroffenheiten wider. Erwartete Herausforderungen beziehen sich v. a. auf die nachhaltige Sicherung der Erträge in der forst- und landwirtschaftlichen Produktion (welche durch Dürre und Erosion z. T. gefährdet sind) und den integrierten Hochwasserschutz. Mit der Simulation von Landnutzungsänderungen können Maßnahmen zur langfristigen Ertragssicherung und Hochwasservorsorge (z. B Anpassung von Fruchtfolgen, Bodenerosionsschutz durch angepasste Bodenbearbeitung, Windschutzstreifen etc.) auf ihre komplexen Wirkungen in Bezug auf die genannten Ökosystemdienstleistungen bewertet und diskutiert werden. Viele Maßnahmen erfüllen dabei einen Mehrfachnutzen (z. B. Stärkung des Biotopverbundsystems, Förderung der Intaktheit des Landschaftswasserhaushalts).

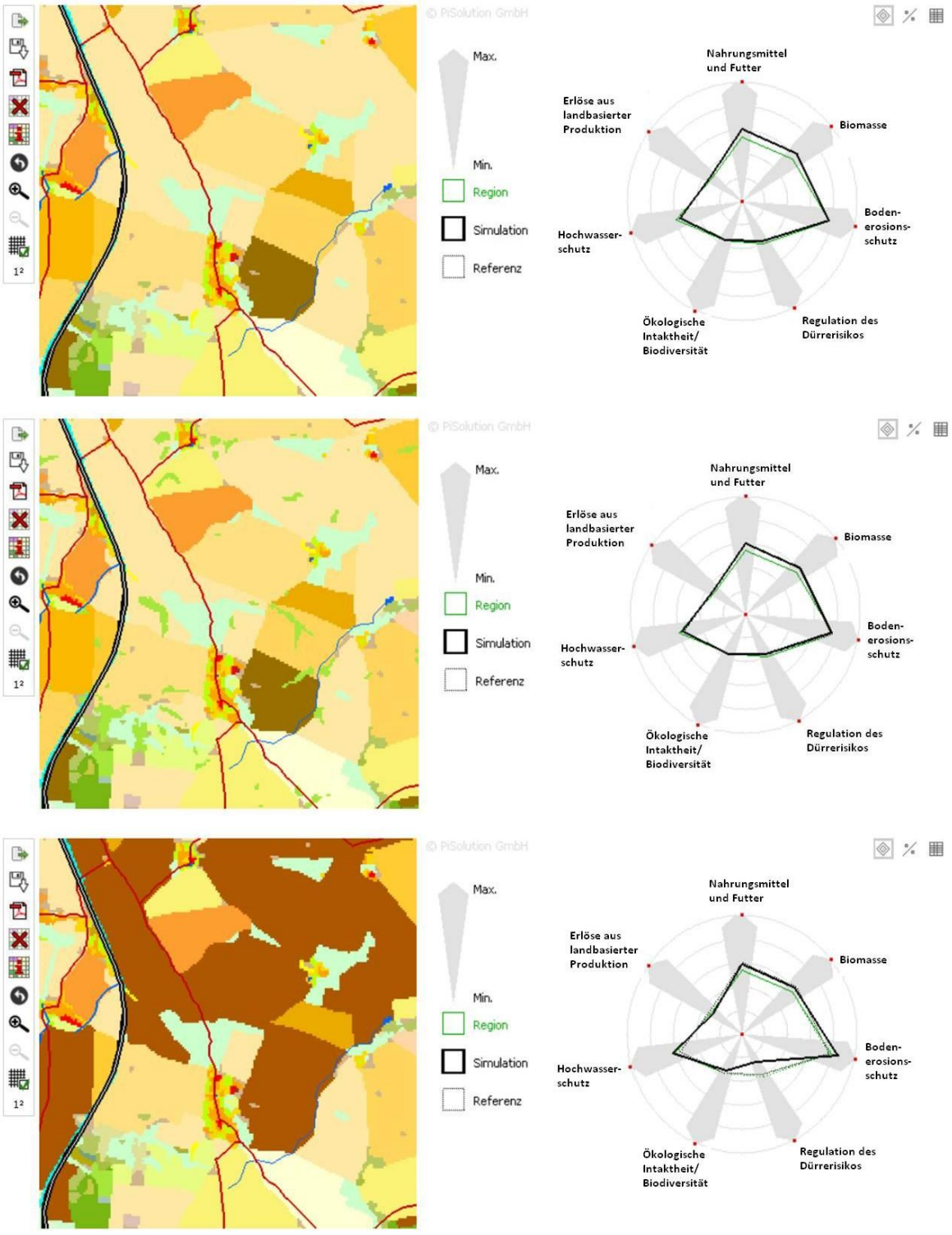
Die Prüfung alternativer Landnutzungsszenarien hat in der räumlichen Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen, also in der Planung von Maßnahmen und Ausweisungen, einen hohen Nutzen. Die Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen an unterschiedlichen Standorten kann getestet und somit geeignete Standorte ausgewählt werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Regional differenzierte/angepasste Landnutzungs- und Landbewirtschaftungsmaßnahmen lassen sich durch die integrierten Fruchtfolgeklassen (Landwirtschaft) und Zielzustandstypen (Forstwirtschaft) darstellen. Diese wurden für die Modellregion nach den drei dominierenden Bodenregionen und den dort vorherrschenden Standortbedingungen untergliedert. Die Dreiteilung differenziert nach (i) diluvialen Böden im Norden der Modellregion (Sächsisches Heidegebiet), (ii) Lössböden im Mittelsächsischen Lösshügelland und (iii) stärker verwitterten, flachgründigeren Böden im Bereich des Erzgebirges.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien bestehen zu → Maßnahme 3.16.2. Sie betreffen v. a. den Austausch der unterschiedlichen Akteure, da dieser gefördert und mit Hilfe der Planungs- und Visualisierungssoftware intensiviert und verstetigt werden kann. GISCAME schafft eine Basis, die interdisziplinäre Verständigung erleichtern und diskursive Prozesse (z. B. zur Problemidentifizierung, Zielformulierung) unterstützen kann. Die Maßnahme kann auch in Bürgerbeteiligungsverfahren Anwendung finden, um beispielsweise die Akzeptanz für die Priorisierung und Umsetzung von raumrelevanten Maßnahmen zu fördern.

Synergien und Konflikte im Bereich der Landnutzungsplanung (z. B hinsichtlich Flächennutzungskonkurrenzen zwischen Landwirtschaft, Naturschutz und Siedlungsflächenausdehnung) können frühzeitig identifiziert, diskutiert und gegeneinander abgewogen werden.

Beispiel für die Umsetzung der Maßnahme
Im angeführten Beispiel (Abbildungen siehe folgende Seite) wird ersichtlich, dass sehr kleinräumige Landnutzungsänderungen (Mitte) nicht geeignet sind, um in relevantem Ausmaß die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen zu verbessern. Änderungen auf größeren Flächen, wie z. B. eine angenommene Umstellung von 40 % der Ackerfläche auf eine Mais-dominierte Fruchtfolge (Unten) rufen hingegen ausgeprägte, negativ bewertete Wirkungen hervor. Unter konventioneller Bodenbearbeitung steigt daher das Potenzial der Bereitstellung von Nahrung, Futter und Biomasse zu Ungunsten z. B. des Bodenerosionsschutzes und der Regulation des Dürrerisikos. Aus den Beispielszenarien lässt sich ableiten, dass eine großflächigere Extensivierung oder Aufforstung der Abflussbahnen (Mitte) bzw. der großflächige Einsatz konservierender Bodenbearbeitung (Unten) geeignet wären um die ausgeglichene Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen zu gewährleisten.



Anwendungsbeispiel für GISCAME. Die Bewertung der Bereitstellung der Ökosystemleistungen wird mittels des Spinnendiagramms (rechts) visualisiert. Oben: Ausschnitt des 4,5 km x 4,5 km großen Beispielgebietes südlich von Großenhain bei dominierender ackerbaulicher Nutzung im Ist-Zustand. Mitte: Szenario zur standortangepassten Aufforstung von Abflussbahnen mit Kiefer-Eiche Mischwald. Unten: Szenario zum Anbau einer maisdominierten Fruchtfolge auf 40 % der Ackerfläche (im Rahmen der Förderung von Energiepflanzen) mit konventioneller Bodenbearbeitung. (Quelle: Screenshots GISCAME).

Zurück zum Programmtext

Beratung in Fragen der Landnutzung/Landbewirtschaftung sowie Unterstützung bei der Öffentlichkeitsarbeit bezogen auf Maßnahmen zur Verringerung des Wassererosionsrisikos

Akteure
Institut für Bodenkunde und Standortslehre (TU Dresden), Landnutzer (insbesondere Landwirte), Regionalplaner, Untere Naturschutzbehörden

Beschreibung
Im Rahmen einer klimabedingten Risikoeinschätzung können die Simulationsergebnisse aus der web-basierten Software GISCAME eine Beratungsgrundlage für Landnutzer und Raumplaner darstellen. So wurde zur Berechnung und Visualisierung des Wassererosionsrisikos in der Modellregion ein Tool entwickelt, welches Bodenabträge und Stoffbilanzen unter aktuellen sowie simulierten Landnutzungen bzw. Fruchtfolgen berechnet. Das ABAG- (Allgemeine Bodenabtragsgleichung) - basierte Wassererosions-Tool berücksichtigt lineare Landschaftselemente wie Hecken, Ackergrünstreifen oder Baumreihen in den Berechnungen. Diese Elemente verkürzen die Hanglänge und unterbrechen damit den Wasserfluss, was eine Reduzierung der Bodenabträge zur Folge hat. Die Simulation von linearen Landschaftselementen auf Ackerflächen und deren Reaktion auf die Bodenabträge befindet sich im Anwendungsfeld von Raumplanern, Fachbehörden, Landwirten und Naturschutzverbänden. Für letztgenannte Nutzergruppe können die Ergebnisse des Tools zudem eine Argumentationshilfe in Hinblick auf Biotopverbund und Landschaftsstrukturierung sein.

Das Wassererosions-Tool fand beispielhaft im Rahmen einer studentischen Projektarbeit in Zusammenarbeit mit dem regionalen Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge sowie dem Landratsamt Sächsische Schweiz/Osterzgebirge (Untere Naturschutzbehörde) Anwendung. Darin wurden geplante Biotopverbundmaßnahmen auf ihre Eignung zur Senkung des Wassererosionsrisikos hin überprüft. Da die Umsetzung der Biotopverbundmaßnahmen in Zusammenarbeit mit den Landnutzern (insbes. mit Landwirten) einhergeht, ist ein Workshop mit genannten Akteuren in Vorbereitung. Eine weiterführende Anwendung des Wassererosions-Tools mit anschließenden Veranstaltungen zur Beratung der Akteure in der Modellregion wird mittel- bis langfristig angestrebt. Die Simulationen selbst sind kurzfristig realisierbar.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Im Zuge des Klimawandels werden zunehmend Extremereignisse Einfluss auf die Landnutzungen nehmen. So ist davon auszugehen, dass die Häufigkeit von Starkregenereignissen in den kommenden Jahrzehnten zunehmen wird und damit auch die Folgen von Wassererosion auf den betroffenen Ackerflächen. Das Wassererosions-Tool berechnet und visualisiert die Höhe der Bodenabträge unter verschiedenen Landnutzungs- und Fruchtfolgeszenarien, was dem Anwender des Tools die Auswirkungen seiner Simulationen in GISCAME verdeutlichen soll (→ Maßnahmenblatt 3.16.1).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Das Wassererosions-Tool lässt sich flächendeckend für landwirtschaftlich genutzte Flächen anwenden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Im Hinblick auf die Anwendung des Tools zur optimalen Anordnung von linearen Landschaftselementen auf Ackerflächen können Synergien zum Naturschutz ermittelt werden. Demnach kann der ermittelte Verlauf des linearen Landschaftselements gleichzeitig eine Biotopverbundmaßnahme darstellen. Das Tool kann somit unterstützend in den Prozess der Umsetzung gemeinsamer Zielsetzungen im Boden- und Naturschutz eingreifen.

Beispiele für die Umsetzung der Maßnahme

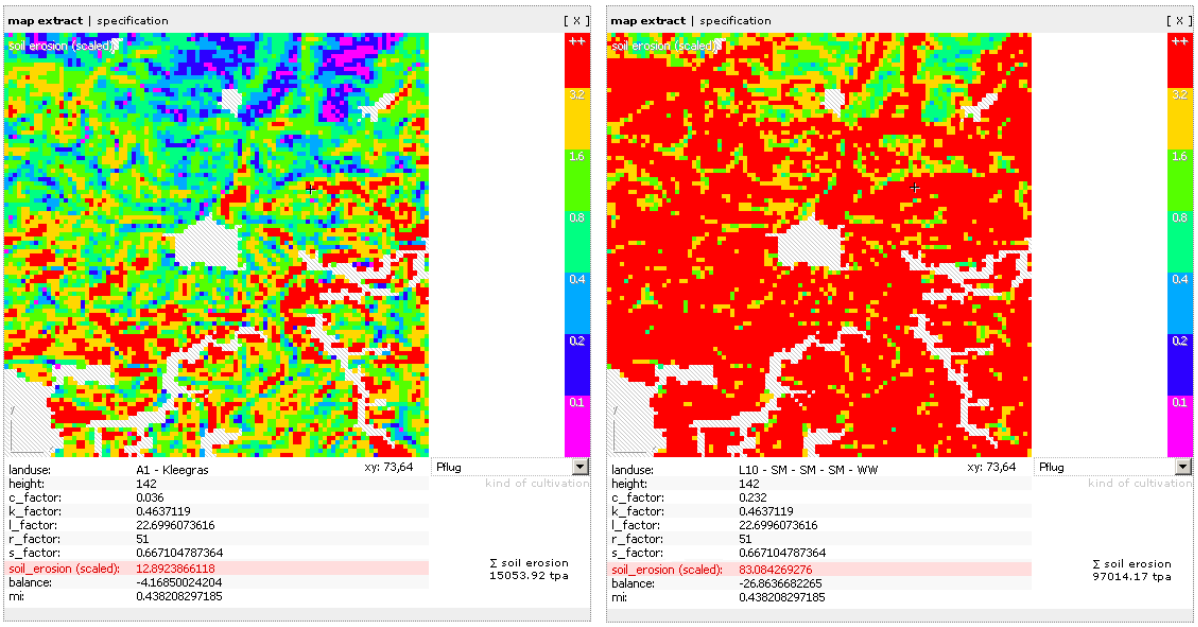


Abbildung 1: Gegenüberstellung zweier Fruchtfolgeszenarien(Kleegras-Anbau links und Mais-Szenario rechts) und deren Auswirkungen auf den Bodenabtrag in GISCAME

In der linken Kachel der oben dargestellte Abbildung 1 ist eine Kleegras-dominierte Fruchtfolge und in der rechten Kachel eine Silomais-dominierte Fruchtfolge zu Grunde gelegt. Die Umwandlung in die jeweilige Fruchtfolge erfolgte für alle Rasterzellen deren Ausgangslandnutzung Acker war. Als Bewirtschaftungsart wurde Pflugbearbeitung gewählt. Es ist zu erkennen, dass der Bodenabtrag bezogen auf die Gesamtkachel (Σ soil erosion) im Falle des Maisszenarios (ca. 83 t/ha*a) um mehr als sechs Mal höher ist als beim Anbau von Kleegras (ca. 13 t/ha*a).

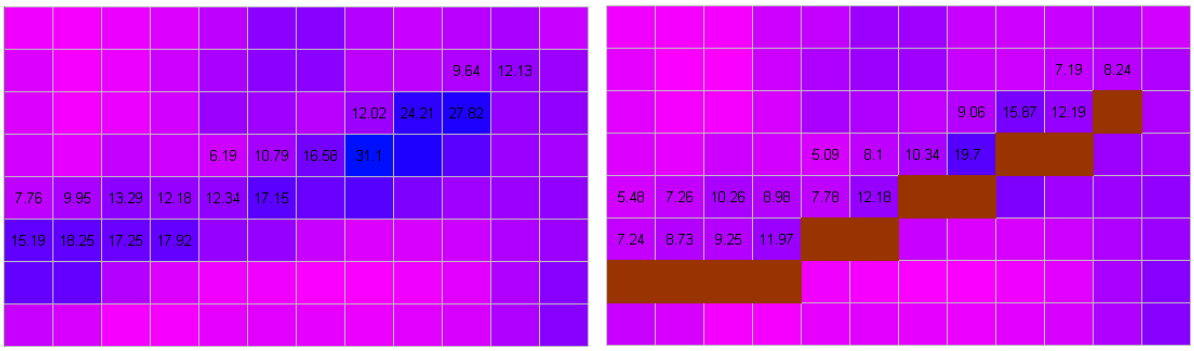


Abbildung 2: Effekt linearer Landschaftselemente auf den Bodenabtrag

Abbildung 2 verdeutlicht den Effekt, den lineare Landschaftselemente auf den Bodenabtrag haben. Dazu wurde in GISCAME ein lineares Landschaftselement in Form einer Gehölzanpflanzung parallel eines ackerwirtschaftlich genutzten Hangs simuliert. Der betreffende Bereich ist in der Abbildung zur besseren Verdeutlichung stark vergrößert sowie mit Werten unterlegt dargestellt. Dabei verringern sich die Bodenabträge um teilweise mehr als die Hälfte, was den positiven Aspekt eines linearen Landschaftselements hinsichtlich des Wassererosionsrisikos zeigt. Von großer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang insbesondere seine Lage (Ober-, Mittel- oder Unterhang) und Dimension.

Zurück zum Programmtext

Überblick über Informationsmaterialien für Unternehmen der Modellregion Dresden

Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden, Verwaltung und politische Entscheidungsträger

Beschreibung
Im Rahmen von REGKLAM bzw. vorhergehenden Projekten zum Umgang mit dem Klimawandel sind zahlreiche Informationsmaterialien und -portale entstanden, die Unternehmen einen Überblick ermöglichen. So können sich Unternehmen über relevante Klimaveränderungen und -ereignisse informieren. Bereitgestellt durch Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Bildung und Wissenschaft sollen Unternehmen für die Problematik des Klimawandels sensibilisiert werden. Einen kurzen Überblick geben folgende → Faktenblätter (http://www.regklam.de/publikationen/regklam-faktenblaetter/):

Branchenübergreifende Faktenblätter:

- Faktenblatt Energieversorgung
- Faktenblatt zum Schlüsselprozess Wasser
- Faktenblatt zum Schlüsselprozess Gebäudehülle und Gebäudekühlung
- Faktenblatt Personalmanagement
- Faktenblatt Risikomanagement

Branchenspezifische Faktenblätter:

- Faktenblatt Energiewirtschaft
- Faktenblatt Wasserversorgungsunternehmen
- Faktenblatt Wasserentsorgungsunternehmen
- Faktenblatt Baugewerbe
- Faktenblatt Verarbeitendes Gewerbe
- Faktenblatt Tourismus
- Faktenblatt Hochtechnologie

Weiterführende Informationsmaterialien und -portale

Allgemein

- SMUL (Hrsg.) (2008): Sachsen im Klimawandel. Eine Analyse. Dresden.
- BERNHOFER, C.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH, A. (Hrsg.) (2009): Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden, REGKLAM Publikationsreihe, Heft 1. Rhombos-Verlag, Berlin. 128 Seiten.
- BERNHOFER, C.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH, A. (Hrsg.) (2011): Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden, REGKLAM Publikationsreihe, Heft 2. Rhombos-Verlag, Berlin. 120 Seiten.
- WELLER, B.; NAUMANN, T.; JAKUBETZ, S. (2012): Gebäude unter den Einwirkungen des Klimawandels, REGKLAM Publikationsreihe, Heft 3. Rhombos-Verlag, Berlin. 154 Seiten.

Unternehmen im Umgang mit dem Klimawandel

- GÜNTHER, E.; NOWACK, M. (2009): Szenarioplanung. Das Wirtschaftsstudium 38, 340 – 341.
- KARCZMARZYK, A.; PFRIEM, R. (Hrsg.) (2011): Klimaanpassungsstrategien von Unternehmen. Marburg.
- STECHEMESSER, K.; GÜNTHER, E. (2011): Herausforderung Klimawandel. Auswertung einer deutschlandweiten Befragung im verarbeitenden Gewerbe. In: Karczmarzyk, A.; Pfriem, R. (Hrsg.): Klimaanpassungsstrategien von Unternehmen. Marburg, 59-83.

- MEYR, J.; GÜNTHER, E. (2011): Denken in Zukünften. Möglichkeiten der Szenariotechnik. In: Karczmarzyk, A.; Pfriem, R. (Hrsg.): Klimaanpassungsstrategien von Unternehmen. Marburg, 203-222.
- GÜNTHER, E.; STECHEMESSER, K. (2011): Zu den Auswirkungen des Klimawandels im Verarbeitenden Gewerbe. Ergebnisse einer Befragung unter Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes. In: Mediterranes (online-Version), 3. Jg., Heft 3.
- GÜNTHER, E.; STECHEMESSER, K. (2010): Klimawandel - Herausforderung für die Unternehmen. In: wisu Das Wirtschaftsstudium, 39. Jg. Heft 10, 1304-1305.

Internetseiten und Plattformen

- Vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Verbundprojekt „Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten" (KLIMZUG). Alle Informationen zum Verbundprojekt und den sieben zugehörigen Projekten unter: *www.klimzug.de*.
- Informationen zum entsprechenden Projekt der Modellregion Dresden „Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden" (REGKLAM) unter: *www.regklam.de*.
- Der Deutsche Wetterdienst (DWD) stellt eine Datenbank im „Deutschen Klimaatlas" Klimadaten und –szenarien für Gesamtdeutschland zur Verfügung. Informationen unter: *www.dwd.de*.
- Das „Regionale Klimainformationssystem" (ReKIS) für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen analysiert, stellt bereit, dokumentiert, bewertet und interpretiert Klimadaten. Der Zugang ist möglich unter: *www.rekis.org*.
- Die interaktive Plattform ZÜRS-public (bereitgestellt durch Die Deutschen Versicherer (GDV)) bietet eine standortspezifische Risikoanalyse für Sachsen: *www.zuers-public.de*.
- Die Landeshauptstadt Dresden (Geschäftsbereich Wirtschaft Umweltamt) stellt auf ihren Internetseiten neben weiteren umweltrelevanten Themen spezielle Informationen zu Klima und Energie bereit. Darin enthalten sind auch Informationen zum Stadtklima der Landeshauptstadt: *http://www.dresden.de/de/08/03/c_021.php*.

Bezug zum Klimawandel und Priorität

Informationen stellen eine grundlegende Voraussetzung für die flächendeckende Sensibilisierung der Unternehmen in der Modellregion Dresden dar. Dabei ist es unerlässlich, für die Unternehmen relevante Klimaparameter zu identifizieren und Projektionen für die zukünftige Entwicklung dieser Parameter aufzustellen.

Die Bereitstellung relevanter Informationen ist mit hoher Priorität zu versehen, um die Unternehmen zunächst für mögliche Auswirkungen und entsprechende Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels zu sensibilisieren. Ohne verfügbare Informationen können Unternehmen der Modellregion nur schwer adäquate Anpassungen durchführen.

Synergien und Zielkonflikte

Voraussetzung für die Ableitung von Anpassungsmaßnahmen und -strategien ist, dass die Unternehmen über den Klimawandel in der Modellregion Dresden informiert sind und basierend darauf ihre eigene Betroffenheit ableiten. Die zahlreichen zur Verfügung stehenden Informationen und Daten sind vernetzt und ergänzen sich gegenseitig. Allerdings zeigen verschiedene Branchen unterschiedliche Sensitivitäten gegenüber einzelnen Klimaparametern auf, sodass nach einer regionalen und standortspezifischen Analyse der als relevant identifizierten Klimaparameter zusätzlich eine branchenspezifische Auswertung erfolgen muss.

Anwendung der Maßnahmendatenbank für Unternehmen

Akteure
Unternehmen, Unternehmensberater, Verbände bzw. Wirtschaftsförderung

Beschreibung
Vertiefend zu den im → Maßnahmenblatt 4.1.1 beschriebenen Informationsmöglichkeiten erhalten Unternehmen der Modellregion Dresden durch die Maßnahmendatenbank für Unternehmen Anregungen für Anpassungsmaßnahmen. Dabei werden neben den einzelnen Anpassungsmaßnahmen weitere Hinweise in der Maßnahmendatenbank für Unternehmen gegeben:

- Maßnahme: Bezeichnung und Kurzbeschreibung der jeweiligen Klimaanpassungsmaßnahme
- Wirkung: Zweck der Anpassungsmaßnahme
- Wertschöpfungsstufe: Zuordnung der Maßnahme auf die Wertschöpfungsstufen
- Klimaschutzwirkung: Wirkung (positiv/negativ) der Maßnahme auf den Klimawandel
- Zeitpunkt der Umsetzung: Umsetzung der Anpassungsmaßnahme bei einem Neubau oder in Form einer Nachrüstung
- Zeitliche Wirkung: Wirkung der Anpassungsmaßnahme (kurz-, mittel- oder langfristig)
- Investitionskosten: Anschaffungskosten der Anpassungsmaßnahme [Angabe in Euro]
- Amortisationszeit: Zeitraum, innerhalb dem das investierte Kapital zurückfließt [in Jahren]
- Quelle: Fundort der Anpassungsmaßnahme

Mit der Maßnahmendatenbank können unternehmensspezifische Anpassungsmaßnahmen und -strategien abgeleitet werden. Die Nutzung der Datenbank kann sowohl durch die Unternehmen als auch durch die Kammerberater, die dann als Multiplikatoren auftreten, erfolgen. Eine gezielte Schulung der Kammerberater wird angestrebt.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Maßnahmendatenbank für Unternehmen bietet eine geeignete Hilfestellung für die Ableitung möglicher Anpassungsstrategien an die Auswirkungen des Klimawandels. Neben Anpassungsmöglichkeiten bzgl. des Klimawandels wird auch die Klimaschutzwirkung betrachtet. In die Datenbank ist ein Informationsteil integriert, der die im → Maßnahmendatenblatt 4.1.1 aufgeführten Informationen enthält. Die Maßnahmendatenbank für Unternehmen bietet Unterstützung bei der Findung geeigneter Anpassungsmaßnahmen. Hier kann von bereits umgesetzten Maßnahmen (Best-Practice-Beispielen) gelernt werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Maßnahmendatenbank für Unternehmen baut auf aktuellen Erkenntnissen im Bereich der Forschung sowie auf Erfahrungen von Unternehmen der Modellregion Dresden, die bereits Anpassungsmaßnahmen umgesetzt haben, auf. Ein Beispiel für eine Umsetzung innerhalb eines Unternehmens der Modellregion Dresden ist im Folgenden aufgeführt:

- Maßnahme: Erhöhung der Dämmstoffdicke des Kühlhausdaches auf 35 cm (WLG 035) bei einem lebensmittelverarbeitenden Unternehmen
- Wirkung: verbesserte Dämmung, verbesserte Kühlleistung, geringerer Stromverbrauch
- Wertschöpfungsstufe: Produktion
- Klimaschutzwirkung: positiv (geringer Energieverbrauch = weniger CO_2-Emissionen)
- Zeitpunkt der Umsetzung: 2012
- Zeitliche Wirkung: langfristig
- Investitionskosten für die Dämmung: € 130.000
- Amortisationszeit: ca. 8 Jahre

Synergien und Zielkonflikte
Unternehmen der Modellregion Dresden können von anderen Unternehmen der Modellregion Dresden und deren bereits umgesetzten Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels lernen. Die Maßnahmendatenbank für Unternehmen wird durch Wissenschaft und Verwaltung für die Unternehmen der Modellregion Dresden bereitgestellt.

Zurück zum Programmtext

Die Methode Szenarioanalyse

Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden

Beschreibung
Die Methode der Szenarioanalyse ist durch Unternehmen der Modellregion Dresden anzuwenden, um die eigene Betroffenheit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels festzustellen. Unter der Methode der Szenarioanalyse ist die Entwicklung von sich deutlich unterscheidenden, aber in sich konsistenten Szenarien (Zukunftsbilder) zu verstehen, auf deren Basis Maßnahmen bzw. Strategien für das Unternehmen abgeleitet werden. Zielführend bei der Methode ist die Unterstützung von Unternehmen bei der Analyse potenzieller Unsicherheiten, die sich durch veränderte Umweltbedingungen ergeben, um basierend darauf strategische Entscheidungen abzuleiten.

Die Szenarioanalyse umfasst sechs Schritte:

(1) *Zielfestlegung:* Festlegung des Ziels der Szenarioanalyse, der Systemgrenzen, der Teilnehmer, der Zielgruppe, der Steuerungsgrößen des Unternehmens (Umsatz, Gewinn, EVA, EBIT) und des Zeithorizonts.
(2) *Umfeldanalyse:* Erfassung und Priorisierung der politischen, rechtlichen, ökonomischen, gesellschaftlichen, technologischen und ökologischen Einflussfaktoren (Einflussgrößen von hoher Relevanz = Schlüsselfaktoren oder Key Driver).
(3) *Szenarioerstellung*: Fortschreibung der identifizierten Schlüsselfaktoren in die Zukunft und anschließende Kombination dieser zu Szenarien. Auswahl von ca. 3 bis 4 Szenarien anhand von Kriterien (z. B. Konsistenz, Unterschiedlichkeit, Wahrscheinlichkeit) oder Wahl der Extremszenarien (Best-Case, Worst-Case) und dem Business-as-usual-Szenario.
(4) *Visionsentwicklung:* Ableitung der Konsequenzen der Szenarien für das Unternehmen: Welche Risiken ergeben sich für die einzelnen Wertschöpfungsstufen (Beschaffung, Produktion, Absatz, Entsorgung)? Welche finanziellen Konsequenzen ergeben sich auf diesen einzelnen Wertschöpfungsstufen bzw. wie wirkt sich das auf die Steuerungsgrößen des Unternehmens aus?
(5) *Handlungsoptionen:* Ableitung von Handlungsoptionen basierend auf den Visionen.
(6) *Umsetzung:* Realisierung der Maßnahme(n).

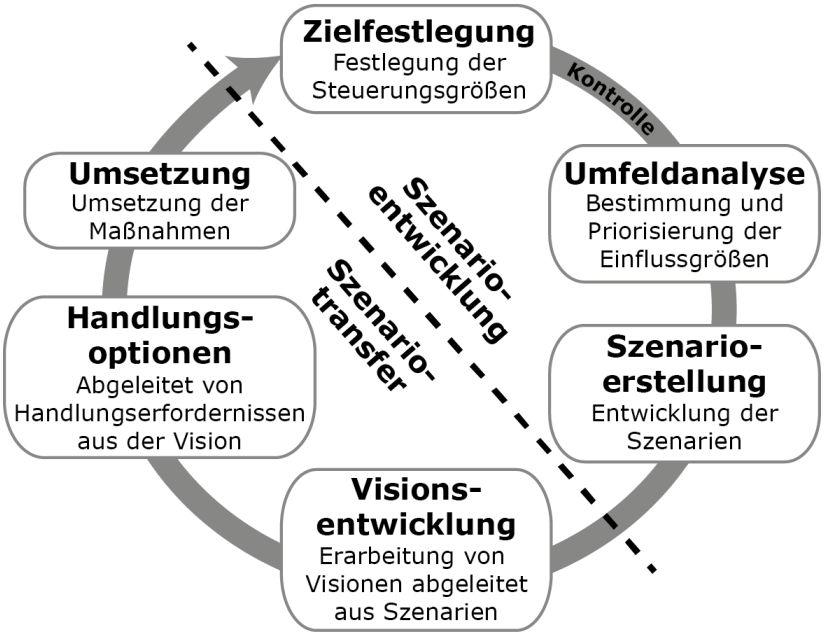


Abbildung 1: Die Methode der Szenarioanalyse

Es ist zu empfehlen, mehrere Mitarbeiter in den Szenarioprozess einzubeziehen. Die zeitliche Inanspruchnahme für die Schritte 1 bis 5 ist je nach Vorerfahrungen der Mitarbeiter und der Größe des Unternehmens variabel.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Methode der Szenarioanalyse unterstützt Unternehmen bei der Analyse potenzieller Unsicherheiten, die vom Klimawandel, insbesondere von den Extremwettereignissen ausgehen. Basierend darauf werden unternehmensspezifische Klimawandelanpassungsmaßnahmen und -strategien formuliert. Die Analyse zeigt dem Unternehmen auf, welche Unternehmensteile bzw. -bereiche besonders betroffen sind und wo der Reaktionsbedarf am höchsten ist bzw. welche Potenziale künftig ausgeschöpft werden können.

Die Ermittlung der eigenen Betroffenheit ist mit hoher Priorität zu versehen, um rechtzeitig sowohl Risiken als auch Chancen zu erkennen und basierend darauf Anpassungsmaßnahmen einzuleiten bzw. bei der nächsten Investitionsmaßnahme die Aspekte des Klimawandels zu berücksichtigen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Neben den zur Verfügung stehenden regionsspezifischen Informationen zum Klimawandel sollten die Unternehmen der Modellregion Dresden zusätzlich ihren konkreten Standort in die Analyse einbeziehen (z. B. flussnaher Standort). Unterstützend können hier verschiedene Datenbanken, z. B. ZÜRS, wirken. Unternehmen, die ihre Produkte und Dienstleistungen außerhalb der Region beziehen bzw. ihren Absatz außerhalb der Region generieren, müssen zusätzlich auch die klimatischen Bedingungen dieser Regionen berücksichtigen.

Synergien und Zielkonflikte
Die sich aus der Szenarioanalyse ergebenden Anpassungsmaßnahmen können sowohl ökonomisch als auch ökologisch bewertet werden (→ Maßnahme 4.2.2). Die ökologische Bewertung mittels des „Carbon Footprints" verdeutlicht, inwieweit die Maßnahme auf den Klimaschutz wirkt. Der Vorteil der Szenarioanalyse im Allgemeinen besteht darin, dass durch die im Zuge der Analyse stattfindende Kommunikation zwischen den Teilnehmern spezifische Probleme, aber auch Potenziale aufgedeckt werden können. Des Weiteren ist die Methode übertragbar auf andere Veränderungsprozesse.

Die Anwendung der Szenariomethode am Beispiel eines Unternehmens der Ernährungsbranche (I)
Schritt 1: Zielfestlegung
Ein mittelständisches Unternehmen der Ernährungsbranche generiert seinen Gewinn durch regionalen, aber auch nationalen Absatz. Als Steuerungsgröße dient der Gewinn und als Zeithorizont wird das Jahr 2020 gewählt. Ziel der Szenarioanalyse ist es, mögliche Veränderungen, inklusive die des Klimawandels, zu betrachten.

Schritt 2: Umfeldanalyse (Abbildung 2):
Ökologische Faktoren: Klimawandel

- Kühlgradtage: Einfluss auf Kühl- und Tiefkühlprozesse
- Hitzewellen, d. h. mehrere aufeinander folgende heiße Tage: Einfluss auf Personal, Ernährungsgewohnheiten des Konsumenten
- Klimaextreme: Einfluss auf Logistik des Unternehmens (z. B. verspätete Lieferung von Rohstoffen, fertigen Waren etc.); Einfluss auf die landwirtschaftliche Produktion (Dürren / Flutereignisse) mit der Folge steigender Rohstoffpreise

Ökonomische Faktoren: Energiepreise, Kaufkraft

Politische Faktoren: Klimaschutzinstrumente wie Emissionshandel; Regelungen zum Einsatz gentechnisch veränderter Erzeugnisse und zu den Agrarsubventionen; Ernährungsampel; Subventionierung von Energieeffizienzmaßnahmen und Klimawandelanpassungsmaßnahmen

Gesellschaftliche Faktoren: Konsumentenverhalten (z. B. Befürwortung oder Ablehnung von gentechnisch hergestellten Lebensmitteln), Ernährungsgewohnheiten (z. B. Ablehnung von hochkalorischen Lebensmitteln bei Hitzewellen), Umweltbewusstsein

Technologische Faktoren: Entwicklung neuer Technologien bzw. die Weiterentwicklung bestehender Technologien (z. B. innovative Kühlkonzepte), Steigerung der Energieeffizienz

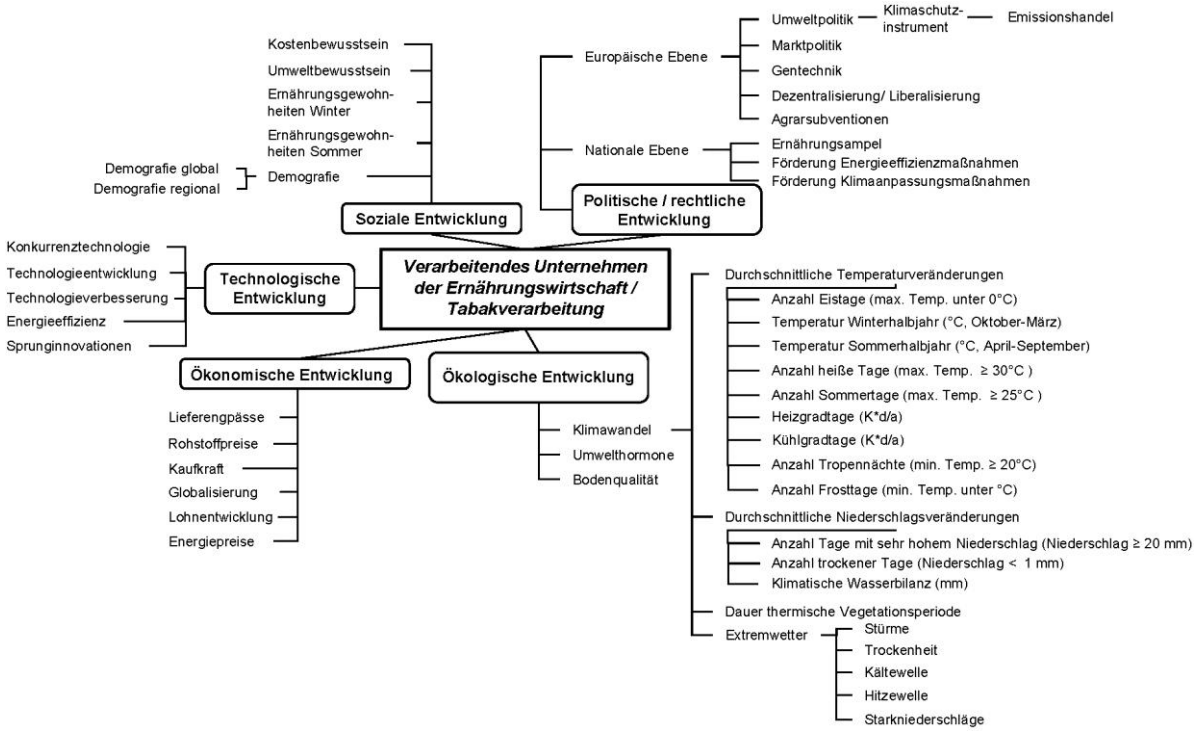


Abbildung 2: Umfeldanalyse für ein Unternehmen der Ernährungsbranche

Schritt 3: Szenarioerstellung

Beschreibung der Entwicklung der Deskriptoren und anschließende Kombination der Deskriptoren zu Szenarien. Auswahl der Szenarien: "Gen-Tech" und "Regionale Verbundenheit" sowie dem Baseline-Szenario (Tabelle 1).

Im Szenario „Gen-Tech" bleiben die Agrarsubventionen erhalten. Die Möglichkeit des Einsatzes gentechnisch veränderter Anbausorten sowie Effizienzsteigerungen in der Bewässerungstechnik erleichtern den Rohstoffanbau, was sich positiv auf die Rohstoffpreise auswirkt. Der Einsatz z. B. von gentechnisch verändertem Saatgut kommt dem weltweiten Klimawandel entgegen, da diese Erzeugnisse den steigenden Extremen standhalten. Der Verbraucher, dessen Preissensitivität steigt, steht dem Kauf von gentechnisch veränderten Produkten gleichgültig gegenüber. Auch die möglichen Auswirkungen auf die Umwelt sind für die Mehrheit der Bevölkerung von nachrangiger Bedeutung. Die Energiepreise steigen. Gleichzeitig nimmt die Anzahl an Kühlgradtagen zu und damit auch der Energieverbrauch. Die Unternehmen können dies jedoch durch neue Technologien oder bestehende Technologien mit einer sehr hohen Energieeffizienz abfedern.

Im Szenario „Regionale Verbundenheit" werden Agrarsubventionen durch die Europäische Union deutlich gekürzt, wodurch sich der Rohstoffbeschaffungsmarkt ändert und steigende Rohstoffpreise die Folge sind. Zusätzlich steigen die Energiepreise und die Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen wird reduziert. Der Klimawandel, der sich unter anderem in einer höheren Anzahl von Kühlgradtagen äußert, steigert zusätzlich den Energieverbrauch bei Kühl- und Tiefkühlgeräten bzw. -häusern. Ebenfalls verursacht der Kauf von Emissionsrechten infolge der Ausweitung des Emissionshandels auf die Ernährungswirtschaft weitere zusätzliche Abgaben. Neue Technologien und bestehende Technologien mit einer deutlich höheren Energieeffizienz können jedoch die steigenden Energiepreise und die Kürzung der Energieeffizienzmaßnahmen ausgleichen. Die im Sommer auftretenden Hitzewellen bewirken auf nationaler Ebene, dass mehr Klimaanpassungsmaßnahmen gefördert werden. Die eingeführte Ernährungsampel auf der Produktpackung folgt dem gestiegenen Ernährungsbewusstsein der Bevölkerung, d. h. dem Trend zur gesunden Kost. Ein erhöhtes Angebot an Produkten mit verringerter Kalorienzahl wird durch die zunehmende Anzahl an heißen Tagen in den Sommermonaten verstärkt. Ein höheres Umweltbewusstsein in der Bevölkerung führt dazu, dass Produkte aus der Region gefragt sind. Dafür wird gern auch etwas mehr bezahlt.

Tabelle 1: Szenarien für die Ernährungswirtschaft

Schlüsselfaktoren	**"Gen-Tech"**	**Baseline**	**"Regionale Verbundenheit"**
Ökonomisch			
Energiepreise	stark ansteigend	stark ansteigend	sehr stark ansteigend
Rohstoffpreise	sinkend	ansteigend	stark ansteigend
Politisch			
Einsatz gentechnischer Produkte	erlaubt	nicht erlaubt	nicht erlaubt
Agrarsubventionen	gleichbleibend	sinkend	stark sinkend
Emissionshandel	Ausweitung auf Ernährungsbranche	Ausweitung auf Ernährungsbranche	Ausweitung auf Ernährungsbranche
Ernährungsampel	nicht eingeführt	nicht eingeführt	eingeführt
Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen	steigend	leicht sinkend	sinkend
Förderung von Anpassungsmaßnahmen	steigend	gleichbleibend	steigend
Ökologisch			
Anzahl heiße Tage (max. Temperatur ≥ 30 °C)	zunehmend	zunehmend	leicht zunehmend
Kühlgradtage (K*d/a)	zunehmend	zunehmend	leicht zunehmend
Gesellschaftlich			
Konsumentenverhalten	Gen-Food	leicht zunehmend	Regio-Food
Ernährungsbewusstsein	sinkend	gleichbleibend	steigend
Umweltbewusstsein	sinkend	gleichbleibend	steigend
Preissensitivität	sehr hoch	hoch	gering
Technologisch			
Technologieentwicklung	stark steigend	steigend	steigend
Energieeffizienzentwicklung	stark steigend	steigend	steigend

Schritt 4: Visionsentwicklung

Im nächsten Schritt ist zu analysieren, ob sich diese beschriebenen Szenarien auf die einzelnen Wertschöpfungsstufen positiv oder negativ auswirken. Eine positive Wirkung ist gegeben, wenn der Gewinn steigt; sinkt der Gewinn, so liegt eine negative Auswirkung vor (Tabelle 2).

Tabelle 2: Auswirkung der Risiken auf die Wertschöpfungsstufen des Unternehmens

Wertschöpfungsstufe	**Szenario „Gen-Tech"**	**Szenario „Regionale Verbundenheit"**
Beschaffung	++	---
Produktion	--	-
Absatz	--	++
Entsorgung	+/-	+/-
Innovation	--	++
Personal / Organisation	-	+
Logistik	--	+/-
Marketing	+/-	++

Schritt 5: Handlungsoptionen

Mögliche Handlungsoptionen Szenario „Gen-Tech“:

- Analyse des gegenwärtigen Produktportfolios hinsichtlich der „Hitzestabilität“ des Produktes; Recherche nach alternativen Rohstoffen, damit Produkt an heißen Tagen noch gekauft wird, aber auch kein gesundheitliches Risiko für Kunden besteht
- Prüfung und Inanspruchnahme von Gesundheitsprogrammen für Mitarbeiter
- Analyse potenzieller gentechnisch erzeugter (Konkurrenz-)Produkte und möglicher Rohstoffe und deren Qualitätseigenschaften
- Prüfung von Handelsketten bzw. Vertriebsgesellschaften, die die Unternehmensprodukte listen könnten
- Prüfung möglicher Geschmackspräferenzen der Unternehmensprodukte in potenziellen Zielgebieten (z. B. Polen, Tschechien)
- Überprüfung der (Tief-)Kühlung hinsichtlich der Stabilität bei Extremwetterereignissen und Recherche nach alternativen Kühl- / Tiefkühlmöglichkeiten; Aufstellen eines Investitionsplanes für den Ersatz (von Teilen) der Kühl- / Tiefkühlmöglichkeiten; Prüfen gegenwärtiger Fördermaßnahmen
- Analyse (Tief-)Kühl-LKWs hinsichtlich der „Hitzestabilität“ und Marktanalyse hitzestabilerer LKWs

Mögliche Handlungsoptionen Szenario „Regionale Verbundenheit“:

- Analyse regionaler Landwirtschaftsunternehmen hinsichtlich des Produktangebotes; eventuell Eingehen von Kooperationen und Ausbau regionaler Netzwerke
- Analyse des gegenwärtigen Produktportfolios hinsichtlich der „Regionalität“ des Produktes; Recherche nach alternativen Rohstoffen, die Verbundenheit zur Region ausdrücken
- Analyse des gegenwärtigen Produktportfolios hinsichtlich der „Hitzestabilität“ des Produktes; Recherche nach alternativen Rohstoffen, damit Produkt an heißen Tagen noch gekauft wird, aber auch kein gesundheitliches Risiko für Kunden besteht
- Neukalkulation der Verkaufspreise; eventuell Veränderung des Sortiments
- Überprüfung der (Tief-)Kühlung hinsichtlich der Stabilität bei Extremwetterereignissen und Recherche nach alternativen Kühl- / Tiefkühlmöglichkeiten; Aufstellen eines Investitionsplanes für den Ersatz (von Teilen) der Kühl-/ Tiefkühlmöglichkeiten; Prüfen gegenwärtiger Fördermaßnahmen

Zurück zum Programmtext

Ökologische Bewertung der Klimawandelanpassungsmaßnahme

Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden, Unternehmensberater

Beschreibung
Bei der ökologischen Bewertung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen stehen die Wirkungen auf die Umwelt im Fokus. Im Folgenden soll beispielhaft die ökologische Bewertung anhand des Carbon Footprint vorgenommen werden. Der Carbon Footprint zeigt die Gesamtmenge der Treibhausgase (THG) im Allgemeinen oder des Kohlendioxids im Speziellen auf, die direkt und indirekt emittiert wird. Einerseits kann der Carbon Footprint dazu genutzt werden, verschiedene Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich ihres ökologischen Potenzials zu vergleichen. Andererseits kann die ökologische Bewertung selbst entwickelter Produkte für eine positive Außendarstellung genutzt werden. Auf der Unternehmensebene wird unterschieden in:

- *Organisational Carbon Footprint:* misst die THG-Emissionen aller Aktivitäten einer Organisation
- *Product Carbon Footprint:* misst die THG-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes, von der Versorgung mit Rohstoffen über dessen Herstellung bis zur Nutzung, Wiederverwendung sowie Entsorgung
- *Project Carbon Footprint:* misst die THG-Emissionen eines Projektes

Der Carbon Footprint am Beispiel der „Gebäudedämmung"
Ein Beispiel, das gleichermaßen branchenübergreifende Relevanz (Schlüsselprozess) aufzeigt, ist die ökologische Bewertung einer klimawandelbedingten Gebäudedämmung.

Im ersten Schritt müssen zunächst das Ziel, die betrachteten Produkte und die relevanten Daten gesammelt und festgelegt werden:

1. Zielformulierung
Bewertung und Vergleich von Produkten mit unterschiedlichen Lebenszyklen, aber gleicher Funktion hinsichtlich der Wirkung auf den Klimawandel.

Betrachtete Dämmmaterialien:

- Steinwolle: traditionelles Dämmmaterial
- Flachs: angebautes Produkt
- Papierwolle: recyceltes Produkt

2. Systemgrenze festlegen
Von der Wiege bis zur Bahre (Cradle-to-grave)

3. Nutzungsdauer festlegen
50 Jahre

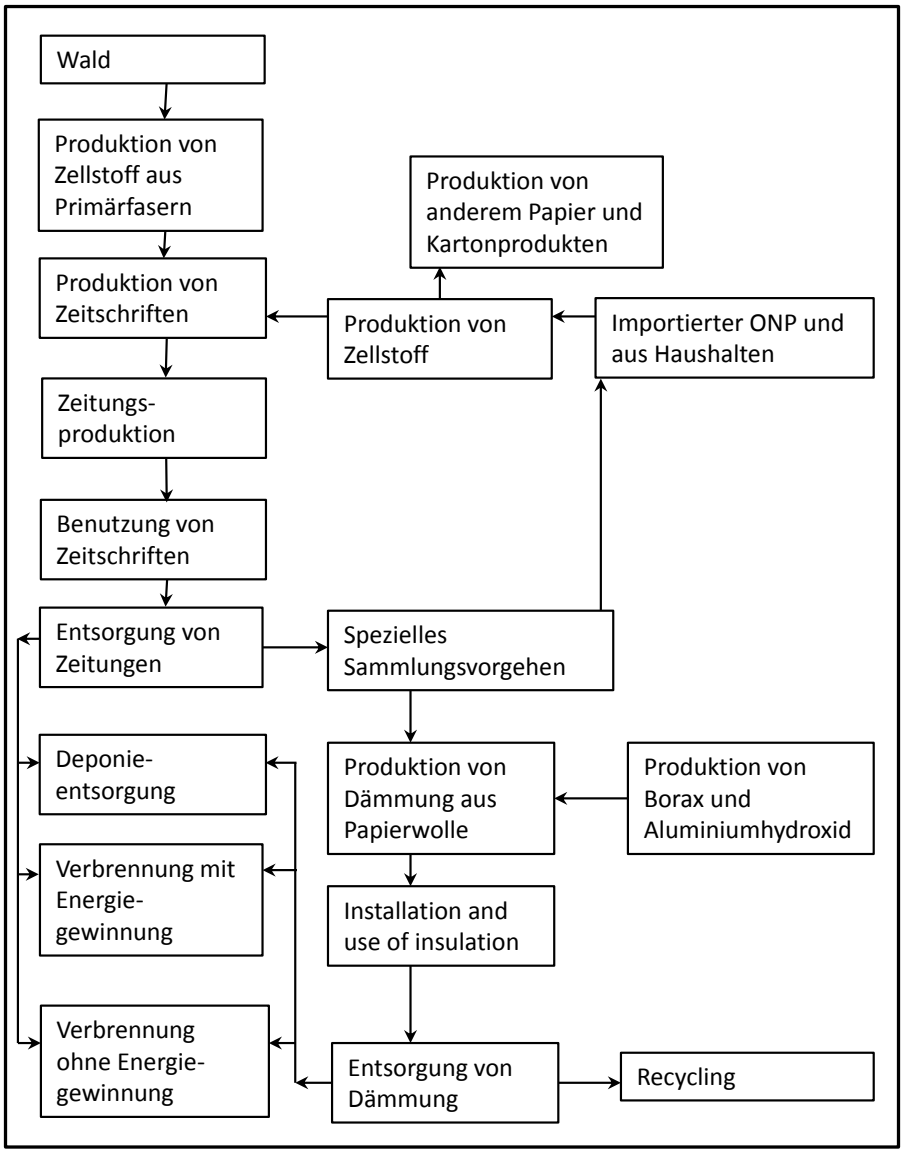
4. Funktionelle Einheiten (FU) erfassen
Wärmeübergangswiderstand R_i, gemessen in m²K/W

FU = R x λdesign x d x A
R: Wärmewiderstand als 1 m^2 x K/W;
λdesign: Wärmeleitfähigkeit gemessen in W/m x K (λdesign = λdeclared);
d: Dichte des Dämmmaterials in kg/m^3;
A: Fläche in m^2

Tabelle: Carbon Footprint der betrachteten Dämmmaterialien (nach Schmidt et al. 2004a, 2004b)

Material	**λ_{design} [mW/m°K]**	**Dichte [kg/M^3(dry)^d]**	**Funktionale Einheit [kg]**	**Vergleichbare Isolierungsdicke [mm]**
Steinwolle Fasermatten	37	32	1,184	37
Papierwolle Granulat	40	32 (getrocknet)	1,280	40
Flachs Rolle	42	30 (getrocknet)	1,260	42

Im nächsten Schritt wird anhand der festgelegten Systemgrenze eine Abfolge der zu betrachtenden Produktphasen festgelegt, die bei der Bewertung und dem Vergleich der Produkte einbezogen werden müssen (Abbildung).



Cradle-to-grave der Gebäudedämmung (nach Schmidt et al. 2004a, 2004b)

Mit Hilfe der in der Abbildung dargestellten Abfolge der zu betrachtenden Produktphasen können die unterschiedlichen Dämmmaterialien anhand der CO_2-Äquivalente bewertet und verglichen werden:

- 1 FU Steinwolle (1,184 kg): 1.449 g CO_2-Äquivalente
- 1 FU Papierwolle (1,280 kg): 645 g CO_2-Äquivalenten (bei einer Annahme von 20 % Verbrennung und 80 % Recycling) und 2.221 g CO_2-Äquivalenten (bei einer Annahme von 20 % Recycling und 80 % Deponierung)
- 1 FU (1,260 kg) Flachs: 3.384 g CO_2-Äquivalenten (bei einer Annahme von 20 % Deponierung und 80 % Recycling) und 888 g CO_2-Äquivalenten für Flachs aus einer dänischen Produktion.

Obwohl anhand der Berechnung die Unterschiede zwischen den Alternativen nicht sehr groß sind, ist die Alternative „Papierwolle", insofern sie zu einem großen Teil recycelt wird, zu bevorzugen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität

Die ökologische Bewertung anhand des Carbon Footprints ermöglicht eine Erfassung aller emittierten Treibhausgase von Unternehmen bzw. eines Produktes über den gesamten Lebenszyklus. Hiermit wird der Einfluss auf den Klimawandel sichtbar. Durch einen Vergleich verschiedener Produkte mithilfe des Carbon Footprints können klimafreundliche Alternativen identifiziert werden. So ist es möglich, neben der Klimawandelanpassung auch den Klimaschutz in unternehmerische Entscheidungen zu integrieren. Dadurch können die weiteren Auswirkungen des Klimawandels verringert und Energiekosten für das Unternehmen eingespart werden.

Die ökologische Bewertung zeigt Unternehmen die Klimawirkungen des betrachteten Bewertungsobjektes auf. Produkte bzw. Dienstleistungen können verglichen sowie Verbesserungspotenziale identifiziert werden. Dies kann die Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien an den Klimawandel unterstützen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Die Landeshauptstadt Dresden hat sich durch ihre Mitgliedschaft im Klima-Bündnis europäischer Städte und der Ausschreibung eines Energie- und Klimaschutzkonzeptes selbst zu hohen Einsparungen von Treibhausgasemissionen (alle 5 Jahre 10 % CO_2 Emissionen reduzieren) verpflichtet. Da das betriebswirtschaftliche Instrument des Carbon Footprint Unternehmen der Modellregion Dresden zeigt, welche Auswirkungen ihre Produkte oder Aktivitäten auf die Umwelt haben, ist eine flächendeckende Anwendung im Interesse der Landeshauptstadt.

Synergien und Zielkonflikte

Die Anwendung der ökologischen Bewertung mithilfe des Carbon Footprints unterstützt die wechselseitige Berücksichtigung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen. Zum Beispiel verringert der Einbau einer Dämmung der Gebäudehülle zur Anpassung an Extremtemperaturen (im Sommer) den Heizbedarf (im Winter) und somit den Ausstoß von Treibhausgasen (CO_2-Emissionen). Gleichzeitig werden durch den verringerten Heizbedarf Energiekosten eingespart.

Jedoch ist die Anpassungsalternative mit dem geringsten errechneten Carbon Footprint nicht immer die kostengünstigste. Deshalb sollte eine kritische Betrachtung der Ergebnisse erfolgen und somit Kosten-Nutzen-Vorteile gegen ökologische Vorteile abgewogen werden.

Quellen

SCHMIDT, A.; JENSEN, A.; CLAUSEN, A.; KAMSTRUP, O.; POSTLETHWAITE, D. (2004a): A Comparative Life Cycle Assessment of Building Insulation Products made of Stone Wool, Paper Wool and Flax. Part 1: Background, Goal and Scope, Life Cycle Inventory, Impact Assessment and Interpretation. In: LCA Case Studies, Nr. Building Insulation Products, Part 1, 52-66.

SCHMIDT, A.; JENSEN, A.; CLAUSEN, A.; KAMSTRUP, O.; POSTLETHWAITE, D. (2004b): A Comparative Life Cycle Assessment of Building Insulation Products made of Stone Wool, Paper Wool and Flax. Part 2: Comparative Assessment. In: LCA Case Studies, Nr. Building Insulation Products, Part 2, 122-139.

Zurück zum Programmtext

Ökonomische Bewertung der Klimawandelanpassungsmaßnahme

Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden, Unternehmensberater

Beschreibung
Im Rahmen der ökonomischen Bewertung der individuellen Betroffenheit und möglicher Anpassungsmaßnahmen kann die Anwendung des Ökonomisch-ökologischen Nettoeffekts den unternehmerischen Entscheidungsprozess unterstützen. Dabei können die Kosten für Anpassungsmaßnahmen an die Auswirkungen des Klimawandels (Aktionskosten) denen des Nicht-Handelns (Sanktionskosten) gegenübergestellt werden (Abbildung).

Aktionskosten (häufig im Sinne von Investitionskosten zu betrachten): z. B. (Investitions-)Kosten in den Hochwasserschutz eines Gebäudes bzw. einer Maschine, der Kauf von Kleidung mit UV-Schutz oder der Einsatz von hitzebeständigeren Baumaterialien; auch Versicherungskosten können den Aktionskosten zugerechnet werden.

Sanktionskosten (Kosten, die in Verbindung mit einem Schadensereignis entstehen): z. B. Gebäudeschäden, Maschinenschäden, aber auch die Kosten für einen durch Hitze bedingten Personalausfall; Umsatzausfälle oder ein erhöhter Serviceaufwand sind einzukalkulieren; gesetzlich bedingte Sanktionen greifen, wenn beispielsweise bei einem Hochwasser ein im Erdgeschoss befindlicher Öltank ausläuft, in das Grundwasser dringt und dadurch ein Schaden entsteht, für den der Eigentümer haftet.

Überwälzbare Kosten: Für Unternehmen der Modellregion Dresden sind die überwälzbaren Kosten von besonderem Interesse, welche die Aktionskosten mindern. Hierunter fallen insbesondere Subventionen für Klimaanpassungsmaßnahmen. Sofern sich das Unternehmen auf eine staatliche Unterstützung im Falle eines Hochwassers verlässt, ist das den Finanzierungshilfen zuzurechnen. Auch Versicherungskosten werden hier zugerechnet, da ihnen keine aktive Klimawandelanpassung zugrunde liegt.

min K_a (Aktionskosten)		**$\sum K_{ü}$ (überwälzbare Kosten)**	VS.	**$E(K_s)$ (Sanktionskosten)**
• Kosten für Anpassungsmaßnahmen	−	• prospektiv überwälzbare Kosten • retrospektiv überwälzbare Kosten • Subventionen, Finanzierungshilfen		• Versicherungskosten • Reparatur- oder Ersatzkosten • Umsatzausfall • gesetzlich bedingte Sanktionen

Ökonomisch-ökologischer Nettoeffekt. Quelle: Eigene Darstellung.

Fallbeispiel
Ein Unternehmen der Tourismus-Branche steht der Entscheidung gegenüber, ob

(1) es aktive Maßnahmen gegen die in den letzten Jahren häufiger auftretenden Flutschäden ergreift, oder
(2) die durch die Versicherung neu definierte Prämie für den Versicherungsschutz gegenüber Ereignissen des Klimawandels (Aktionskosten) entrichtet, oder
(3) das Risiko der anfallenden Reparaturkosten (Sanktionskosten) im Falle eines möglichen Schadens in Kauf genommen werden soll.

Allerdings besteht für das Unternehmen keine Möglichkeit, die Kosten zu überwälzen.

An diesem Fallbeispiel wird deutlich, dass im Einzelfall Aktionskosten so hoch sein können, dass das Risiko von Sanktionskosten bewusst eingegangen wird.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
In der Anwendung der Methode des Ökonomisch-ökologischen Nettoeffekts werden Aktionskosten (nach Abzug der überwälzbaren Kosten) den erwarteten Sanktionskosten gegenüber gestellt. Dabei kann die Methode für alle Auswirkungen des Klimawandels angewandt werden und dadurch bedingte Schadensereignisse in unternehmerischen Entscheidungen berücksichtigt werden.

Mithilfe des Ökonomisch-ökologischen Nettoeffekts können Unternehmen abwägen, ob sich vorausschauende Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels rechnen. Diese Annahmen müssen mit den möglichen Kosten bei Schadenseintritt abgeglichen werden. Dabei kann eine hohe oder weniger hohe Priorität für die Umsetzung von Maßnahmen oder dem in Kauf nehmen von Schadensereignissen nicht eindeutig vergeben werden. Die Prioritätensetzung einzelner Maßnahmen sollte für jeden Einzelfall gesondert mit der Methode des Ökonomisch-ökologischen Nettoeffekts geprüft werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Für Unternehmen der Modellregion Dresden, die vielerorts Schäden durch die Jahrhundertflut und nachträgliche Änderungen ihrer Versicherungspolicen erfahren haben, wird das Ausmaß der Kosten durch die Anwendung des Ökonomisch-ökologischen Nettoeffekts bewusst.

Synergien und Zielkonflikte
Durch die Betrachtung einzelner ökonomischer und zukünftiger ökonomischer Faktoren können Kosten kalkuliert werden, die sich auch auf die Strategieentwicklung auswirken. Durch die Betrachtung der möglichen Schadenskosten wird dem Risikoaspekt entgegen gewirkt, der aus dem Klimawandel resultiert und Chancen werden bewusst genutzt.

Zurück zum Programmtext

Formulierung einer Unternehmensstrategie zur Klimaanpassung

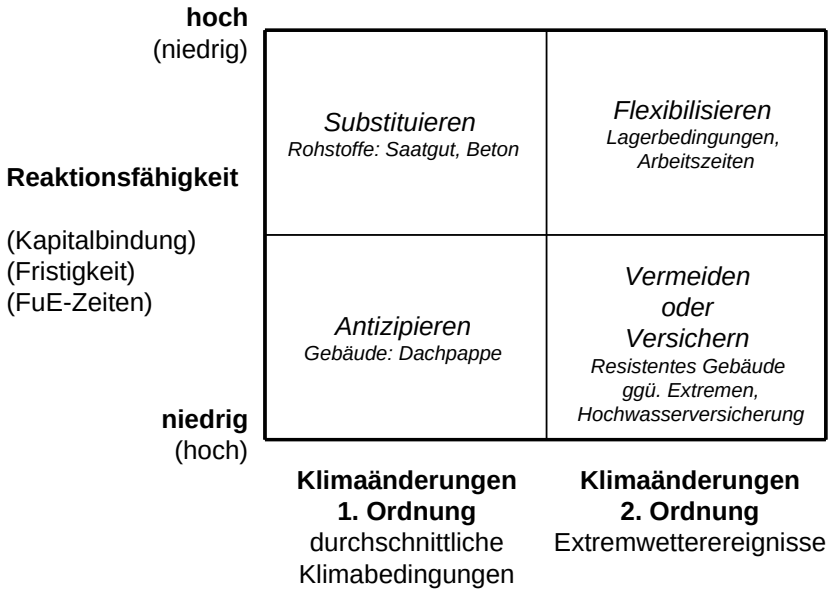
Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden, politische Entscheidungsträger

Beschreibung
Die Formulierung einer Unternehmensstrategie zur Klimaanpassung entspricht der ersten Stufe des Szenariotransfers und schließt sich an die Entwicklung von Szenarien an (→ Maßnahmenblatt 4.2.1, Abbildung 1). Innerhalb der Szenarioentwicklung werden die Herausforderungen des Unternehmens und ihre möglichen Ausprägungen identifiziert. Basierend darauf werden mögliche Zukunftsbilder entwickelt. Diese geben den Unternehmen Einblick in mögliche zukünftige Entwicklungen des Klimawandels und erlauben eine Analyse der Chancen sowie Risiken. Diese werden mit den eigenen Stärken und Schwächen des Unternehmens abgeglichen und tragen so zur Identifizierung strategischer Handlungsfelder bei.

Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) gestaltet sich aufgrund von Ressourcenbeschränkungen (z. B. Zeit, methodisches Wissen) die eigenständige Entwicklung einer Unternehmensstrategie schwierig. Als Lösungsansatz bietet sich eine Unterstützung der Unternehmen beim Prozess der Strategieentwicklung durch die Durchführung unternehmensübergreifender Workshops an, um gemeinsam geeignete Anpassungsstrategien zu entwickeln. Die dort entwickelten allgemein gültigen Strategien können an die individuellen Unternehmensziele im Anschluss angepasst werden.

Für das strategische Thema „Gewerbliche Wirtschaft" wurde im Rahmen des Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogrammes (IRKAP) ein übergeordnetes Leitbild gemeinsam mit Vertretern der Wirtschaft entwickelt. Dieses kann als Leitfaden für die Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien im Umgang mit dem Klimawandel und anderen Wandelerscheinungen dienen. Des Weiteren gilt es, bei der Entwicklung geeigneter Strategien einen Abgleich mit den Entwicklungsstrategien der Landeshauptstadt Dresden durchzuführen („DRESDEN 2025 plus"). Hier kann auf bestehende Ansätze aufgebaut werden (www.zukunft-im-mittelstand.de).

Die gemeinsam mit Vertretern der Wirtschaft entwickelte Matrix für Strategien zur Anpassung an den Klimawandel kann Unternehmen unterstützen, eine entsprechende Strategie abzuleiten (Abbildung).



Unternehmerische Anpassungsstrategien. Quelle: Eigene Darstellung.

Erläuterungen zur Abbildung:

Strategie „Vermeiden oder Versichern": Gebäudeneubau oder Gebäudesanierung folgen einer Extremwetter-resistenten Bauweise, um Schäden aus Hochwasserereignissen oder Sturmereignissen vorzubeugen. Alternativ können künftige Schäden versichert werden.

Strategie „Antizipieren": Zukünftige durchschnittliche Klimaveränderungen können bei heutigen Neubauten bereits berücksichtigt werden, wie z. B. Dachpappe auf Gebäuden, die zunehmende Strahlung und damit eine Erwärmung abhält.

Strategie „Flexibilisieren": Auf Extremwetterereignisse wie z. B. einer Hitzewelle können Unternehmen durch flexibilisierte Arbeitszeiten reagieren oder bei Eintreten eines Hochwassers kurzfristig ihre Büroeinrichtung in eine andere Etage verlagern.

Strategie „Substituieren": Bei veränderten Klimabedingungen müssen alternative Rohstoffe eingesetzt werden, wie z. B. Saatgut, welches gegenüber geringen Niederschlagsmengen und / oder höheren Temperaturen resistent ist.

Bezug zum Klimawandel und Priorität

Kleine und mittelständische Unternehmen werden in Zukunft verschiedenen Megatrends ausgesetzt sein. Neben dem demographischen Wandel und der Globalisierung steht vor allem der Klimawandel im Fokus. Nur mit geeigneten Anpassungsstrategien lässt sich auf Wandelereignisse, wie z. B. Extremwetterereignisse bedingt durch den Klimawandel, reagieren. Dabei ist es wichtig, dass sich vor allem kleine und mittelständische Unternehmen über die möglichen Einwirkungen auf das Unternehmen durch den Klimawandel bewusst sind.

Bei der Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien nimmt vor allem die Anpassung an die Auswirkungen von Extremwetterereignissen eine hohe Priorität ein. Darüber hinaus müssen auch Chancen und Risiken, die mit durchschnittlichen Temperatur- und Niederschlagsveränderungen verbunden sind, bei der Entwicklung von geeigneten Anpassungsstrategien betrachtet werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Geeignete Anpassungsstrategien an die Auswirkungen des Klimawandels müssen sowohl branchenspezifisch als auch regional differenziert betrachtet werden. So ist z. B. die Ernährungsindustrie sehr stark von den Auswirkungen durchschnittlicher und extremer Temperaturveränderungen (Veränderungen bezüglich der Rohstoffverfügbarkeit und der Nachfrage nach Produkten), die Wasserversorgungsbranche oder der Tourismus eher von Niederschlagsveränderungen und Schneeverfügbarkeit (Wintertourismus) beeinflusst. Daneben zeigen Szenarien die regionsspezifischen Auswirkungen von Klimaparametern. Schließlich können Unternehmen mit Hilfe von Datenbanken (z. B. ZÜRS Public-Datenbank: www.zuers-public.de) ihre Betroffenheit ermitteln. Daher ist es unerlässlich neben branchenspezifischen auch lokale und standortspezifische Besonderheiten bei der Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien zu berücksichtigen.

Synergien und Zielkonflikte

Dadurch, dass Unternehmen gemeinsam (basierend auf einer übergeordneten Strategie bzw. Leitbild) mit anderen Unternehmen, mit denen sie nicht im Wettbewerb stehen, eine geeignete Anpassungsstrategie an die Auswirkungen des Klimawandels entwickeln, wird ein kreativer Gedankenaustausch gefordert und gefördert. Durch den Austausch von spezifischem Expertenwissen ergeben sich Lernprozesse und Unternehmen können sich an Best-Practice-Beispielen orientieren. Erfolgreiche Beispiele sind aus dem Bereich der Energieeffizienz bekannt.

Gleichzeitig ist es wichtig, bei der Strategieentwicklung in einer Gruppe die Diskussion anzuregen sowie unternehmensinterne und sensible Strategieüberlegungen zu schützen. Vielmehr soll es Ziel sein, mit den Unternehmen Anpassungsstrategien zu entwickeln, die sie individuell für ihre Bedürfnisse verfeinern und anpassen können.

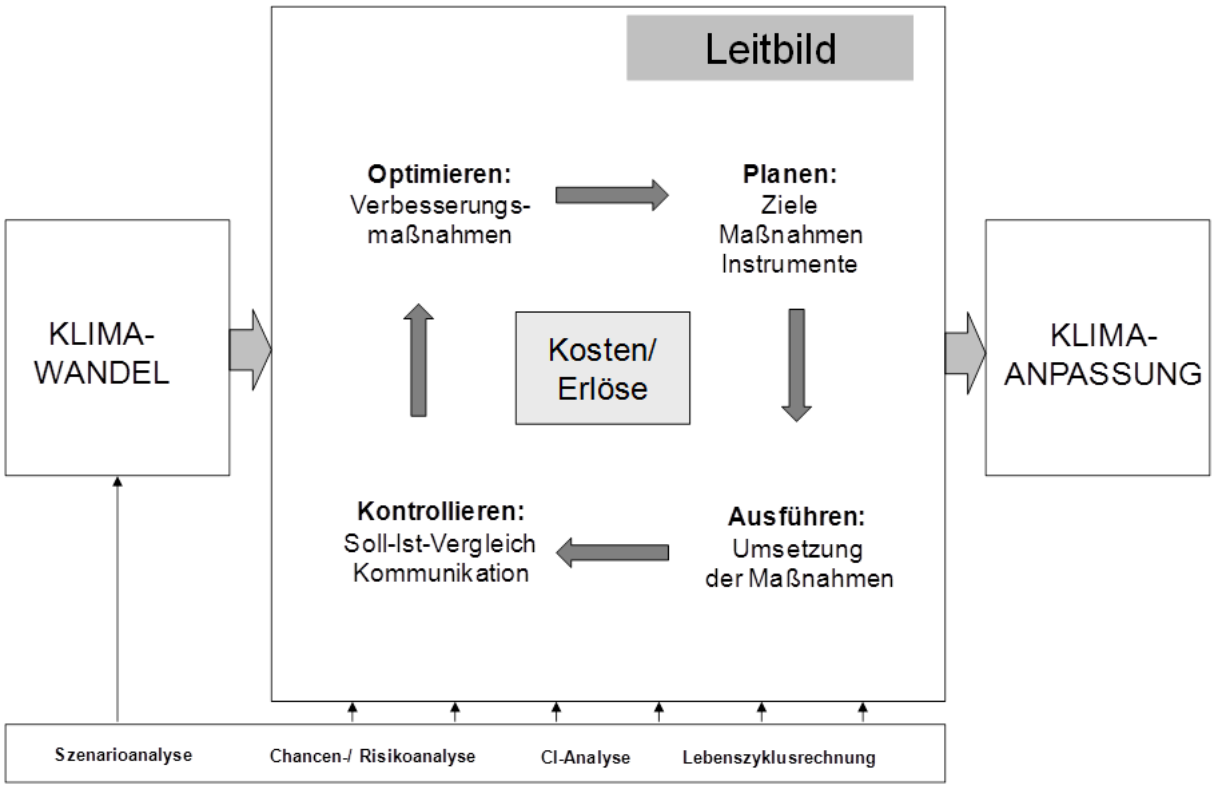
Zurück zum Programmtext

Unterstützung der Prozessorientierung durch den Zyklus „Planen - Ausführen - Kontrollieren – Optimieren"

Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden, Unternehmensberater

Beschreibung
Ziel dieser Maßnahme ist es, Unternehmen der Modellregion Dresden aufzuzeigen, wie Anpassungsstrategien an die Auswirkungen des Klimawandels entwickelt (→ Maßnahmenblatt 4.2.3) und verbessert werden können. Hierzu bietet es sich an, den für Managementsysteme, wie dem Qualitätsmanagement, bekannten Zyklus auf die Fragestellung zur Klimawandelanpassung zu übertragen.

Das Werkzeug des Plan-Do-Check-Act-Zyklus (dt. Planen-Ausführen-Kontrollieren-Optimieren) ist vielen Unternehmen der Modellregion Dresden aus Zertifizierungsprozessen bekannt. Der PDCA-Zyklus besteht aus vier Schritten und stellt einen iterativen Prozess zur Problemlösung und/oder Optimierung von Prozessen dar. Durch eine kontinuierliche Wiederholung können Verbesserungsprozesse unterstützt und realisiert werden. Damit Unternehmen der Modellregion Dresden das Werkzeug für die Stärkung der Prozessorientierung ihrer Klimaanpassung nutzen können, werden die vier Schritte des Zyklus im Folgenden genauer erläutert (Abbildung).



PDCA-Zyklus zur Klimawandelanpassung. Quelle: Eigene Darstellung.

Planen

Der erste Schritt des PDCA-Zyklus dient der Identifikation und Definition eines Problems oder eines Verbesserungspotenzials. Im Anschluss daran erfolgen die Analyse des IST-Zustandes sowie die Planung eines Prozesses oder Konzeptes, um so das Problem zu überwinden bzw. das Verbesserungspotenzial auszuschöpfen. Die Verwendung geeigneter Maßnahmen und Instrumente ist entscheidend, um damit das formulierte Ziel, den SOLL-Zustand, erreichen zu können.

Ausführen

Im Vordergrund des zweiten Schritts steht die konkrete Implementierung des entwickelten Konzepts bzw. die Umsetzung der Maßnahme.

Kontrollieren

Der Schritt des Kontrollierens umfasst die Überprüfung und Bewertung der Ergebnisse durch einen Soll-Ist-Vergleich. Hierbei sollen insbesondere die Gründe für Abweichungen vom eigentlichen Plan identifiziert werden, damit diese im folgenden Schritt behoben werden können. Einen essentiellen Schritt stellt die Kommunikation der Ergebnisse dar.

Optimieren

Der vierte Schritt des PDCA-Zyklus gibt zwei Möglichkeiten an: 1. Verläuft der Soll-Ist-Abgleich zufriedenstellend, kann der durchgeführte Verbesserungsprozess als Standard festgelegt werden. Oder: 2. Weist der Abgleich Differenzen auf, kann in weiteren Wiederholungen der vier Schritte des PDCA-Zyklus das formulierte Ziel erreicht werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität

Die Methode des PDCA-Zyklus unterstützt Unternehmen der Modellregion Dresden bei der Ableitung individueller Klimawandelanpassungsmaßnahmen (neben weiteren betriebswirtschaftlichen Methoden und Instrumenten). Dabei dient die Durchführung des PDCA-Zyklus der Stärkung der Prozessorientierung unternehmerischer Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Der Prozessoptimierung in Unternehmen ist generell eine hohe Bedeutung einzuräumen. Innerhalb des PDCA-Zyklus ist neben der Umsetzung der Maßnahmen vor allem der Schritt der Kontrolle von hoher Priorität.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Der vorliegende PDCA-Zyklus wurde durch die Wissenschaft für Unternehmen der Modellregion Dresden so angepasst, dass die Entwicklung von unternehmerischen Klimaanpassungsmaßnahmen gestärkt werden kann. Eine besondere regionale Differenzierung findet nicht statt.

Synergien und Zielkonflikte

Synergien entstehen durch die Anwendung weiterer betriebswirtschaftlicher Instrumente und Methoden zur Unterstützung von Unternehmen der Modellregion Dresden zur Ableitung ihrer eigenen Klimawandelanpassungsstrategien (z. B Szenarioplanung, → Maßnahmenblatt 4.2.1).

Zurück zum Programmtext

Einrichtung einer Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden

Akteure
Unternehmensberater, Landeshauptstadt Dresden, Amt für Wirtschaftsförderung, Verbände, Kammern, politische Entscheidungsträger

Beschreibung
Die durch die Forschung in enger Zusammenarbeit mit Vertretern der Wirtschaft entwickelten Methoden und Instrumente zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels können Unternehmen der Modellregion Dresden dabei unterstützen, informierte Entscheidungen zu treffen. Für die Verbreitung dieser Methoden und Instrumente ist die Förderung der brancheninternen und branchenübergreifenden Vernetzung und Kooperation von hoher Bedeutung. Um dies zu gewährleisten, empfiehlt sich die Bündelung durch eine branchenübergreifende Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft, die beides, Klimaschutz und –anpassung, kombiniert. Es bietet sich an, diese Stelle an bereits etablierte Strukturen anzugliedern. Hier werden sowohl Informationen für die Unternehmen der Modellregion Dresden aufbereitet und zur Verfügung gestellt als auch Beratungen angeboten. Die Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie wird durch die Informations- und Beratungsstelle katalysiert. Somit entwickeln sich die Unternehmen der Modellregion Dresden im Sinne einer „lernenden Region".

Vorstellbar ist, die Stelle an eine politisch-administrative Stelle zu koppeln wie z. B. an das Klimaschutzbüro der Landeshauptstadt Dresden oder die Wirtschaftsförderung Dresden. Alternativ ist auch die IHK Dresden vorstellbar.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Informations- und Beratungsstelle für die gewerbliche Wirtschaft in der Modellregion Dresden bezieht sich explizit auf den Klimawandel, da sie Informationen und Beratungsangebote für Anpassungsmaßnahmen an die Auswirkungen des Klimawandels anbietet. Durch die Bündelung der Kompetenzen werden Unternehmen für den Umgang mit dem Klimawandel „fit" gemacht.

Durch die branchenübergreifende Vernetzung kann es gelingen, Wettbewerbsvorteile gegenüber nicht lernenden Regionen zu generieren. Somit stellt diese Maßnahme einen wichtigen Eckpfeiler der Anpassung der gewerblichen Wirtschaft in der Modellregion dar.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Durch diese Maßnahme findet eine Vernetzung aller relevanter Akteure (Politik, Wissenschaft und Praxis) der Modellregion statt und fördert den Wissenstransfer. Dadurch entstehen sowohl branchenintern als auch –übergreifend Lernprozesse für die Unternehmen der Modellregion Dresden, um sich adäquat an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen.

Synergien und Zielkonflikte
Bisherige Strukturen zur Beratung im Hinblick auf den Klimaschutz können genutzt und in eine gemeinsame Informations- und Beratungsstelle für den Umgang mit dem Klimawandel (Schutz und Anpassung) überführt werden. Jedoch bedarf die Einrichtung einer solchen Stelle hoher Ressourcen der Verwaltung, was eventuell dazu führen könnte, Beratungsprojekte, die nicht im Bezug zum Klimawandel stehen, an anderer Stelle zu vernachlässigen.

Zurück zum Programmtext

Durchführung einer branchenübergreifenden Veranstaltung zu Klimaschutz und Klimaanpassung in der gewerblichen Wirtschaft

Akteure
Verbände, Wirtschaftsförderung, Kammern, Unternehmensberater, politische Entscheidungsträger

Beschreibung
Wie das Projekt Ökoprofit Dresden (http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/ua/10316.htm) zeigt, eignet sich ein branchenübergreifender Austausch von und mit Unternehmen, um für Klimaschutz und Energieeffizienz zu sensibilisieren und den Unternehmen Kosten zu sparen. Daher liegt die Überlegung nahe, auch bezüglich der Sensibilisierung für Klimawandelanpassung der Unternehmen der Modellregion Dresden branchenübergreifend geeignete Klimaanpassungsstrategien zu entwickeln.

Bei der Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien gilt es für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) einige Besonderheiten zu beachten:

- Fehlende Ressourcen (z. B. Zeit und Personal) erschweren die Umsetzung und Anwendung der strategischen Planung und Szenarioplanung.
- KMU sind nicht ausreichend informiert über die Auswirkungen des Klimawandels und weiterer Wandelereignisse (vor allem auf regionaler Ebene).
- Das Verständnis von Methoden, die für die strategische Planung und Szenarioplanung angewandt werden, ist in KMU oft unzureichend.

Folgende Lösungsansätze sollen diesen Besonderheiten begegnen:

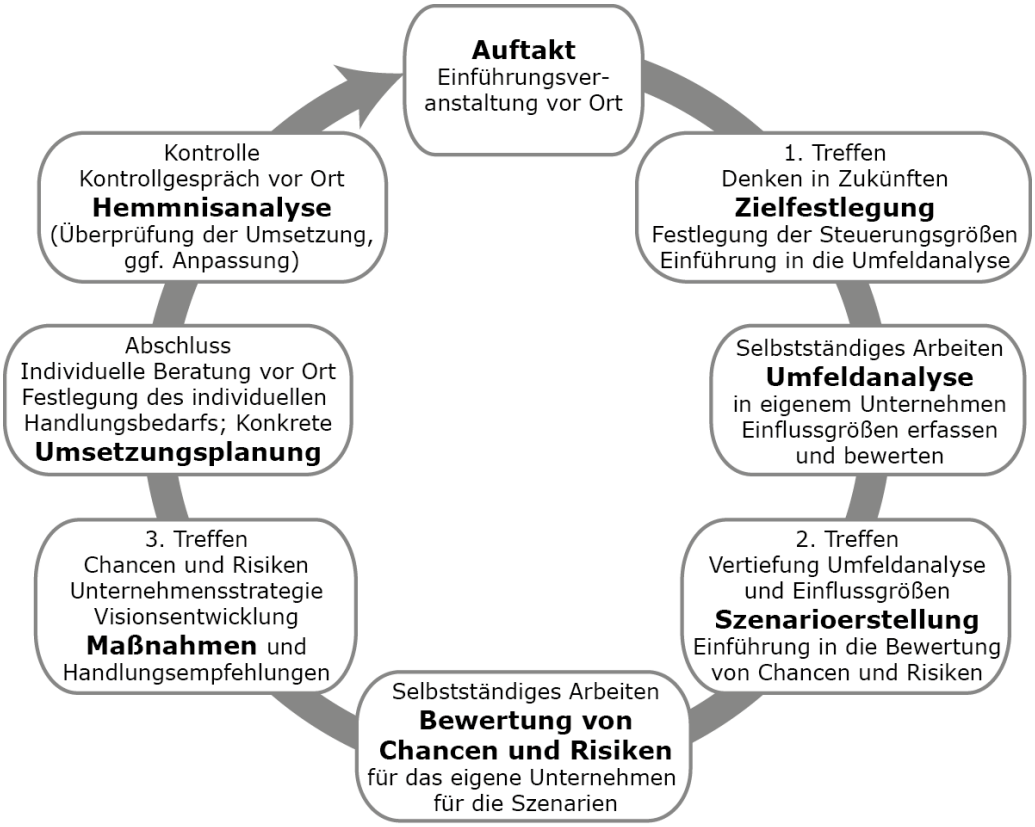
- Gezielte und verständlich dargestellte Informationen über die Auswirkungen des Klimawandels und weiterer Wandelereignisse sind den Unternehmen verfügbar zu machen.
- Unternehmen müssen aktiv in den Strategieentwicklungsprozess involviert werden. Nur so kann sowohl die Integration von Expertenwissen als auch die Akzeptanz in Unternehmen erreicht werden.
- Intermediäre unterstützen die Informationsbereitstellung als auch die Vernetzung der Unternehmen untereinander. Als Intermediäre können Städte und Gemeinden, Vereinigungen, Netzwerke oder Projekte (z. B. das Ökoprofit-Projekt Dresden) fungieren.

In einem integrativen Szenarioprozess, als Weiterentwicklung der Szenariomethode (→ Maßnahmenblatt 4.2.1), werden die Unternehmen bei der Erstellung und der Anwendung von geeigneten Anpassungsstrategien unterstützt. Der Ablauf folgt dabei dem von Managementprozessen, mit dem KMU aufgrund ihrer Erfahrungen mit Qualitäts- und Umweltmanagementsystemen vertraut sind (→ Maßnahmenblatt 4.2.4). Unterstützt von Intermediären, durchläuft eine kleine Anzahl an Unternehmen unterschiedlicher Branchen den Prozess im Konvoi und profitiert dabei vom Austausch mit anderen Unternehmen. Ein Team von Beratern moderiert und begleitet den Prozess, der sich durch einen Wechsel aus Gruppen- und individueller Arbeit im Unternehmen auszeichnet (Abbildung).

So lassen sich durch die Zusammenarbeit mehrerer Intermediäre wie z. B. Wirtschaftsförderung Land Sachsen, Wirtschaftsförderung Stadt Dresden, Sächsische Energieagentur (SAENA), Verbänden (z. B. VDI) oder Kammern (z. B. IHK Dresden, HWK Dresden) oder sonstigen Institutionen (z. B. Umweltallianz Sachsen) in branchenübergreifenden Veranstaltungen die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung thematisieren und geeignete Strategien entwickeln. Von der Struktur können branchenübergreifende Veranstaltungen analog zu brancheninternen Veranstaltungen gestaltet werden (→ Maßnahmenblatt 4.4.1).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen ist eine von vielen Herausforderungen, denen sich Unternehmen in der Zukunft stellen müssen. Insbesondere KMU weisen diesbezüglich beschränkte Ressourcen auf (z. B. Zeit, Personal, Methodenverständnis). Um Unternehmen für das Thema Klimawandel zu sensibilisieren, eignen sich branchenübergreifende Veranstaltungen sehr gut, lassen sich doch mehrere Unternehmen gleichzeitig ansprechen und gemeinsam passende Anpassungsstrategien entwickeln. Hierbei profitieren die Unternehmen vom Erfahrungsaustausch mit Experten

und anderen Unternehmen verschiedenster Branchen zum richtigen Umgang mit dem Klimawandel (→ Maßnahmendatenblatt 4.2.3).



Durch Intermediäre begleiteter integrativer Szenarioprozess.
Quelle: Eigene Darstellung.

Damit Unternehmen geeignete individuelle Anpassungsstrategien entwickeln können, ist es von hoher Priorität, für die Auswirkungen des Klimawandels zu sensibilisieren. Nur durch ausreichende Information über mögliche zukünftige Herausforderungen können gemeinsam mit Experten und weiteren Unternehmen geeignete Strategien entwickelt werden, die dann den speziellen Gegebenheiten der Unternehmen angepasst werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Mit dem Ökoprofit-Projekt, das von der Landeshauptstadt als Lizenznehmer getragen und von den Kammern begleitet wird, hat sich bereits ein integrativer Managementprozess etabliert, der die Unternehmen für den Klimaschutz und Energieeffizienz sensibilisiert. Hierbei werden Unternehmen nicht nur mit den neuesten rechtlichen Rahmenbedingungen vertraut gemacht, sondern sparen durch die Umsetzung von Maßnahmen auch Kosten. Das Projekt hat sich durch seinen fortlaufenden Erfolg bewährt. Von daher eignet sich eine Integration von Klimaschutz und -anpassung in einem branchenübergreifenden Workshop sehr gut, Synergieeffekte können genutzt werden.

Synergien und Zielkonflikte
Im Rahmen branchenübergreifender Veranstaltungen zur Klimaanpassung profitieren die Unternehmen nicht nur vom Wissen externer Experten, sondern können im direkten Austausch mit anderen Unternehmen wichtige Erfahrungen im Umgang mit dem Klimawandel erörtern. Bereits erfolgreich umgesetzte Maßnahmen anderer Unternehmen können als Vorbild dienen, aber auch Basis für gemeinsame Anpassungsstrategien und Kooperationen sein.

Gleichzeitig muss aber beim gemeinsamen Austausch immer darauf geachtet werden, dass sensible Daten und unternehmensinterne Strategieüberlegungen vertraulich behandelt werden und so ein offener Austausch gehemmt wird.

Zurück zum Programmtext

Durchführung einer Veranstaltung für Unternehmen innerhalb der Branche

Akteure
Unternehmen der Modellregion Dresden, Verbände, Wirtschaftsförderung, Kammern, Unternehmensberater, politische Entscheidungsträger

Beschreibung
Im → Maßnahmenblatt 4.3.2 wurde bereits die Durchführung branchenübergreifender Veranstaltungen erläutert. Zusätzlich besitzt jede Branche spezifische Charakteristika mit individueller Themenorientierung, die bei branchenspezifischen Veranstaltungen noch intensiver diskutiert werden sollten. Somit stehen neben der Information der Unternehmen hinsichtlich des Klimawandels und dessen Auswirkungen auf Unternehmen im Allgemeinen auch insbesondere die Auswirkungen auf die Branche im Speziellen im Vordergrund. Die aktive Einbeziehung der Unternehmen ist von großer Bedeutung, sodass es den teilnehmenden Unternehmen nach der Veranstaltung möglich ist, ihre eigene Betroffenheit zu analysieren sowie Anpassungsmaßnahmen abzuleiten.

Daher sind im ersten Schritt wissenschaftliche Ergebnisse zu den Auswirkungen der sich verändernden Klimabedingungen und Extremwetterereignisse auf die Unternehmen der Branche sowie damit verbundene Chancen und Risiken darzulegen. Anschließend soll das Unternehmen seine eigene Betroffenheit bezüglich des Klimawandels ermitteln. Im dritten Schritt sind branchenspezifische Anpassungsmaßnahmen vorzustellen und mit den Unternehmen zu diskutieren. Das Überdenken eigener unternehmensspezifischer Anpassungsmaßnahmen erfolgt im nächsten Schritt. Abschließend kann den Unternehmen die Methode der Szenarioanalyse vorgestellt werden, die diese Schritte vereint.

Vom ifo-Institut Niederlassung Dresden wurden die Branchen Energiewirtschaft, Wasserwirtschaft, Bauwirtschaft, Verkehr, verarbeitendes Gewerbe sowie das Ernährungsgewerbe, die Maschinenbaubranche und die High-Tech-Branchen als klimasensitiv und ökonomisch relevant eingeschätzt. Die TU Dresden führte als Pilotprojekt bereits einen brancheninternen Workshop am **Beispiel des Ernährungs- und Tabakgewerbes** durch, der im Folgenden vorgestellt wird.

Auszug aus der Agenda

Zielgruppe
Die Veranstaltung richtet sich an Entscheidungsträger aus dem Ernährungsgewerbe und der Tabakverarbeitung in der Modellregion Dresden.

Ziele des Workshops

- Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse zu den Auswirkungen der sich verändernden Klimabedingungen und Extremwetterereignisse auf die Unternehmen der Ernährungsbranche sowie damit verbundene Chancen und Risiken
- Ermittlung der Auswirkungen auf das eigene Unternehmen sowie daraus resultierende Chancen und Risiken
- Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse zu den Anpassungsmaßnahmen
- Ermittlung unternehmensspezifischer Anpassungsmaßnahmen
- Einführung der Methode der Szenarioanalyse zur Identifikation von Chancen und Risiken sowie zur Ableitung von Anpassungsmaßnahmen für das eigene Unternehmen
- Ableitung von Empfehlungen für die weiteren Arbeitsschritte sowie die Aufbereitung und Umsetzung der Ergebnisse
- Kontakt und Vernetzung mit Unternehmen der Branche

Programm - Beispiel

12:00	Eintreffen am Veranstaltungsort, z. B. IHK Dresden
13:00	Begrüßung durch Veranstalter
13:15	Auswirkungen des Klimawandels auf Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung – Chance oder Risiko?
	Referent: TU-Dresden
13:30	Wie betroffen ist Ihr Unternehmen? – Durchführung einer Selbstanalyse mit anschließender Diskussion
14:30	Postercafé
15:00	Wie kann die Anpassung an den Klimawandel im Ernährungsgewerbe und in der Tabakverarbeitung aussehen?
	Referent: TU-Dresden
15:15	Wie kann sich Ihr Unternehmen anpassen? Durchführung einer Selbstanalyse mit anschließender Diskussion
16:15	Zusammenfassung und Ausblick
17:00	Ende der Veranstaltung

Bezug zum Klimawandel und Priorität

Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen ist eine von vielen Herausforderungen, denen sich Unternehmen in der Zukunft stellen müssen. Insbesondere KMU weisen diesbezüglich beschränkte Ressourcen auf (z. B. Zeit, Personal, Methodenverständnis). Um Unternehmen für das Thema Klimawandel zu sensibilisieren, eignen sich sowohl brancheninterne als auch übergreifende Veranstaltungen sehr gut, lassen sich doch mehrere Unternehmen gleichzeitig ansprechen und gemeinsam passende Anpassungsstrategien entwickeln. Bei brancheninternen Workshops profitieren die Unternehmen vom Erfahrungsaustausch mit Experten und Unternehmen der gleichen, spezifischen Branche zum richtigen Umgang mit dem Klimawandel.

Damit Unternehmen geeignete individuelle Anpassungsstrategien entwickeln können, ist es von hoher Priorität, für die Auswirkungen des Klimawandels zu sensibilisieren. Nur durch ausreichende und zielgerichtete Informationen über mögliche zukünftige Herausforderungen können gemeinsam mit Experten und weiteren Unternehmen geeignete Strategien entwickelt werden, die dann den speziellen Gegebenheiten der Unternehmen angepasst werden.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

Mit dem Ökoprofit-Projekt, das von der Landeshauptstadt als Lizenznehmer gefördert und von den Kammern begleitet wird, hat sich bereits ein integrativer Managementprozess etabliert, der die Unternehmen für den Klimaschutz und Energieeffizienz sensibilisiert. Hierbei werden Unternehmen nicht nur mit den neuesten rechtlichen Rahmenbedingungen vertraut gemacht, sondern sparen durch die Umsetzung von Maßnahmen auch Kosten. Das Projekt hat sich bewährt. Von daher eignet sich eine Integration von Klimaschutz und -anpassung in einem Workshop, Synergieeffekte können hier genutzt werden.

Synergien und Zielkonflikte

Im Rahmen von brancheninternen Veranstaltungen zur Klimaanpassung profitieren die Unternehmen nicht nur vom Wissen externer Experten, sondern können im direkten Austausch mit Unternehmen der gleichen Branche wichtige und insbesondere branchenspezifische Erfahrungen im Umgang mit dem Klimawandel erörtern. Bereits erfolgreich umgesetzte Maßnahmen anderer Unternehmen können als Vorbild dienen, aber auch Basis für gemeinsame Anpassungsstrategien und Kooperationen sein.

Gleichzeitig muss aber beim gemeinsamen Austausch immer darauf geachtet werden, dass sensible Daten und unternehmensinterne Strategieüberlegungen vertraulich behandelt werden und so vielleicht ein offener Austausch gehemmt wird.

Zurück zum Programmtext

Vulnerabilitätsanalysen unter Berücksichtigung naturschutzfachlich relevanter Aspekte erstellen bzw. planerisch umsetzen und für Entscheidungsprozesse nutzen

Akteure
Regionalplanung in Zusammenarbeit mit zuständigen Naturschutz– und Naturschutzfachbehörden (insb. LfULG, SBS als Amt für Großschutzgebiete, BfUL)

Beschreibung
In Fortentwicklung bestehender Vulnerabilitätsanalysen für Oberlausitz-Niederschlesien sollten mittelfristig auch für die weiteren Planungsregionen mit Anteilen an der Modellregion (Chemnitz, Oberes Elbtal/Osterzgebirge) durch die Regionalplanung Vulnerabilitätsanalysen erstellt bzw. in Erstellung befindliche Vulnerabilitätsanalysen (bspw. auf der Ebene des Freistaates Sachsen) genutzt und planerisch umgesetzt werden. Dabei sollten insbesondere auch die vorhandenen Moore, Feuchtgebiete und Gewässer sowie Wälder in ihrer Vulnerabilität beurteilt, bewertet und räumlich dargestellt werden. Berücksichtigt werden sollten besonders austrocknungsgefährdete Fließgewässer sowie Konzentrationsgebiete empfindlicher Gewässer und wasserabhängiger Lebensraumtypen, wie sie in der Modellregion in Schwerpunktbereichen wie z. B. im Westteil des Naturraums Königsbrück-Ruhlander Heide, im NSG Zschornaer Teichgebiet, im NSG Rabenauer Grund sowie z. T. im Osterzgebirge vorhanden sind. Hierbei sollten auch empfindliche Arten der Roten Liste Sachsens sowie FFH-Arten und -Lebensraumtypen berücksichtigt werden.

Mögliche Konsequenzen können in der Erweiterung des bisherigen Instrumentariums der Regionalplanung in der Festlegungskategorie „Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des natürlichen Wasserrückhalts" um ausgewählte Einzugsgebiete besonders austrocknungsgefährdeter Fließgewässer sowie um Konzentrationsgebiete sensitiver Gewässer und grundwasserabhängiger Ökosystemtypen bestehen, oder in der Aufnahme neuer Zielkategorien mit räumlicher Kulisse als „Bereiche mit besonderen Nutzungsanforderungen", „Sanierungsbedürftige Bereiche" oder „Regional bedeutsame Schwerpunktbereiche für Waldumbau" in gekennzeichneten Bereichen sehr hoher Vulnerabilität (Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen 2011).

Hierbei ist der Aspekt überregionaler und landesweiter Biotopverbund für empfindliche Arten besonders zu berücksichtigen, da der Modellregion Dresden in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung für Sachsen zukommt (mehrere Biotopverbundachsen in der Region). Weitere wichtige und zu berücksichtigende Aspekte sind Retentionsräume und Trockenstress bei Wäldern. Weiterhin sollte geprüft werden, wie die Erkenntnisse zum Waldumbau zur Nutzung von Synergien mit den hier verfolgten Zielen genutzt werden können. Bei der Ermittlung der Waldumbaudringlichkeiten sollte auch eine Einbeziehung von „Naturschutzfunktionen" angestrebt werden (Anmerkungen dazu in → REGKLAM-Produkt 3.3.2b).

Die Maßnahme beinhaltet aufeinander aufbauende Teilmaßnahmen:

1) Gebietskulisse wasserabhängige Ökosysteme ermitteln, bewerten und sichern: Angestrebt werden sollte die Ausweisung neuer bzw. Ausweitung bestehender Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Natur- und Landschaft in den Gebieten, die sich in der Modellregion durch einen hohen Anteil von Mooren, Sümpfen, Feuchtgebieten oder Teichen oder weiteren empfindlichen Biotoptypen auszeichnen und derzeit ggf. noch nicht ausreichend berücksichtigt sind. Weiter sollten systematisch ggf. bestehende oder künftig mögliche Konflikte des abiotischen Ressourcenschutzes (v. a. Wasser, Boden), der Risikovorsorge (z. B. Hochwasserschutz) und des Naturschutzes mit regionalplanerischen Festlegungen (Vorrang- und Vorbehaltsgebiete) für wasserzehrende Nutzungen (z. B. Rohstoffabbau, Wassergewinnung) in den ermittelten besonders empfindlichen Gebieten identifiziert und überprüft werden. In den ermittelten besonders vulnerablen Bereichen sollten gebietsbezogene Projekte zur Stabilisierung des Wasserhaushalts und v. a. der Wiedervernässung von Mooren (Schlumprecht et al. 2005, 2006, Edom et al. 2008, LfULG 2011) und Feuchtgebieten in Abstimmung mit den Landnutzern initiiert werden (z. B. Möglichkeiten der Anhebung des Grundwasserstandes oder Nutzungsextensivierung in Schutzgebieten und ihrem Umfeld).

2) Relevante Flächennutzungsänderungen gezielt räumlich steuern: Auf Basis der erarbeiteten planerischen Grundlagen ist zu prüfen, welche Möglichkeiten bestehen, Flächennutzungsänderungen mit potenziellem Einfluss auf den Gebietswasserhaushalt entsprechend zu bewerten, Konflikte bzw.

vorteilhafte Kombinationsmöglichkeiten oder Synergien frühzeitig zu erkennen und gezielt räumlich zu steuern, insbesondere in Schwerpunktbereichen naturschutzfachlich wertvoller Arten, Lebensräume und Ökosysteme. Zugehörige Aussagen und Handlungsempfehlungen zur Koordination divergierender Raumansprüche der Land- und Forst- sowie Wasserwirtschaft finden sich u. a. in den → Kapiteln II.2 und II.3. Im Hinblick auf eine planerische Berücksichtigung der Erkenntnisse und Methoden der Vulnerabilitätsanalyse ist zu prüfen, ob eine Weiterentwicklung der formellen Regionalplanung mit neuen planerischen Inhalten (neue Zielkategorien, erweiterter Kriterienkatalog) bei der Fortschreibung der Regionalpläne erforderlich ist.

3) Wasserrechtliche Genehmigungsverfahren auf einen nachhaltigen Schutz grundwasserabhängiger Ökosysteme abstimmen (→ Kapitel II.2; → Maßnahmen 2.8.1, 2.8.2, 2.2.2, 2.2.3).

4) Rückgewinnbare Überschwemmungsbereiche ermitteln, angepasst nutzen und erweitern: Die Überschwemmungsbereiche sollten, soweit nicht in Grünland oder Auwald umwandelbar, angepasst genutzt werden, d. h. vorrangig mit z. B. Luzerne bestockt sein (wegen mehrjähriger Bedeckung, sehr geringem Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz). In ausgewählten Bereichen sollte ein Abstimmungsprozess zwischen Landnutzern, Kommunal- und Regionalplanung sowie Wasserwirtschaft und Naturschutz zur Rückgewinnung von Überschwemmungsgebieten initiiert werden. Mögliche Synergien (z. B. Wasserwirtschaft, Bodenschutz, Naturschutz) sollten auch bei Maßnahmen geprüft werden, die derzeit (noch) wenig erforderlich erscheinen (z. B. Umwidmung von Ackerflächen zu Grünland bzw. Auwald in Überschwemmungsgebieten), die aber v. a. in Naturschutzgebieten oder FFH-Gebieten multifunktionalen Ressourcenschutz ermöglichen könnten.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Eine Vulnerabilitätsanalyse stellt mögliche Konsequenzen des Klimawandels räumlich konkret und naturräumlich differenzierter dar und ist daher eine Voraussetzung für die Initiierung entsprechend räumlich zielgerichteter Anpassungsmaßnahmen (z. B. → Maßnahmen 5.1.2 und 5.2.1).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Für die Modellregion liegt gegenwärtig nur für die Planungsregion Oberlausitz-Niederschlesien, nicht aber für die Planungsregionen Chemnitz und Oberes Elbtal/Osterzgebirge, eine Vulnerabilitätsanalyse vor. Für den Freistaat Sachsen ist eine Vulnerabilitätsanalyse in Erarbeitung.

Synergien und Zielkonflikte
Eine Vulnerabilitätsanalyse ist eine Voraussetzung für räumlich zielgerichtete Anpassungsmaßnahmen und kann damit zur Abstimmung bzw. Vermeidung möglicher Konflikte sowie zur Nutzung von Synergiepotenzialen beitragen. Potenziale für Synergien bestehen u. a. mit Anpassungserfordernissen der Wasserwirtschaft in Bezug auf die Sicherung eines naturnahen Wasserhaushaltes im ruralen Raum (→ Maßnahme 2.1.2) oder in Bezug auf die Verbesserung der Rückhaltepotenziale von Fließgewässern und deren Vorländern (→ Maßnahme 2.1.3).

Quellen
EDOM, F.; DITTRICH, J.; KESSLER, K.; MÜNCH, A.; PETERS R. (2008): Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme – Teilprojekt Erzgebirgsmoore (Endbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag des LfUG).

LfULG (Hrsg.) (2011): Sächsisches Informationssystem für Moore und organische Nassstandorte (SIMON). Schriftenreihe Heft 14/2011.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND LEIPZIG-WESTSACHSEN (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse zum Klimawandel - Modellregion Westsachsen. TU Dresden im Auftrag des regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen im Rahmen Klima-MORO. Leipzig/Dresden.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERLAUSITZ-NIEDRSCHLESIEN (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse Oberlausitz-Niederschlesien. TU Dresden im Auftrag des Regionalen Planungsverbandes Oberlausitz-Niederschlesien, Dresden.

SCHLUMPRECHT, H.; FLEMMING, D.; SCHNEIDER, P.; TUNGER, B.; FORSTING, I.; LÖSER, R. (2005): Folgewirkungen der Klimaänderungen für den Naturschutz – ausgewählte Arten und Ökosysteme (Endbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag des LfUG), Chemnitz.

SCHLUMPRECHT, H.; LAUBE, J.; SCHNEIDER, P.; LÖSER, R. (2006): Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme I (Endbericht zum gleichn. Projekt im Auftrag des LfUG).

REGKLAM-PRODUKT 3.3.2b: Potenzialabschätzung für einzelne Wald- und Vorrangfunktionen.

Zurück zum Programmtext

Klimawandel-angepasste Managementpläne für Schutzgebiete erstellen bzw. fortschreiben und zum Schutz von empfindlichen FFH-Lebensräumen und -Arten umsetzen

Akteure
Fachbehörden bzw. Verwaltungen für den Nationalpark Sächsische Schweiz, den Naturpark Erzgebirge/Vogtland und die Natura 2000-Gebiete des Freistaates Sachsen (LfULG, SBS, BfUL); zuständige Naturschutzbehörden für NSG (insb. UNB)

Beschreibung
Auf Basis der Arbeiten des Interreg-Projekts „Schutzgebietsmanagement im Klimawandel" (HABITCHANGE) und der gewonnenen umfangreichen Erfahrungen in Methodik, Anwendung und Umsetzung sollten von den zuständigen Behörden und Fachbehörden des Naturschutzes (LfULG, SBS, BfUL, UNB) gebietsbezogene Managementpläne für Schutzgebiete des nationalen und internationalen Rechts (NSG, Natura 2000-Gebiete) unter dem Aspekt des Klimawandels fortgeschrieben werden.

Eine kartographische Darstellung ermittelter Sensitivitäten (Habitat-Sensitivitätskarten) in den Schutzgebieten sollte dabei zu einer Erweiterung der bestehenden Managementpläne führen und eine darauf aufbauende, lokal angepasste Maßnahmenplanung ermöglichen. Nach Abschluss des Interreg-Projekts 2013 sollte dazu das gesammelte Wissen auf Schutzgebiete in der Modellregion bzw. im Freistaat Sachsen (z. B. Nationalpark Sächsische Schweiz, Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft, Naturpark Erzgebirge/Vogtland mit seinen Natura 2000-Gebieten, Naturschutzgebiet Königsbrücker Heide) und die hierfür erstellen Management- bzw. Pflege- und Entwicklungspläne angewendet werden. Die Anwendung und Umsetzung sollte zunächst in den Großschutzgebieten von den jeweiligen Gebietsverwaltungen erprobt werden und dann die Anwendbarkeit für kleinere Schutzgebiete geprüft werden. Ziel sollte sein, das Verfahren weiter zu entwickeln, auf die spezifischen Bedürfnisse kleinerer Schutzgebiete anzupassen und auch hier durchzuführen.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Zahlreiche FFH-Arten und –Lebensraumtypen sind empfindlich oder sehr empfindlich gegenüber den Folgen des Klimawandels (Petermann et al. 2007; Schlumprecht et al. 2005, 2006, 2010; Slobodda 2007; UFZ 2010). Diese Schutzgüter können auch in FFH-Gebieten durch den Klimawandel beeinträchtigt werden. Daher ist eine Optimierung der FFH-Gebiete zur Wahrung und Wiederherstellung eines günstigen Erhaltungszustandes von FFH-Arten und -Lebensraumtypen, auch unter den Bedingungen des Klimawandels, erforderlich. In diesem Zusammenhang sind die entsprechenden Managementpläne und deren Fortschreibungen von wesentlicher Bedeutung.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Modellregion weist mit 79.876 ha auf ca. 16,7 % der Fläche Schutzgebiete des NATURA 2000-Sytems (FFH-Gebiete und Vogelschutz-Gebiete) sowie den einzigen sächsischen Nationalpark auf.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Fortschreibung der Managementpläne unter Berücksichtigung des Klimawandels kann auch für den Schutz der Ressourcen Wasser und Boden wesentliche positive Folgen haben (→ Kapitel II.2, z. B. in Bezug auf die → Maßnahmen 2.3.1, 2.5.1, 2.6.2, 2.7.2, 2.7.3). Die Maßnahme ist auch in Verbindung mit und unterstützend zu → Maßnahme 5.3.4 zu sehen.

Zielkonflikte: Die Anpassung an den Klimawandel kann zu innerfachlichen Konflikten (zwischen unterschiedlichen Arten und/oder Lebensraumtypen) und zu Konflikten mit anderen dadurch berührten Flächennutzungen führen.

Grundlagen
Die wesentlichen Möglichkeiten, den Herausforderungen von Schutzgebieten durch den Klimawandel auf der Ebene des einzelnen Gebiets, des Umfelds und des Schutzgebietssystems auf Landesebene zu begegnen, sind in der folgenden Tabelle strukturiert zusammengestellt. Angegeben sind auch die einschlägigen Maßnahmen des Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden mit ihrer jeweiligen Nummer (M x.x.x), die auch in Schutzgebieten und ihrem Umfeld einsetzbar sind.

Tabelle: Möglichkeiten, dem Klimawandel auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen zu begegnen (mit Beispielen für solche Maßnahmen aus diesem Kapitel; Quelle: Bouwma et al. 2012, gekürzte Übersichtstabelle, eigene Übersetzung)

Ziel-Kategorie	Art der Maßnahmen	Im Schutzgebiet	Im Umfeld des Schutzgebiets	Netzwerk-Ebene
Bestehende Belastungen verringern	Wiederherstellungs-Maßnahmen	X M 5.4.1	X	
	Entwicklung von Pufferzonen	X M 5.3.4	X M 5.3.3	
	Erweitern des Schutzgebiets		X	
Die Heterogenität von Ökosystemen verbessern	Verbesserung von strukturellen Gradienten	X	X	
	Zulassen von natürlichen Prozessen	X	X M 5.5.2	
Abiotische Bedingungen aufrecht erhalten	Wasserqualität und –quantität	X M 5.2.1 M 5.3.2	X M 5.2.1 M 5.3.2	
	Nährstoffbalance	X M 5.3.1	X M 5.3.1	
Die Auswirkungen von Extremereignissen bewältigen	Brand	X		
	Flut, Sturm	X M 5.4.2	X M 5.5.2	
Die Vernetzung verbessern, den Biotopverbund fördern	Entwicklung von Korridoren und Trittsteinen	(X)	X M 5.5.1	X M 5.5.1 M 5.5.2 M 5.5.4
	Strukturanreicherung der Normallandschaft		X M 5.5.5 M 5.6.1	X M 5.5.5 M 5.6.1
	Schaffung von neuen Gebieten bzw. von Gebieten für natürliche Entwicklung		X M 5.5.2	X M 5.5.2
	Räumliche Planung		X M 5.6.3	X M 5.6.3

Quellen

BOUMWA, I.M.; VOS, C.; BIEMANS, M.; McIntosh, N.; van APELDOORN, R.; VERDONSCHOT, P. (2012): Guidelines on dealing with the impact of climate change on the management of Natura 2000. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services, 11 July 2012.

PETERMANN, J.; BALZER, S.; ELLWANGER, G.; SCHRÖDER, E.; SSYMANK, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 127-148.

SCHLUMPRECHT, H.; FLEMMING, D.; SCHNEIDER, P.; TUNGER, B.; FORSTING, I.; LÖSER, R. (2005): Folgewirkungen der Klimaänderungen für den Naturschutz – ausgewählte Arten und Ökosysteme (Endbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag des LfUG), Chemnitz.

SCHLUMPRECHT, H.; LAUBE, J.; SCHNEIDER, P.; LÖSER, R. (2006): Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme I (Endbericht zum gleichn. Projekt im Auftrag des LfUG).

SCHLUMPRECHT, H.; BITTNER, T.; JAESCHKE, J.; JENTSCH, A.; REINEKING, B.; BEINERKUHNLEIN, C. (2010): Gefährdungsdisposition von FFH-Tierarten Deutschl. angesichts des Klimawandels - Eine vergleichende Sensitivitätsanalyse. Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (10), 293-303.

SLOBODDA, S. (2007): Klimawandel in Sachsen – Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume und Arten. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 105-126.

UFZ (HELMHOLTZZENTRUM FÜR UMWELTFORSCHUNG) (2010): Erarbeitung einer Konzeption „Monitoring Klima und Biodiversität". Unveröffentlichter Bericht der Vorstudie. Halle.

Zurück zum Programmtext

Voraussichtlich besonders betroffene grundwasserabhängige Ökosysteme gezielt stabilisieren

Akteure
Erstellung fachlicher Grundlagen: Untere Naturschutzbehörden (UNB), Wasser- und Bodenschutz-Behörden, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Vorrangig Umsetzung: Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS), Naturparkverwaltung Erzgebirge/Vogtland, Naturschutzvereinigungen

Beschreibung
Auf der Basis vorliegender räumlicher Darstellungen zur Verbreitung grundwasserabhängiger bzw. insbesondere torfbildender Ökosysteme (SMI 2013, Karte A1.2 Suchraumkulisse Moorrenaturierung; LfULG 2011, Ergebnisse des Projektes SIMON) sowie von Gebieten mit zu erwartenden Beeinträchtigungen des Grundwasserhaushaltes durch den Klimawandel sollten von den Fachplanungen des Boden-, Wasser- und Naturschutzes Maßnahmen zur gezielten wasserhaushaltlichen Stabilisierung besonders betroffener Ökosysteme ergriffen werden (→ Maßnahmen 2.1.2, 2.3.1 und 2.9.1). Zwischen Landnutzern, Kommunal- und Regionalplanung sowie Wasserwirtschaft und Naturschutz sollte umgehend ein Abstimmungsprozess zu den Möglichkeiten einer räumlich differenzierten Moorrenaturierung initiiert werden, um die Erhaltung und Wiederherstellung empfindlicher und seltener Moortypen und die wasserhaushaltlichen Vorteile mit ihrer Funktion als CO_2-Senke (Beitrag zum Klimaschutz) zu kombinieren.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Wasserabhängige Ökosysteme (z. B. Moore, Moorwälder und Klein- und Großseggenriede, Röhrichte) sind besonders empfindlich gegenüber den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels, v. a. sommerlicher Austrocknung (Edom et al. 2008; Petermann et al. 2007; Schlumprecht et al. 2005, 2006; Slobodda 2007). Maßnahmen zum Schutz dieser, bereits jetzt oft hochgradig gefährdeter, Lebensraumtypen sind von sehr hoher Bedeutung, um empfindliche FFH-Arten und -Lebensraumtypen zu erhalten und um negative Auswirkungen des Klimawandels abzupuffern.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Moore und Sümpfe (Klein- und Großseggenriede, Röhrichte) beanspruchen 638 ha der Fläche in der Modellregion (Basis: CIR-Luftbildinterpretation, LfUG 2005), Fließ- und Standgewässer (inkl. Teiche, Talsperren etc.) beanspruchen 5.923 ha.

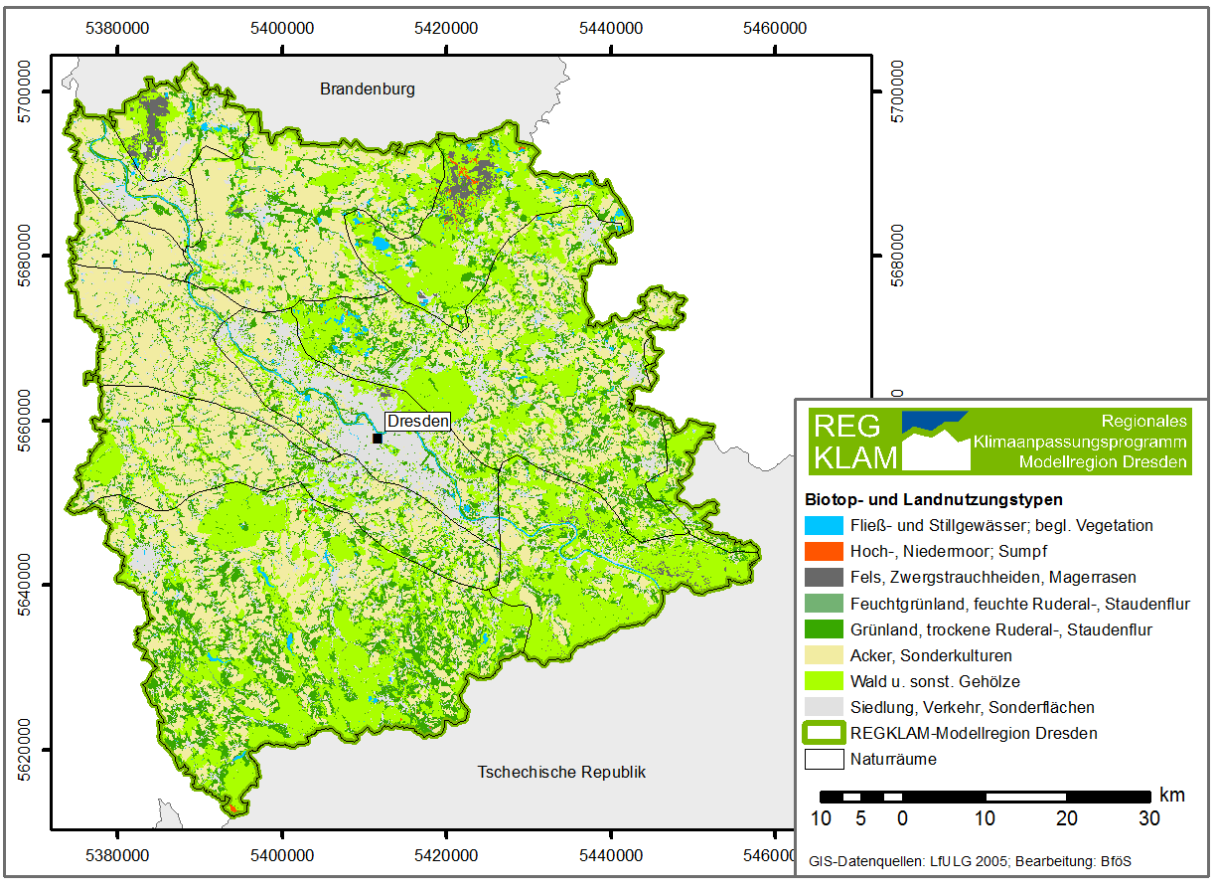
Moore und Sümpfe finden sich in der Modellregion v. a. im Nordosten im Naturraum Königsbrück-Ruhlander Heide und am Lugteich bei Grüngräbchen, nördlich von Dresden (nördlich vom NSG Zschornaer Teichgebiet, am Dammmühlenteich bei Schönfeld) und südlich von Dresden (u. a. im oberen Osterzgebirge). Im Süden der Modellregion liegen einige (teil-)entwässerte Hochmoore im Erzgebirge nahe Seiffen, Zinnwald-Georgenfeld und Fürstenau. In der Region sind sowohl die Tieflagen als auch die Berglagen des Osterzgebirges betroffen.

Vorliegende Erfahrungen und Beispiele mit Pilotcharakter (z. B. Stabilisierung des Saugartenmoores in der Dresdner Heide) sollten fortgeführt und auf weitere Gebiete übertragen werden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Schutzmaßnahmen kommen auch dem Schutzgut Wasser zugute und dienen durch die Speicherung von Kohlenstoff im Torf dem Klimaschutz.

Zielkonflikte: Schutzmaßnahmen können in Konflikt mit der Landnutzung (z. B. Bewässerung von Kulturen) oder der Siedlungsentwicklung (Trinkwasser-Entnahme) treten.

Wasserabhängige und klimawandelsensitive Lebensräume in der Modellregion
Die Abbildung zeigt Bereiche mit Gewässern und wasserabhängigen Lebensräumen (rot: Hoch- und Niedermoore, Sumpf) in der Modellregion: Wasserabhängige Lebensräume sind im Osterzgebirge sowie in Teilen des Naturraums Königsbrück-Ruhlander Heide konzentriert, daneben auch im Nordwesten. Weitere wasserabhängige Lebensräume sind kleinflächig und verstreut zu finden.



Quellen

EDOM, F.; DITTRICH, J.; KESSLER, K.; MÜNCH, A.; PETERS, R. (2008): Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme – Teilprojekt Erzgebirgsmoore (Endbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag des LfUG).

LfUG (2005): CIR-Luftbildinterpretation.

LfULG (Hrsg.) 2011: Sächsisches Informationssystem für Moore und organische Nassstandorte (SIMON). Schriftenreihe Heft 14/2011.

PETERMANN, J.; BALZER, S.; ELLWANGER, G.; SCHRÖDER, E.; SSYMANK, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 127-148.

SCHLUMPRECHT, H.; FLEMMING, D.; SCHNEIDER, P.; TUNGER, B.; FORSTING, I.; LÖSER, R. (2005): Folgewirkungen der Klimaänderungen für den Naturschutz – ausgewählte Arten und Ökosysteme (Endbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag des LfUG), Chemnitz.

SCHLUMPRECHT, H.; LAUBE, J.; SCHNEIDER, P.; LÖSER, R. (2006): Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme I (Endbericht zum gleichn. Projekt im Auftrag des LfUG).

Shape-Datei der Schutzgebiete in Sachsen.

SLOBODDA, S. (2007): Klimawandel in Sachsen – Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume und Arten. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 105-126.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

Zurück zum Programmtext

Die Anwendung von Nutzungsalternativen für wiedervernässte Flächen und die Moor–Revitalisierung fördern

Akteure
Naturschutzbehörden in Abstimmung mit zuständigen Akteuren der Land- und Wasserwirtschaft

Beschreibung
Die Maßnahme bezieht sich auf gegenwärtig bereits stark degenerierte Ökosysteme (LfULG 2011, v. a. Kap 7.3.7) oder auch neu entstehende Ökosysteme (z. B. Abbauflächen mit saurem geologischen Untergrund nach erfolgtem Abbau). Auf Basis der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) sowie der Ergebnisse des Projektes SIMON (LfULG 2011) sollte in der Modellregion erkundet und räumlich konkretisiert werden, welche Moore und Moorwälder bzw. Sümpfe wiederhergestellt werden können und welche einer nachhaltigen Nutzung, die die CO_2-Senkenfunktion fördert, zugeführt werden könnten. Falls eine Wiederherstellung von Mooren, Moorwäldern und Sümpfen nicht mehr möglich ist, sind von Naturschutzbehörden in Abstimmung mit Land- und Wasserwirtschaft in verstärktem Maße die Möglichkeiten für eine (Re-)Vitalisierung zu prüfen sowie ggf. auch für neu entstandene und entstehende Standorte mit geeignetem Wasserhaushalt (z. B. Abbaustellen mit geringem Einschnitt in das Grundwasser, Tagebaue). Dadurch kann zum einen ein Beitrag zur Verbesserung der Pufferfähigkeit von Feuchtgebieten oder von hydrologisch nicht mehr wiederherstellbaren Mooren erreicht werden. Zum anderen kann eine solche Nutzung durch eine Verbesserung der CO_2-Senkenfunktion einen Beitrag zum Klimaschutz erbringen. Mögliche Synergien (z. B. Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Bodenschutz, Naturschutz) sollten hierbei geprüft und bewertet werden. Auch sollten dabei Maßnahmen geprüft und bewertet werden, die derzeit (noch) wenig bekannt erscheinen (z. B. „Paludikultur", also die nasse Bewirtschaftung von Mooren unter Torferhalt bzw. –Neubildung), aber geeignet sind, neben wasserhaushaltlichen Vorteilen durch ihre Funktion als CO_2-Senke auch Beiträge zum Klimaschutz zu erbringen. Vorhandene Erfahrungen und Pilotprojekte sollten genutzt bzw. weitergeführt werden.

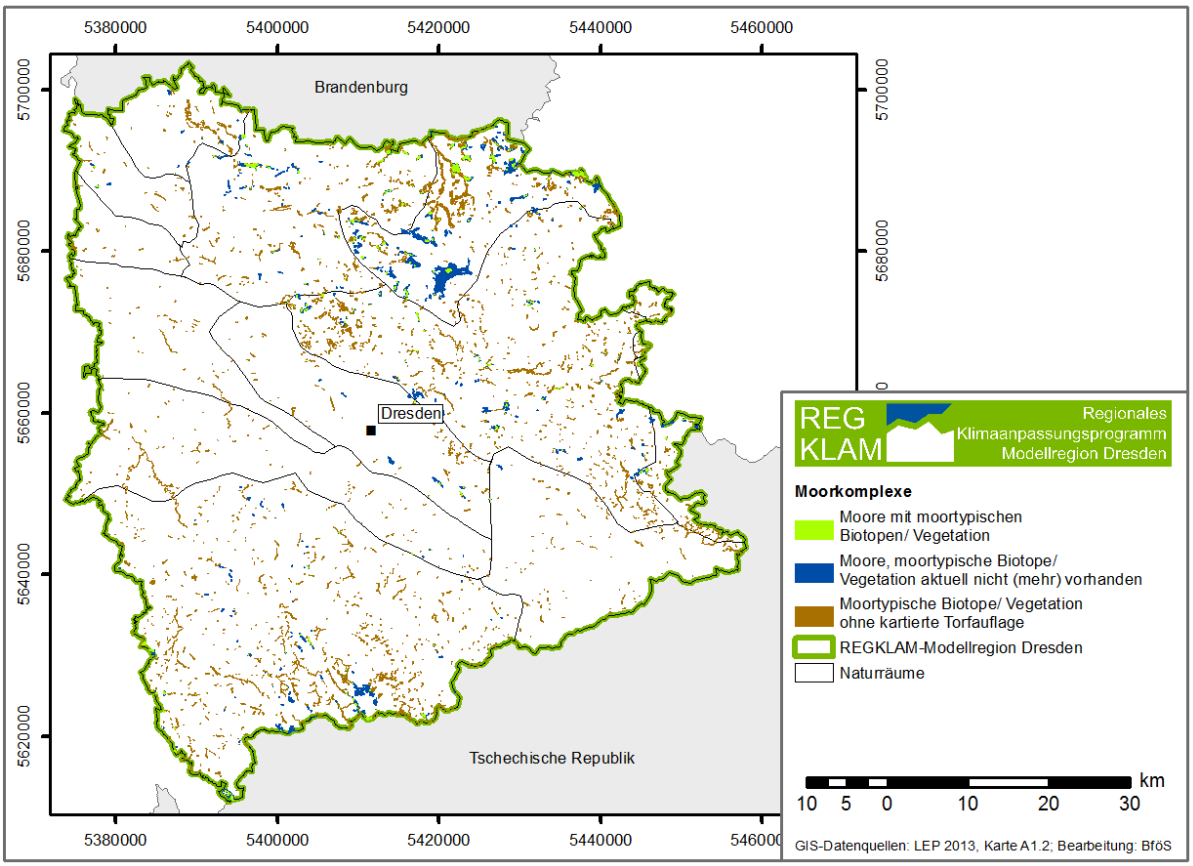
Bezug zum Klimawandel und Priorität
Wasserabhängige Ökosysteme (Moore, Moorwälder, Sümpfe, nasses bis feuchtes Grünland) sind voraussichtlich durch Folgen des Klimawandels wie sommerliche Austrocknung oder Verringerung der klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr besonders gefährdet. Sie beinhalten viele selten gewordene und gefährdete Lebensräume und Arten mit meist sehr spezifischen Lebensraumansprüchen, was sie grundsätzlich besonders sensitiv gegenüber dem Klimawandel macht. Spezielle Maßnahmen der Klimaanpassung sind daher nötig, um ihren Wasserhaushalt zu stabilisieren. Diese Ökosysteme weisen vielfach zusätzlich ein hohes oder sehr hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen auf und können somit zum Klimaschutz beitragen (Drösler et al. 2011, Schäfer 2010).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Moore, Moorwälder und Sümpfe sind in der Modellregion v. a. im Raum Osterzgebirge (z. B. bei Seiffen und Zinnwald) und in Teilen des Naturraums Königsbrück-Ruhlander Heide ausgeprägt. Für die Modellregion liegen bereits Erfahrungen und Beispiele mit Pilotcharakter vor (z. B. Moorrevitalisierung im Waldgebiet am „Verlorenen Teich").

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Maßnahme kann empfindliche und gefährdete Arten und Lebensräume fördern. Sie weist hohes Synergiepotenzial u. a. in Bezug auf den Wasserhaushalt (z. B. Verbesserung der Grundwasserneubildung, → Kapitel II.2) sowie den Klimaschutz (CO_2-Senkenfunktion) auf.

Zielkonflikte: Der Flächenbedarf sowie Maßnahmen in den Einzugsgebieten (Wiedervernässung Moor-Einzugsgebiete) können zu Konflikten mit der Landnutzung führen.

Räumliche Verbreitung von Mooren und organischen Nassstandorten in der Region



	Flächensumme [ha]	Flächenanteil Modellregion Dresden [%]
Fließ- und Stillgewässer	5.923	1,24
Hochmoor, Zwischenmoor	109	0,02
Niedermoor, Sumpf	529	0,11
Feuchtgrünland, feuchte Ruderal- u. Staudenflur	2.270	0,48

Quellen

DRÖSLER, M.; FREIBAUER, A.; ADELMANN, W.;, AUGUSTIN, J.; BERGMANN, L.; BEYER, C.; CHOJNICKI, B.; FÖRSTER, C.; GIEBELS, M.; GÖRLITZ, S.; HÖPER, H.; KANTELHARDT, J.; LIEBERSBACH, H.; HAHN-SCHÖFL, M.; MINKE, M.; PETSCHOW, U.; PFADENHAUER, J.; SCHALLER, L.; SÄGNER, P.; SOMMER, M.; THUILLE, A.; WEHRHAN, M. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien" 2006-2010. Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, 01/2011, Braunschweig.

LfULG (Hrsg.) (2011): Sächsisches Informationssystem für Moore und organische Nassstandorte (SIMON). Schriftenreihe Heft 14/2011.

SCHÄFER, A. (2010): Biodiversität und ökosystemare Leistungen unter den Bedingungen des Klimawandels - Monetarisierung der Ökosystemdienstleistungen von Mooren. BfN-Skript. 274, 38-39.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

Zurück zum Programmtext

Stoffeinträge in wasserabhängige Ökosysteme durch Maßnahmen zum Erosionsschutz vermindern

Akteure
Für Naturschutzgebiete und FFH- und Vogelschutz-Gebiete zuständige Behörden (UNB, LfULG, SBS) sowie die Regionalplanung

Beschreibung
Wasserabhängige Ökosysteme (z. B. Feuchtwiesen und Fließgewässer, Moore, Moorwälder und Klein- und Großseggenriede, Röhrichte) sind vielfach empfindlich gegenüber Nährstoffeintrag (z. B. durch Erosion). Die Vermeidung von Beeinträchtigungen wasserabhängiger Ökosysteme aufgrund erosionsbedingter Stoffeinträge gewinnt durch den Klimawandel aus mehreren Gründen zusätzlich an Bedeutung (siehe unten „Bezug zum Klimawandel und Priorität"). Effektive und zielgerichtete Maßnahmen zum Erosionsschutz können somit wesentliche Beiträge zur Vermeidung stofflicher Belastungen wasserabhängiger Ökosysteme leisten.

Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die Identifikation erosionsgefährdeter und besonders erosionsgefährdeter Gebiete. Dazu kann zum einen auf vielfältige Arbeiten des LfULG zur Bodenerosion zurückgegriffen werden (z. B. SMI 2013, Karte 9, Gebiete mit speziellem Bodenschutzbedarf). Zusätzlich sollten vorhandene Modellierungstools zur Bodenerosion angewendet werden (→ Maßnahme 3.3.4). Die Identifikation erosionsgefährdeter Gebiete sollte vorrangig in der Gebietskulisse mit landesweit bedeutsamen Biotopverbund-Flächen (LfULG 2012), in FFH- und SPA-Gebieten und in Naturschutzgebieten und ihrem Umfeld systematisch durchgeführt und weiter räumlich konkretisiert werden (Erhöhung der räumlichen Auflösung der Modellierungstools), um die Voraussetzungen für eine Berücksichtigung in relevanten Planwerken (Regionalplan, Landschaftsplan) oder fachlich begründeten Gebietskulissen für entsprechende Fördermaßnahmen zu schaffen bzw. zu verbessern. Die Identifikation erosionsgefährdeter Gebiete sollte zusätzlich auch in Konzentrationsbereichen wasserabhängiger Biotoptypen außerhalb von Schutzgebieten durchgeführt werden.

Die so identifizierten Gebiete sollten in entsprechend relevanten Planwerken (Regionalplan, Landschaftsplan) oder fachlich begründeten Gebietskulissen für entsprechende Fördermaßnahmen berücksichtigt bzw. ausgewiesen werden. Im Landesentwicklungsplan ist in diesem Zusammenhang u. a. vorgesehen, Gebiete mit besonderer Erosionsgefährdung (wie ackerbaulich genutzte Hangmulden mit reliefbedingter Abflusskonzentration und Steillagen) als „sanierungsbedürftige Bereiche" auszuweisen (SMI 2013, S. 109).

Die Bewirtschaftung der so identifizierten Flächen sollte, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Raumansprüche, entsprechend angepasst werden. Zugehörige Aussagen und Handlungsempfehlungen zur Koordination der Raumansprüche finden sich u. a. in → Kapitel II.2 und in → Kapitel II.3, wo auch die einschlägigen Einzelmaßnahmen beschrieben sind. Um Erosionsschutzmaßnahmen möglichst zielorientiert umzusetzen bzw. um möglichen Konflikten entgegenzuwirken und Synergien nutzen zu können, ist eine räumliche Priorisierung notwendig. Als eine wesentliche Grundlage zur zielgerichteten Konzentration von Erosionsschutzmaßnahmen wurde für die Modellregion eine räumliche Übersicht erosionsgefährdeter Ackerflächen in Hanglagen erarbeitet. Dabei erfolgte eine Differenzierung in „gefährdete Flächen" sowie „stark gefährdete Flächen.

Die Maßnahme sollte zu einer Weiterentwicklung der Regelungen zur Bewirtschaftung naturschutzfachlich wertvoller (v. a. wasserabhängiger) Flächen führen. Das kann Spezifizierungen der „guten fachlichen Praxis" (z. B. § 17 Bundes-Bodenschutzgesetz, § 3 Pflanzenschutzgesetz, Düngeverordnung) oder bestehender Förderrichtlinien (z. B. RL AuW/2007) beinhalten (→ Maßnahme 5.6.1). Dabei ist zu prüfen, inwieweit für die „stark erosionsgefährdeten Flächen" sowie in funktional bedeutsamen Einzugsgebieten eine über Maßnahmen einer erosionsmindernden Ackerbewirtschaftung (→ Kapitel II.3) hinausgehende Umwandlung in Grünland oder Wald zu fordern und forcieren ist (→ Kapitel II.2, z. B. → Maßnahme 2.7.2 zu Gewässerrandstreifen), wenn dies naturschutzfachlich zur Erhaltung gegenüber dem Klimawandel sensitiver gefährdeter Arten oder Lebensraumtypen erforderlich ist. Hierbei ist ggf. auch das Erosionsschutzkonzept für die Region Dresden (→ REGKLAM-Produkt 3.3.1b) zu berücksichtigen.

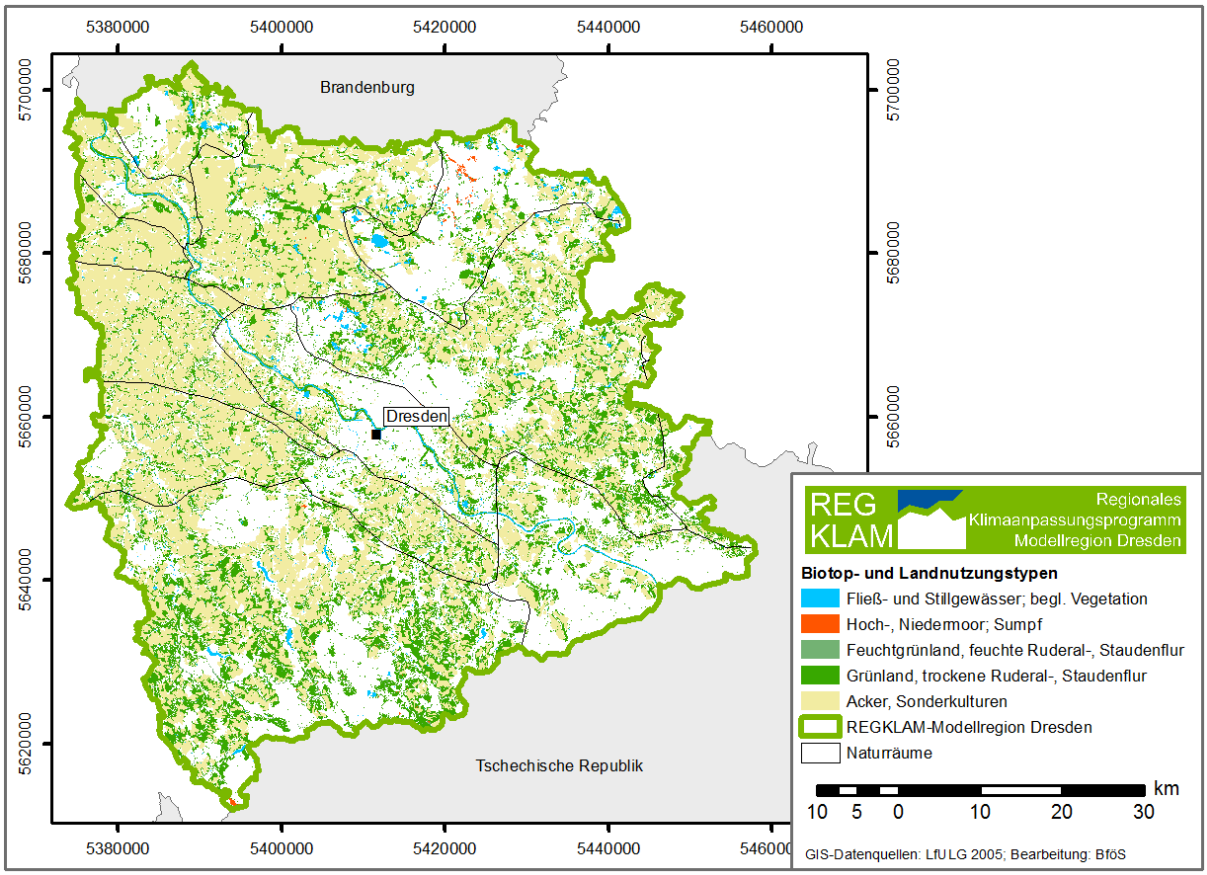
Bezug zum Klimawandel und Priorität
Gegenwärtige Trends weisen auf eine Zunahme von Extremereignissen wie längeren Trockenperioden oder starken Niederschlägen durch den Klimawandel hin. Insbesondere ausgetrocknete Böden unterliegen einem erhöhten Erosionsrisiko bei Starkniederschlägen, was die Gefahr von Stoffeinträgen in wasserabhängige Ökosysteme erhöht. Um eine hohe biologische Vielfalt dieser Ökosysteme (mit ihren meist zahlreichen empfindlichen und geschützten Lebensräumen und Arten) sowie ihr hohes Potenzial zur CO_2-Speicherung (Klimaschutz) zu erhalten, sind entsprechende Schutzmaßnahmen von sehr hoher Bedeutung.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Fließ- und Standgewässer (inkl. Teiche, Talsperren etc.) bedecken 5.923 ha, Feuchtgrünland und feuchte Staudenfluren 2.270 ha, und Moore und Sümpfe 638 ha, und damit zusammen ca. 0,13 % der Fläche in der Modellregion (Größe 477.266 ha) (Basis: CIR-Luftbildinterpretation, LfUG 2005). Fließgewässer und Feuchtgrünland kommen in der gesamten Modellregion zerstreut vor. Moore und Sümpfe finden sich in der Modellregion v. a. im Nordosten (Naturraum Königsbrück-Ruhlander Heiden) und im südöstlichsten Teil der Modellregion (Hochlagen des Osterzgebirges).

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Erosionsschutzmaßnahmen können auch zum Schutz von Siedlungsbereichen und Infrastrukturen in Nachbarschaft stark erosionsgefährdeter Gebiete beitragen, wobei auch die Regionalplanung aktiv ist. Erosionsschutzmaßnahmen kommen weiterhin auch dem Schutzgut Wasser zugute (→ Maßnahmen 2.7.2 und 2.7.3). Gleichzeitig beinhalten ausgewählte Erosionsschutzmaßnahmen (→ Maßnahmen 3.3.2 und 3.3.3) Potenziale zur Erhöhung der landschaftstrukturellen Vielfalt, welche durch räumlich gezieltes Umsetzen zur Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen betroffener Arten bzw. Populationen beitragen können (→ Maßnahme 5.6.1).

Zielkonflikte: Die Anwendung von Verfahren konservierender Bodenbearbeitung als Anpassungsmaßnahme der Landwirtschaft kann zu einem erhöhten Bedarf für Pflanzenschutzmaßnahmen führen. Dies kann bei unsachgemäßer Ausgestaltung zu Konflikten führen (z. B. zu → Ziel 5.6). Ansatzpunkte diesem Konflikt entgegenzuwirken finden sich in den → Maßnahmen 5.6.1 bzw. 3.3.1.

Gewässer, wasserabhängige Lebensräume sowie (als zumindest potenziell erosionsanfällig anzusehenden) Ackerflächen und Sonderkulturen in der Modellregion.



Quellen

LfUG (2005): CIR-Luftbildinterpretation.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben, geplanter Abschlusstermin Herbst 2012. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

RL AUW/2007: Richtlinie des Sächsischen Staatministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung von flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen und der ökologischen Waldmehrung im Freistaat Sachsen (Förderrichtlinie Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung – RL AuW/2007). URL: http://www.smul.sachsen.de/foerderung/94.htm [Zugriff am 21.02.2012].

Shape-Datei der Schutzgebiete in Sachsen.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

REGKLAM-PRODUKT 3.3.1b: Erstellung eines Erosionsschutzkonzepts.

Zurück zum Programmtext

Die Voraussetzungen für eine wasserabhängige Ökosysteme nicht beeinträchtigende Nutzung der Grundwasserressourcen schaffen

Akteure
Regional- und Fachplanung, für Naturschutzgebiete sowie FFH- und Vogelschutz-Gebiete zuständige Behörden (Untere Naturschutzbehörden, LfULG, SBS) sowie zuständige Wasserbehörden

Beschreibung
Um negative Auswirkungen durch den Klimawandel insbesondere für wasserabhängigen Ökosysteme so weit wie möglich zu vermeiden, ist durch die in Genehmigungsverfahren beteiligten Behörden sowie Wasserverbände bzw. Trinkwasserversorgungsunternehmen sicher zu stellen, dass Eingriffe in den Landschaftswasserhaushalt nicht zu einer zusätzlichen Belastung dieser Ökosysteme, v. a. wenn sie in Schutzgebieten liegen, führen. Das betrifft auch eine mögliche Ausweitung der Bewässerung als sektorale Maßnahme der Landwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel (→ Kapitel II.3, insbesondere → Maßnahmen 3.1.1, 3.7.3, 3.8.1). Neben vielfältigen Einzelmaßnahmen der Landwirtschaft zur Verminderung der Notwendigkeit zur Bewässerung (ebenda) wird auch eine Flexibilisierung der Steuerung der Grundwasserentnahme angestrebt (→ Kapitel II.2, insbesondere → Maßnahme 2.9.1).

Die Maßnahme kann durch regionalplanerische Instrumente (z. B Vorranggebiet/Vorbehaltsgebiete Arten- und Biotopschutz, Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen) vorsorgend unterstützt werden. Im Landesentwicklungsplan ist in diesem Zusammenhang vorgegeben, Gebiete mit zu erwartenden Beeinträchtigungen des Grundwasserhaushaltes durch den Klimawandel als „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen" festzulegen (SMI 2013, G 4.1.1.19, Z 4.1.2.1, S. 110) sowie Gebiete mit einem hohen Anteil grundwasserabhängiger Ökosysteme im Landschaftsrahmenplan auszuweisen und entsprechende Maßnahmenvorschläge zu formulieren (SMI 2013, S. 179). Diese Vorgaben sollen mit der Maßnahme detailliert und räumlich konkretisiert werden.

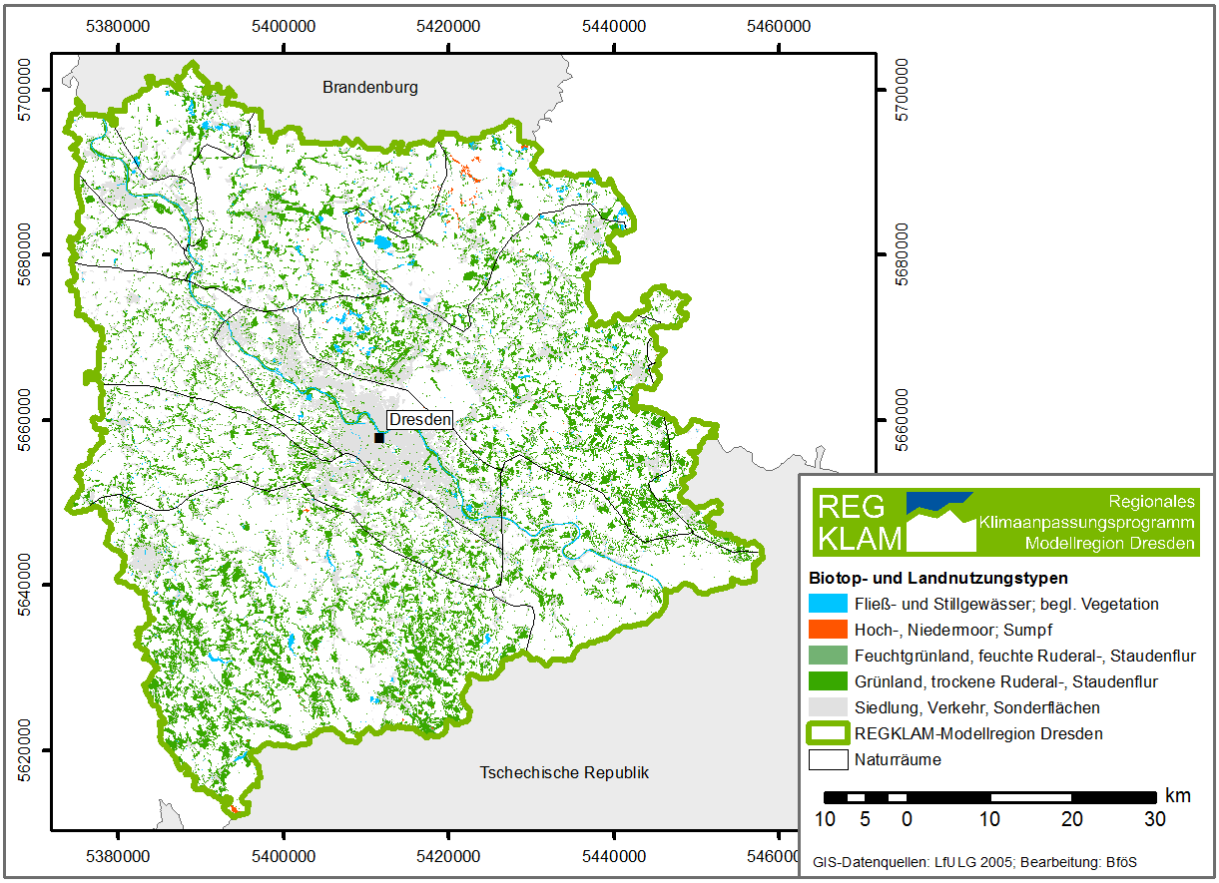
Bezug zum Klimawandel und Priorität
Wasserabhängige Ökosysteme werden durch den Klimawandel erwartungsgemäß am stärksten betroffen sein (z. B. durch sommerliche Austrocknung, Verringerung der klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr). Um negative Auswirkungen auf diese Ökosysteme abzupuffern und ihre biologische Vielfalt (mit meist zahlreichen empfindlichen und geschützten Lebensräumen und Arten) zu fördern sowie ihr hohes Potenzial zur CO2-Speicherung (Klimaschutz) zu nutzen, sind entsprechende Schutzmaßnahmen von sehr hoher Bedeutung. Dies gilt umso mehr, da bereits jetzt viele stark gefährdete wasserabhängige Biotoptypen (wie Moore und Sümpfe, Feuchtwiesen und Klein- und Großseggenriede oder Röhrichte) durch nutzungsbedingte Absenkungen des Grundwasserstandes stark beeinträchtigt sind.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Wasserabhängige Ökosysteme (z. B. Feuchtgrünland, Moore und Sümpfe) sind in der Modellregion (Gesamtfläche: 477.266 ha) zwar nicht häufig (Niedermoore: 529 ha, Hochmoore und Moorwälder: 109 ha, Feuchtgrünland, feuchte Staudenfluren: ca. 2.270 ha), weisen aber eine sehr hohe naturschutzfachliche Bedeutung auf. Fließ- und Standgewässer umfassen 5.923 ha.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Maßnahme weist vielfältige Synergien mit Maßnahmen zum Schutz der Ressource Wasser (→ Kapitel II.2) auf.

Zielkonflikte: Die Maßnahme kann in Konflikt mit der landwirtschaftlichen Nutzung (z. B. Bewässerung von Kulturen, → Kapitel II.3) oder der Siedlungsentwicklung (Trinkwasserentnahme) treten.

Wasserabhängige und klimawandelsensitive Lebensräume in der Modellregion
Bereiche mit Gewässern und wasserabhängigen Lebensräumen sind in der Abbildung für die Modellregion dargestellt (rot: Hoch- und Niedermoore, Sumpf; blau: Fließ- und Standgewässer). Fließ- und Standgewässer sind dabei im Osterzgebirge sowie in Teilen der Naturräume Königsbrück-Ruhlander Heide und Elsterwerda-Herzberger Elsterniederung konzentriert, daneben auch im Nordwesten des Westlausitzer Hügel- und Berglandes. In diesen Naturräumen sind auch die Mehrzahl der Hoch- und Niedermoore sowie Sümpfe zu finden. Kleinflächige wasserabhängige Lebensräume kommen verstreut in der Modellregion vor.



	Flächen-summe [ha]	Flächenanteil Modellregion Dresden [%]
Fließ- und Stillgewässer	5.923	1,24
Hochmoor, Zwischenmoor	109	0,02
Niedermoor, Sumpf	529	0,11
Fels, Zwergstrauchheiden, Magerrasen	5.206	1,09
Feuchtgrünland, feuchte Ruderal- u. Staudenflur	2.270	0,48
Grünland, trockene Ruderal- u. Staudenflur	81.775	17,12
Acker, Sonderkulturen	185.779	38,89
Wald u. sonstige Gehölze	134.814	28,22
Siedlung, Verkehr und Sonderflächen	61.332	12,84

Quellen
LfUG (2005): CIR-Luftbildinterpretation.

Shape-Datei der Schutzgebiete in Sachsen.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

Zurück zum Programmtext

Schutzgebiete um „Pufferzonen" erweitern

Akteure
Für FFH- und Vogelschutz-Gebiete sowie Naturschutzgebiete zuständige Naturschutzbehörden (UNB) und Naturschutzfachbehöden (LfULG, SBS).

Beschreibung
Zur Verminderung negativer Randeffekte und zur Verbesserung des Erhaltungszustands sind durch die zuständigen Naturschutzbehörden und Naturschutzfachbehörden (insb. LfULG bzw. SBS als Amt für Großschutzgebiete) mittelfristig die Möglichkeiten für die Einrichtung von „Pufferzonen" im Umfeld bestehender Schutzgebiete zu prüfen, v. a. als Übergangszonen zu intensiv genutzten Bestandteilen der Landschaft. Auf Basis der Unterlagen zur Identifikation von Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) sowie spezifischen Informationen zu den Naturschutzgebieten Sachsens (SMUL 2008) sollten diejenigen Bereiche ermittelt werden, für welche für die Schutzgebiete eine solche Abpufferung gegen Randeinflüsse, die sich mit dem Klimawandel verschärfen können (z. B. Nährstoffeintrag, Erosion, Wassermangel oder -entzug), vorrangig anzustreben ist. Hierbei sollte darauf geachtet werden, mit diesen Pufferzonen die Biotopverbundplanung zu fördern, um wertvolle Biotoptypen, Pflanzengesellschaften oder sensitive FFH-Lebensraumtypen erhalten und ihren Erhaltungszustand verbessern zu können (Bouwma et al. 2012).

Die Maßnahme dient dazu, die Populationen naturschutzfachlich wertvoller Arten in den Schutzgebieten von negativen Wirkungen aus dem Umfeld abzupuffern, so dass sie in den Schutzgebieten auch langfristig einem guten Erhaltungszustand halten bzw. erreichen und große Populationen aufbauen können. Nur so stehen ausreichend viele Individuen bereit, um neue Gebiete erschließen und sich somit den sich ändernden Klimabedingungen räumlich anpassen zu können. Hierzu müssen die Lebensbedingungen in den Schutzgebieten so verbessert werden, dass keine negativen Randeinflüsse die wertvollen Populationen beeinträchtigen (Bouwma et al. 2012).

Weiterhin sollten die Möglichkeiten zur Steuerung der Landbewirtschaftung in solchen Pufferzonen ausgelotet werden und mit weiteren Aspekten des Ressourcenschutzes (v. a. Wasser, Boden) abgestimmt werden (→ Kapitel II.2, z. B. → Ziele 2.3 und 2.8). Hierbei sollten auch die Anwendungsmöglichkeiten bestehender (bzw. künftig darauf aufbauender) Förderrichtlinien (z. B. RL NE/2007) genutzt werden. Die Möglichkeiten einer planerischen Festlegung (z. B. die im Landesentwicklungsplan vorgesehene Ausweisung von Vorbehaltsgebieten Arten- und Biotopschutz als Pufferzonen um die gleichnamigen Vorranggebiete im Regionalplan (SMI 2013, G 4.1.1.15 und Z 4.1.1.16, S. 116) sollten eruiert werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Durch die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels ist mit der Zunahme negativer Einwirkungen auf Schutzgebiete auch aus deren Umland zu rechnen. Das kann in der Modellregion insbesondere Beeinträchtigungen des Gebietswasser- oder Stoffhaushaltes von wasserabhängigen Ökosystemen betreffen, vorrangig im Zusammenhang mit der Landnutzung. Eine bessere „Pufferung" der entsprechenden Ökosysteme und Habitate (v. a. nährstoffarme Moore, Feuchtwiesen, Stand- und Fließgewässer) sowie die Verminderung negativer Einwirkungen sind anzustreben, um den Erhaltungszustand von Arten und Lebensräumen in den Schutzgebieten zu erhalten und zu verbessern. Auch auf Pufferzonen wirkt der Klimawandel und sowohl Pufferzonen als auch Schutzgebiete werden entsprechend möglichen klimatischen Veränderungen ausgesetzt sein.

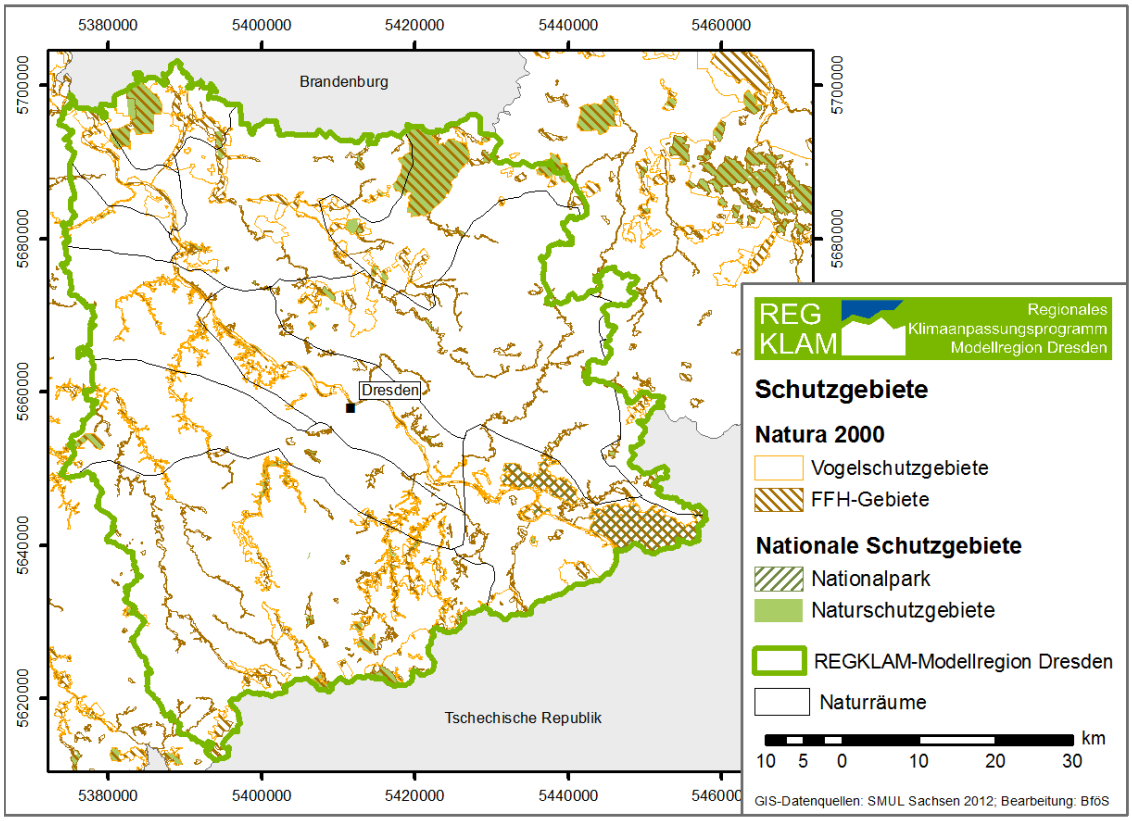
Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Modellregion verfügt über einen leicht überdurchschnittlichen Anteil an FFH-Gebieten im Vergleich zum restlichen Sachsen. Schwerpunkte der Schutzgebiete liegen im Naturraum in den Hochlagen des Osterzgebirges und in der Sächsischen Schweiz, sowie im Nordosten und Nordwesten der Modellregion im Tiefland (z. B. Teile der Elsterwerda-Herzberger Elsterniederung und der Königsbrück-Ruhlander Heide). Langgestreckte, schmale Schutzgebiete ziehen sich entlang der Täler in den zentralen Teilen der Modellregion im Mittelsächsischen Lösshügelland, dem Mulde-Lösshügelland und Teilen der Dresdner Elbtalweitung. Relativ wenig Schutzgebietsflächen sind im Westlausitzer Hügel- und Bergland zu finden.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die möglichen Pufferzonen dienen grds. auch dem Boden- und Gewässerschutz.

Zielkonflikte: Die Einrichtung von Pufferzonen kann in Konflikt mit Zielen in den Bereichen Landnutzung, Freizeit und Erholung, infrastrukturelle Einrichtungen Verkehr und Siedlungswesen treten.

Darstellung der Schutzgebiete in der Modellregion
Die Naturschutzgebiete umfassen 15.561,9 ha, die Vogelschutzgebiete 67.282,7 ha, die FFH-Gebiete 52.540,0 ha. Der Nationalpark Sächsische Schweiz umfasst 9.350 ha Fläche. Für sich einzeln betrachtet, bedecken Vogelschutzgebiete 14,10 %, FFH-Gebiete 11,01 %, Naturschutzgebiete 3,26 % und der Nationalpark Sächsische Schweiz 1,96 % der Gesamtfläche der Modellregion. Diese Schutzgebietstypen überschneiden sich vielfach.

Die Naturschutzgebiete und der Nationalpark Sächsische Schweiz liegen innerhalb von Natura 2000-Gebieten. Diese bestehen aus FFH- und Vogelschutzgebieten, welche sich ebenfalls überschneiden. Natura 2000-Gebiete (FFH- und Vogelschutzgebiete) umfassen ca. 79.876 ha und damit 16,74 % der Gesamtfläche, d. h. leicht über dem sächsischen Durchschnitt von 15,9 %.



Quellen
BOUMWA, I.M.; VOS, C.; BIEMANS, M.; McINTOSH, N.; VAN APELDOORN, R.; VERDONSCHOT, P. (2012): Guidelines on dealing with the impact of climate change on the management of Natura 2000. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services, 11 July 2012.

LfUG (2005): CIR-Luftbildinterpretation.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

Shape-Datei der Schutzgebiete in Sachsen.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013. (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

SMUL (Hrsg.) (2008): Naturschutzgebiete in Sachsen. Dresden, Selbstverlag. 720 S.

Zurück zum Programmtext

Innerhalb von FFH-Gebieten wertvolle Bestandteile gegenüber negativen Randeinflüssen abpuffern

Akteure
Naturschutzfachbehörden (LfULG, SBS), Naturschutzbehörden (UNB)

Beschreibung
Zur Verminderung negativer Randeffekte auf FFH-Lebensraumtypen und –Arten sind durch die Naturschutzbehörden und –Fachbehörden (insb. LfULG bzw. SBS als Amt für Großschutzgebiete) mittelfristig die Möglichkeiten für eine Abpufferung von empfindlichen FFH-Lebensraumtypen zu prüfen, v. a. in Übergangszonen zu intensiv genutzten Bestandteilen in FFH-Gebieten. Auf der Basis der bestehenden Managementpläne, des Reliefs und von Wassereinzugsgebieten sollten die FFH-Lebensraumtypen und Habitate der FFH–Arten ermittelt werden, für die in FFH-Gebieten eine Abpufferung gegenüber Randeinflüssen, die sich mit dem Klimawandel verschärfen können (z. B. Nährstoffeintrag, Erosion, Wassermangel oder -entzug), vorrangig anzustreben ist. Ziel ist, FFH-Lebensraumtypen und Habitate der FFH-Arten in einen günstigen Erhaltungszustand zu versetzen oder hierin beibehalten zu können. Gefährdungen und potenziell beeinträchtigende Nutzungen und Randeinflüsse sollten minimiert werden (Bouwma et al. 2012; Hodgson et al. 2009, 2011).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Nährstoffarme Lebensraumtypen und wasserabhängige Ökosysteme (z. B. Moore, Moorwälder und Klein- und Großseggenriede, Röhrichte) beinhalten überdurchschnittlich viele gefährdete Arten und Lebensräume. Sie sind zentrale Flächen Kernflächen des Naturschutzes, deren Schutz von besonderer Bedeutung für die Klimaanpassung ist (Bouwma et al. 2012). Sie können durch negative Randeinflüsse (z. B. Nährstoffeintrag, Erosion, Wassermangel oder –entzug), die sich voraussichtlich durch den Klimawandel verschärfen werden, besonders gefährdet werden. Die Erhaltung und Wiederherstellung von intakten Habitaten ist eine wesentliche Voraussetzung der Klimaanpassung für Arten, da nur aus vitalen Beständen ein Populationsüberschuss für Wanderungen und Ausbreitung zur Verfügung steht (Hodgson et al. 2009, 2011).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
FFH-Gebiete stellen zwar 11,01 % der Fläche der Modellregion, in den FFH-Gebieten sind jedoch meist nur kleine Anteile FFH-Lebensräume. Diese unterliegen Randeinflüssen durch die übliche Landnutzung sowohl innerhalb als auch außerhalb der FFH-Gebiete. Für die FFH- und Vogelschutz-Gebiete der Modellregion liegen Managementpläne vor, deren reguläre Fortschreibungen für die Maßnahme genutzt werden können.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Fortschreibung der Managementpläne unter Berücksichtigung des Klimawandels kann auch für den Schutz der Ressourcen Wasser und Boden wesentliche positive Folgen haben. Die Maßnahme ist in Verbindung mit und unterstützend zu → Maßnahme 5.1.2 zu sehen.

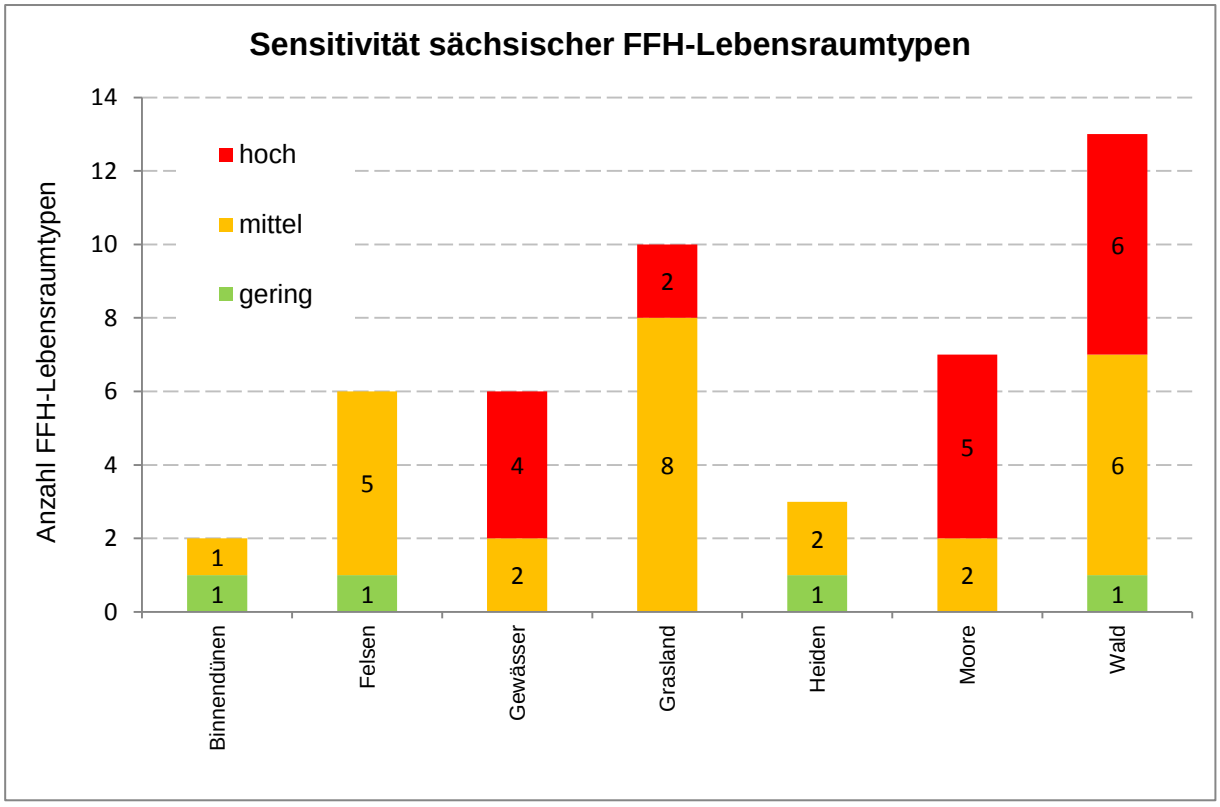
Zielkonflikte: Der Flächenbedarf von Pufferzonen rund um Schutzgebiete (→ Maßnahme 5.3.3) oder die Extensivierung von Bereichen entlang von FFH-Lebensraumtypen (→ Maßnahme 5.3.4) kann zu Konflikten mit der Landnutzung bzw. Intensivierung der Landnutzung führen.

Darstellung der Schutzgebiete in der Modellregion
Die Naturschutzgebiete in der Modellregion umfassen ca. 15.562 ha, die Vogelschutzgebiete ca. 67.283 ha, die FFH-Gebiete 52.540 ha. Der Nationalpark Sächsische Schweiz umfasst 9.350 ha Fläche. Für sich einzeln betrachtet, bedecken Vogelschutzgebiete 14,10 %, FFH-Gebiete 11,01 %, Naturschutzgebiete 3,26 % und der Nationalpark Sächsische Schweiz 1,96 % der Gesamtfläche der REGKLAM-Modellregion. Diese Schutzgebietstypen überschneiden sich jedoch vielfach.

Die Naturschutzgebiete der Modellregion Dresden (SMUL 2008) und der Nationalpark Sächsische Schweiz liegen innerhalb von Natura 2000-Gebieten. Diese bestehen aus FFH- und Vogelschutzgebieten, welche sich ebenfalls überschneiden. Natura 2000-Gebiete umfassen in der Modellregion Dresden ca. 79.876 ha und damit 16,74 % der Gesamtfläche der Modellregion. Damit liegt die Modellregion leicht über dem sächsischen Durchschnitt von 15,9 %.

Einstufung der Sensitivität der 47 in Sachsen vorkommenden FFH-Lebensraumtypen gegenüber dem Klimawandel

Gemäß Peterman et al. (2007) sind v. a. bei Gewässern, bei bestimmten Grasland- und Moortypen sowie bestimmten Waldtypen mehrere gegenüber dem Klimawandel hochgradig sensitive FFH-Lebensraumtypen, während bei Felsen, Binnendünen und Heiden gering- oder mittelsensitive Lebensraumtypen überwiegen. Maßnahmen zur Klimaanpassung sollten sich daher insbesondere mit den hochgradig sensitiven FFH-Lebensraumtypen (z. B. oligo- bis mesotrophe oder dystrophe Stillgewässer, Fließgewässer mit Unterwasservegetation, Hoch- und Niedermoore, Kalktuffquellen, Erlen-, Eschen- und Weichholzauenwälder, Hartholzauenwälder, Schlucht- und Hangmischwälder, montane natürliche Fichtenwälder) und vergleichbaren Rote-Liste-Biotopen beschäftigen.



Quelle: eigene Auswertung, auf Basis des Katalogs der sächsischen FFH-Lebensraumtypen (http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/natur/8062.htm)

Quellen

BOUMWA, I.M.; VOS, C.; BIEMANS, M.; McINTOSH, N.; VAN APELDOORN, R.; VERDONSCHOT, P. (2012): Guidelines on dealing with the impact of climate change on the management of Natura 2000. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services, 11 July 2012. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/N2_CC_guidelines.pdf [Zugriff am 13.12.2012].

HODGSON, J.A.; MOILANEN, A.; WINTLE, B.A. & THOMAS, C.D. (2011): Habitat area, quality and connectivity: striking the balance for efficient conservation. Journal of Applied Ecology 48, 148-152.

HODGSON, J. A.; THOMAS, C. D.; WINTLE, B. A.; MOILANEN, A. (2009): Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. Journal of Applied Ecology 46, 964-969.

PETERMANN, J.; BALZER, S.; ELLWANGER, G.; SCHRÖDER, E.; SSYMANK, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 127-148.

SMUL (Hrsg.) (2008): Naturschutzgebiete in Sachsen. Dresden, Selbstverlag. 720 S.

Zurück zum Programmtext

Klimasensitive Ökosysteme mit hoher Bedeutung für den Naturschutz als CO_2-Senke schützen und ihre Klimaschutzfunktion ausbauen

Akteure
Regional- und Kommunalplanung sowie Naturschutzbehörden und -Fachbehörden (inkl. der für FFH- und Vogelschutz-Gebiete zuständigen Ämter, insb. LfULG bzw. SBS)

Beschreibung
Im Rahmen der nächsten Fortschreibungen der Regionalpläne ist zu prüfen, wie gegenüber dem Klimawandel besonders empfindliche Ökosysteme, die gleichzeitig auch eine hohe Bedeutung als CO_2-Senke haben oder Gebiete mit sehr hohen und hohen Kohlenstoffvorräten sind, durch Einführung adäquater Kriterien für die Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten erhalten und vor nachteiligen Nutzungsänderungen geschützt werden können. Möglichkeiten können sich z. B. durch Ausweisungen als „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen" (SMI 2013, G 4.1.1.19, Z 4.1.2.1, S. 109-110) ergeben. Weiter ist zu prüfen und räumlich zu konkretisieren, wie eine Aktivierung landnutzungsbedingter CO_2-Minderungspotenziale in Kombination mit den Belangen Naturschutz und Schutz des Landschaftswasserhaushalts erreicht werden kann, z. B. durch räumlich differenzierte Nutzungsänderungen oder –extensivierungen (v. a. Moore, Feuchtgrünland) oder durch Waldmehrung (SMUL 2013, Entwurf für neue sächsische Waldstrategie). Kriterien für eine standortverträgliche Land- und Forstwirtschaft als Beitrag zur CO_2-Minderung sollten in Abstimmung zwischen den einschlägigen Fachbehörden und Landnutzern ergänzt und konkretisiert werden (Jensen et al. 2011, SRU 2012). Bei künftigen Fortschreibungen der Fachbeiträge Naturschutz und Landschaftspflege einschließlich der Leitbilder für Natur und Landschaft in der Regionalplanung sollten entsprechende Aspekte auf ihren Ergänzungs- und Integrationsbedarf hin geprüft werden. Auf der Basis entsprechender Gebietskulissen (z. B. zur Moorrenaturierung und zu alten Wäldern) sollten gebietsbezogene Umsetzungskonzepte erarbeitet werden.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Maßnahme zielt auf hochgradig gefährdete und empfindliche Pflanzengesellschaften und Lebensräume. Insbesondere Moore, Moorwälder, Sümpfe, nasses bis feuchtes Grünland und alte Wälder beinhalten häufig sehr gefährdete Biotoptypen und sind häufig als besonders empfindlich gegenüber dem Klimawandel (z. B. Änderungen der klimatischen Wasserbilanz) einzuschätzen.

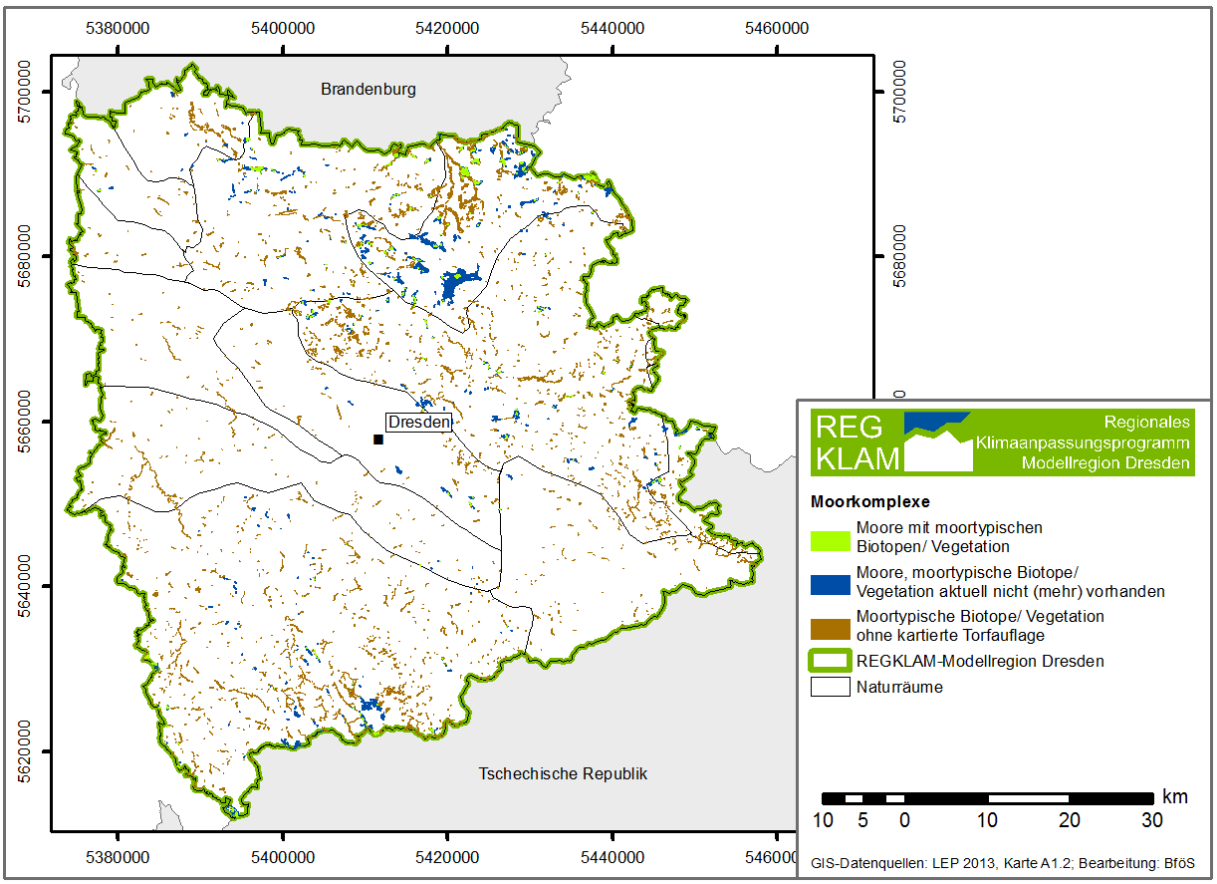
Viele dieser Ökosysteme weisen gleichzeitig ein hohes oder sehr hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (CO_2-Senkenleistung) auf. Der volkswirtschaftliche Nutzen der Renaturierung von Mooren zur Verbesserung ihres CO_2-Bindungsvermögens ist immens (SRU 2012). Welche Menge an CO_2-Äquivalenten auf einem renaturierten Moor eingespart werden kann, hängt von der Art des Moores und der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung ab (SRU 2012). Die Literaturangaben variieren von Einsparpotenzialen an CO_2-Äquivalenten von 6 t/ha/Jahr (Grünland extensiv) bis 32 t/ha/Jahr (Grünland intensiv) (Drösler et al. 2011). Schäfer (2010) kommt zu einer Reduktion von CO_2-Äquivalenten in Höhe von 24 t/ha/Jahr.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Moore, Moorwälder und Sümpfe sind in der Modellregion v. a. im Raum Osterzgebirge (z. B. bei Seiffen, Zinnwald) und in Teilen des Naturraums Königsbrück-Ruhlander Heide ausgeprägt.

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Maßnahme hat neben direkten naturschutzfachlich positiven Wirkungen (Erhaltung und Förderung gefährdeter Lebensräume) auch ein hohes Synergie-Potenzial zum Schutz der Ressourcen Wasser und Boden (Holsten et al. 2009) sowie ein hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (Klimaschutz).

Zielkonflikte: Der Flächenbedarf zur Moor-Renaturierung oder die Extensivierung bzw. Wiedervernässung von Einzugsgebieten kann zu Konflikten mit der Landnutzung (bzw. Intensivierung der Landnutzung) sowie zu Konflikten mit der Trinkwassergewinnung (insb. wenn sich Moore, wie bspw. im Erzgebirge, im Einzugsgebiet von Talsperren befinden) führen.

Räumliche Verbreitung von Mooren und organischen Nassstandorten in der Region



Quellen

DRÖSLER, M.; FREIBAUER, A.; ADELMANN, W.;, AUGUSTIN, J.; BERGMANN, L.; BEYER, C.; CHOJNICKIi, B.; FÖRSTER, C.; GIEBELS, M.; GÖRLITZ, S.; HÖPER, H.; KANTELHARDT, J.; LIEBERSBACH, H.; HAHN-SCHÖFL, M.; MINKE, M.; PETSCHOW, U.; PFADENHAUER, J.; SCHALLER, L.; SCHÄGNER, P.; SOMMER, M.; THUILLE, A.; WEHRHAN, M. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien" 2006-2010. Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, 01/2011. Braunschweig.

HOLSTEN, A.; VETTER, V.; VOHLAND, K.; KRYSANOVA, V. (2009): Impact of climate change on soil moisture dynamics in Brandenburg with a focus on nature conservation areas. Ecological Modelling 220 (17), 2076-2087.

JENSEN, R.; LANDGRAF, L.; LENSCHOW, U.; PATERAK, B.; PERMIEN, T.; SCHIEFELBEIN, U.; SORG, U.; THORMANN, J.; TREPEL, M.; WÄLTER, T.; WREESMANN, H.; ZIEBARTHh, M. (2011): Positionspapier: Potenziale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz – Gemeinsame Position der Länderfachbehörden von Brandenburg, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen, Dresden.

SMUL (2013): Waldstrategie 2050, Kabinettsvorlage, 5.3.2013, Dresden

SCHÄFER, A. (2010): Biodiversität und ökosystemare Leistungen unter den Bedingungen des Klimawandels - Monetarisierung der Ökosystemdienstleistungen von Mooren. BfN-Skript. 274, 38-39.

SRU (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN) (2012): Umweltgutachten 2012: Verantwortung in einer begrenzten Welt, 694 S., Berlin.

Zurück zum Programmtext

Klimaanpassung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes fördern und mit sonstigen positiven Waldfunktionen kombinieren

Akteure
Regional- und Landschaftsplanung, Fachplanungen der Forstwirtschaft (insb. forstliche Rahmenplanung) und des Naturschutzes (bspw. Schutzgebietsmanagementplanungen)

Beschreibung
Von der forstlichen Rahmenplanung sollten die Waldfunktionskarten unter dem Aspekt Klimaanpassung aktualisiert werden, damit sie von Regional- und Kommunalplanung im Rahmen der jeweiligen nächsten Fortschreibung in die Planwerke eingearbeitet werden können. Hierbei sollten spezifische Empfindlichkeiten (z. B. Gefährdung empfindlicher Arten und Lebensraumtypen des Waldes, daneben auch Waldbrandgefahr, Trockenstress etc.) beurteilt werden, sodass entsprechende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete planerisch festgelegt werden können.

Mögliche Ausweisungskriterien für entsprechende Vorrang- und Vorbehaltsgebiete (SMI 2013, z. B. Z 4.2.2.2: Schutz des vorhandenen Waldes, Z: 4.2.2.1: Waldmehrung, Z 2.2.1.8: regionale Grünzüge) sollten in Schwerpunktbereichen des Schutzes sensitiver Arten (Rote Liste-Arten, FFH-Arten), Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen des Waldes, in den identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und in der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) in Verbindung mit regional bedeutsamen Grundwasser- und Frischluftentstehungsgebieten und Gebieten zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts oder der Retentionsleistung angewendet werden.

Bei Waldmehrungs- oder Umbaumaßnahmen ist insbesondere in solchen Gebietskulissen verstärkt auf die Verwendung naturschutzfachlich geeigneter (i. d. R. heimischer) Herkünfte sowie insgesamt auf die Etablierung einer hohen Strukturvielfalt Wert zu legen (vgl. auch Aussagen zum Waldaufbau in der sächsischen Waldstrategie 2050, SMUL 2013). Weiterhin sind mögliche Potenziale vorhandener Flurgehölze auch als Refugialbiotope für standorttypische Pflanzen- und Tierarten zu berücksichtigen bzw. zu nutzen.

Auf der Basis entsprechender Gebietskulissen (Bestand und Eignung von alt- und totholzreichen Wäldern) sollten von Naturschutz und Forstwirtschaft in Abstimmung mit dem biotischen und abiotischen Ressourcenschutz (v. a. Boden, Wasser) gebietsbezogene Umsetzungskonzepte erarbeitet werden, die Synergien zwischen Anforderungen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes generieren können. Das kann insbesondere eine Erhöhung der Umtriebszeiten, des Bestandesvorrats, des Totholzanteiles und der Humusbildung in Waldböden umfassen. Das kann auch beinhalten, dass durch Sturmschäden betroffene Flächen verstärkt als Entwicklungsflächen für den Naturschutz genutzt werden (→ Maßnahme 5.5.2).

Für den Freistaat Sachsen wurden im Rahmen des Projektes spezifische Waldumbaudringlichkeiten ermittelt (→ Maßnahmenblätter 3.11.2, 3.12.1). Diese basieren zum einen auf der Klassifikation klimarelevanter Gefährdungen (bspw. Borkenkäferbefall, Trockenstress, Sturm- und Windwurf, Waldbrand; → REGKLAM-Produkt 3.3.2a), zum anderen auf der Darstellung der Potenziale für bestimmte Waldfunktionen (Wasser- und Bodenschutz, Klima- Landschafts- und soziale Schutzfunktionen; → REGKLAM-Produkt 3.3.2b). Im Rahmen der vorgeschlagenen Erstellung bzw. Umsetzung entsprechender Vulnerabilitätsanalyse (→ Maßnahme 5.1.1) sollte geprüft werden, wie die Erkenntnisse zum (insbesondere ökologischen) Waldumbau zur Nutzung von Synergien mit den hier verfolgten Zielen genutzt werden können.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Zahlreiche Arten und Lebensraumtypen des Waldes sind als empfindlich bzw. besonders empfindlich (z. B. Au- und Moorwälder) gegenüber dem Klimawandel einzuschätzen (v. a. gegenüber Änderungen der klimatischen Wasserbilanz). Zudem weisen insbesondere alte und Moorwälder ein hohes bis sehr hohes Kohlenstoff-Bindungsvermögen (CO_2-Senkenleistung) auf.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Wälder finden sich auf 28 % der Fläche der Modellregion Dresden. Die räumliche Verteilung hat Schwerpunkte im Süden (Hochlagen des Osterzgebirges; Sächsische Schweiz) und Nordosten (Na-

turraum Königsbrück-Ruhlander Heiden). Ein Beispiel für Entwicklungsflächen nach Sturmereignissen ist das „Seifersdorfer Tal" am nordöstlichen Rand von Dresden.

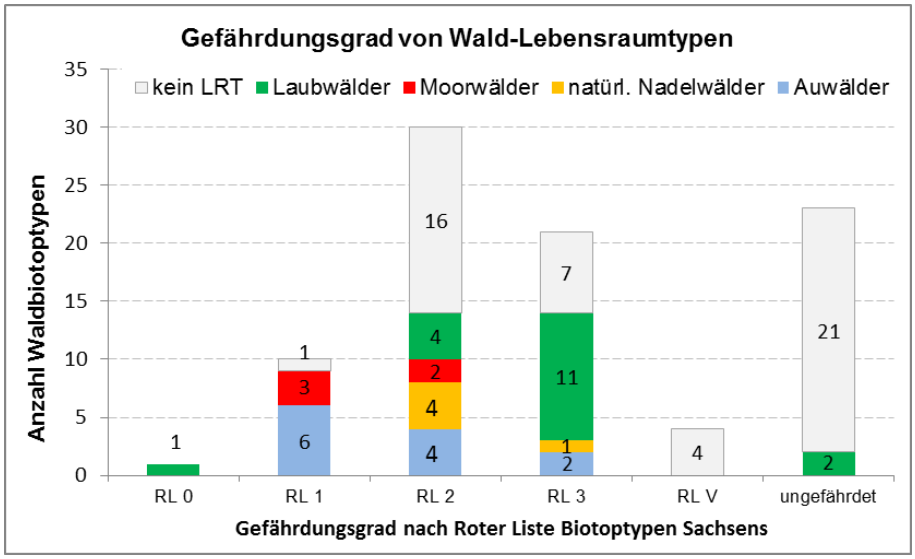
Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Bei dieser Maßnahme bestehen in Bezug auf den ökologischen Waldumbau zahlreiche Potenziale für Synergien zwischen dem Naturschutz und vielfältigen Zielen einer multifunktional ausgerichteten Forstwirtschaft (bspw. zum Klimaschutz).

Zielkonflikte: Die Maßnahme kann zu Konflikten mit der Forstwirtschaft führen, z. B. bei der Baumartenwahl sowie der Intensität der Nutzung (→ Kapitel II.3).

Gefährdungssituation der Waldtypen Sachsens
In der Roten Liste (RL) der Biotoptypen Sachsens (LfULG 2011) werden 90 Waldtypen Sachsens in ihrem Gefährdungsgrad beurteilt (Abbildung). Ein Teil dieser Wälder sind auch Lebensraumtypen (LRT) der FFH-Richtlinie, wobei für die Auswertung vier Hauptgruppen von FFH-LRT unterschieden wurden. Bei den ungefährdeten Waldtypen sind nur wenige (2) FFH-Wald-LRT vertreten.

Die Mehrzahl der naturnahen und natürlichen Waldtypen Sachsens (30) ist nach der Roten Liste stark gefährdet, hier sind 14 FFH-LRT-Waldtypen sowie 16 nicht in der FFH-Richtlinie verzeichnete Waldtypen (v. a. Bruchwälder, Eichenwälder und natürliche Kiefernwälder trocken-warmer Standorte) zu finden. Gefährdet sind weiter 14 Wald-Biotoptypen der FFH-Richtlinie, dazu kommen in dieser Kategorie RL 3 noch 7 Wald-Biotoptypen, die nicht in der FFH-Richtlinie aufgeführt sind.

Die gegenüber dem Klimawandel als besonders sensitiv eingeschätzten Au- und Moorwälder weisen bereits jetzt eine prekäre Gefährdungssituation vor: Auwald-FFH-LRT sind überwiegend vom vollständigen Verlust (RL 1: 6 Typen) bedroht oder stark gefährdet (RL 2: 4 Typen), ungefährdete Auwaldtypen gibt es nicht mehr. Moorwaldtypen der FFH-Richtlinie sind stark gefährdet (2) oder vom vollständigen Verlust bedroht (3). Die Erhaltung und Wiederherstellung von Mooren und Moorwäldern sowie von naturnahen Fließgewässern mit ihren Auwäldern ist daher eine vordringliche Maßnahme.



Quellen
LfULG (2011): Biotoptypen: Rote Liste Sachsens. Selbstverlag, Dresden.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

SMUL (2013): Waldstrategie 2050, Kabinettsvorlage, 5.3.2013: Dresden

REGKLAM-PRODUKT 3.3.2a: Entwicklung einer standörtlich basierten Risikokartierung.

REGKLAM-PRODUKT 3.3.2b: Potenzialabschätzung für einzelne Waldfunktionen und Vorrangfunktionen.

Zurück zum Programmtext

Identifizierte Kernflächen des Biotopverbundes als Basis für eine Gebietskulisse für die Unterstützung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen planerisch berücksichtigen und entwickeln

Akteure
Landes-, Regional- und Kommunalplanung

Beschreibung
Auf Basis des Landesentwicklungsplanes Sachsen ist die Gebietskulisse für den Biotopverbund in den Fortschreibungen der Regionalpläne mit Anteil an der REGKLAM-Modellregion (Planungsregionen Chemnitz, Oberlausitz-Niederschlesien, Oberes Elbtal/Osterzgebirge) zu konkretisieren und zügig auf kommunaler Ebene (z. B. Landschaftsplanung und Flächennutzungsplanung) umzusetzen.

Insbesondere die vom LfULG erarbeiteten Unterlagen zur Identifikation von Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und die Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) sollten dazu als Grundlage verwendet werden. Hierbei sind Talräume und klimatische Gradienten vorrangig zu berücksichtigen. Neben den bisherigen Schwerpunkten Auen und Wald (LfUG 2007) sollte den Mooren bzw. der Moor-Renaturierung, den Feuchtgebieten, den Fließgewässern und ihren Talräumen sowie auch den Trockenstandorten besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden (Abbildungen auf den folgenden Seiten). Weiterhin sind die Zielstellungen und Handlungsgrundsätze auf Landesebene (LfUG 2007) und das „Lebensraumverbundsystem für großräumig lebende Wildtiere mit natürlichem Wanderungsverhalten" (SMI 2013, Karte 8) einzubeziehen. Solche „Wanderungs- oder Anpassungskorridore" sollten die bestehenden überregionalen Bezüge und Anknüpfungspunkte (LfUG 2007, Abbildung 7; Fuchs et al. 2010 zu bundesweiten und internationalen Biotopverbundachsen) sowie die aus überregionaler Sicht ermittelte Differenzierung ökologischer Anspruchstypen (Wald, Offenland trocken und feucht, nach Reich et al. 2012) berücksichtigen und weiterentwickeln.

Zwischen den Akteuren aus Landesplanung, Regionalplanung, Naturschutz und den Trägern der kommunalen Landschaftsplanung bzw. Flächennutzungsplanung sollte ein Abstimmungsprozess in Gang kommen, mit dem Ziel, die landesweiten Zielstellungen der Gebietskulisse für einen Biotopverbund in der Modellregion unter besonderer Berücksichtigung der Klimaanpassung konkret auf der Ebene der Kommunen umsetzen zu können, d. h. von der Ebene des landesweiten Biotopverbund über die regionale Ebene mittelfristig eine schrittweise inhaltliche und räumliche Konkretisierung bis hin zu einem funktionierenden Biotopverbund auf kommunaler Ebene zu erreichen.

Insbesondere die forcierte Umsetzung in der Landschaft ist anzustreben, einschließlich der Schaffung neuer Entwicklungsflächen und Trittsteine (→ Maßnahme 5.5.2) und der Beseitigung bestehender (→ Maßnahme 5.6.3) bzw. des Verhinderns des Entstehens neuer Barrieren (→ Maßnahme 5.5.4). Zur Etablierung eines funktionsfähigen Biotopverbundes sind die entsprechenden Flächen planerisch zu sichern, z. B. als Vorrangflächen und Vorbehaltsflächen „Arten- und Biotopschutz" auf der Ebene der Regional- und Landschaftsplanung (SMI 2013, Z 4.1.1.16, Anhang A1: Kapitel 2.2.2.2).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die Sicherung und Förderung von Biotop-Verbundsystemen gilt als eine der zentralen Anpassungsmaßnahmen. Zudem weist die Modellregion einen hohen Anteil an Talräumen auf, die wichtige Achsen des Biotopverbundes darstellen können. Zur Klimaanpassung ist die beschleunigte Umsetzung des Biotopverbundes notwendig, wie bereits im Jahr 2008 vom Sächsischen Landtag (Umsetzung eines Landesprogrammes und Schaffung des Biotopverbundes bis 2015, Beschluss vom 30.05.2008 zur Drs.-Nr. 4/11671) formuliert. Gemäß Landesentwicklungsplan (SMI 2013, Anhang A1: Kapitel 2.5.2.2) ist die Biotopverbundplanung unter Berücksichtigung der Erfordernisse, die sich durch den Klimawandel ergeben, konsequent weiterzuentwickeln, damit Ausweich- und Wanderungsbewegungen der Arten, deren Habitate sich durch den Klimawandel verschieben können, in bioklimatisch zusagende Räume gewährleistet werden. Die identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) sind von der Landschaftsrahmenplanung als Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Arten- und Biotopschutz einzubringen (SMI 2013, Z 4.1.1.15, Anhang A1: Kapitel 2.5.2.2 und FZ 21).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung

In der Modellregion gibt es auf verschiedenen räumlichen Ebenen Bestrebungen bzw. Planungen zur Einrichtung von Biotopverbundsystemen (Freistaat Sachsen; Regionalplanung; Kommunen, z. B. aktuelle Fortschreibung des Flächennutzungsplanes der Landeshauptstadt Dresden). Die Modellregion ist geprägt durch viele Talräume, die zur Elbe ziehen, einer landesübergreifenden Achse des Biotopverbundes und durch einen ausgeprägten Höhengradienten vom Erzgebirge ins Tiefland und weist daher günstige Ausgangsvoraussetzungen für den Biotopverbund auf (Abbildung 1). In der Darstellung der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes im Landesentwicklungsplan (SMI 2013, Karte 7) wird insbesondere die intensive Vernetzungsfunktion von Fluss- und Bachauen bzw. Tälern in der Modellregion deutlich.

Synergien und Zielkonflikte

Synergien: Maßnahmen des Biotopverbundes (z. B. die Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern) dienen oft auch dem abiotischen Ressourcenschutz (→ Kapitel II.2, → Ziel 2.5).

Zielkonflikte: Der Flächenbedarf für Gestaltungsmaßnahmen oder die Extensivierung von Teilflächen kann zu Konflikten mit der Landnutzung bzw. der Intensivierung der Landnutzung führen.

Gebietskulisse für einen Biotopverbund unter besonderer Berücksichtigung des Klimaanpassungsbedarfs ausgewählter Ökosystemtypen

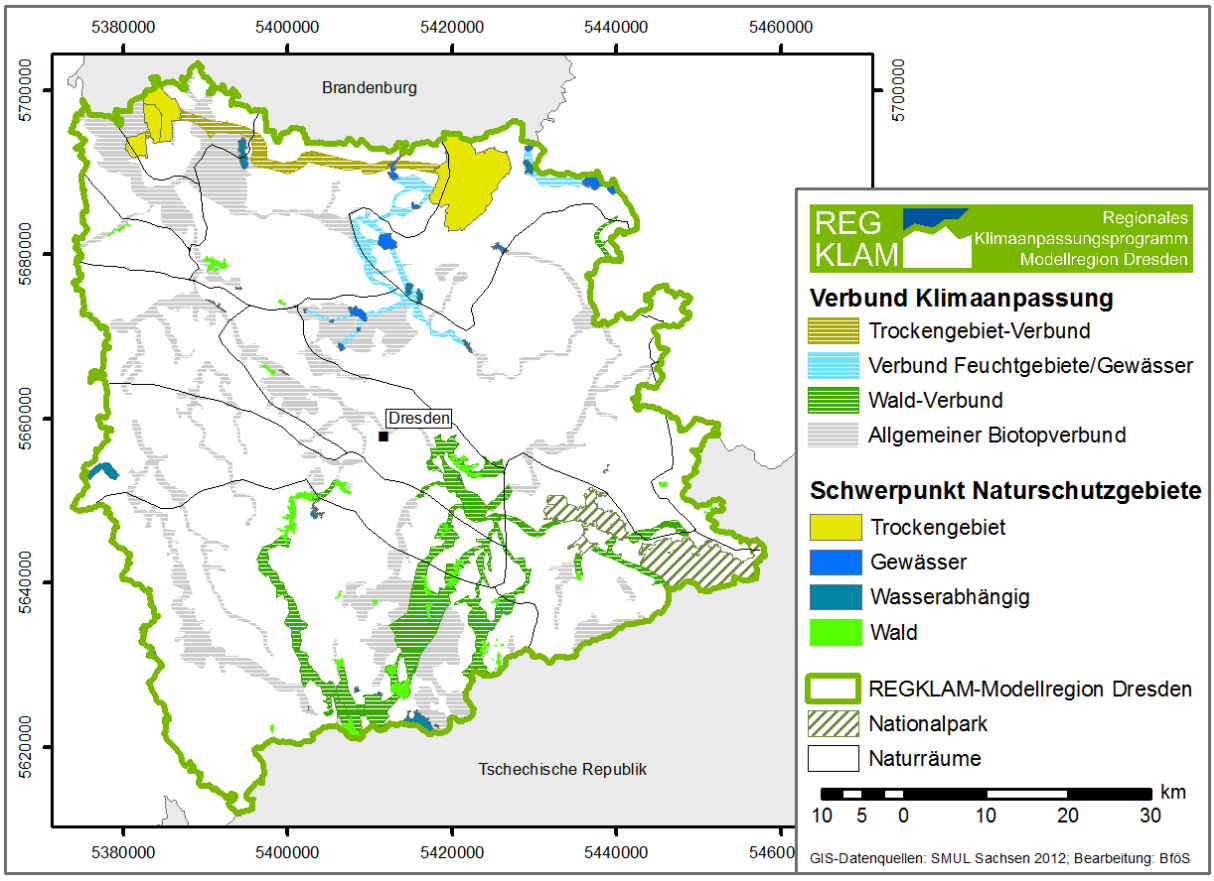


Abbildung 1: Gebietskulisse für einen Biotopverbund unter besonderer Berücksichtigung des Klimaanpassungsbedarfs ausgewählter Ökosystemtypen (Basis: SMI 2012, Karte 7)

Überblick über regionale und überregionale Biotopverbund-Achsen

Neben den in Abbildung 2 dargestellten überregionalen und landesübergreifenden Biotopverbund-Achsen (Talraum Elbe, Erzgebirgskamm; LfUG 2007; SMI 2013, Karte 7) stellen in der Modellregion viele Fließgewässer mit ihren Talräumen, die meist zur Elbe fließen, die Grundlage für regionale Biotopverbund-Achsen dar (Abbildung 3). Sie verbinden eine große Zahl von Schutzgebieten und reichen häufig vom Tiefland bis ins Mittelgebirge, d. h. stellen klimatische Gradienten bereit, die zur Klimaanpassung beitragen können. In solchen Bereichen sind die Verringerung von Barrieren und die Verbesserung des aquatischen und terrestrischen Biotopverbundes von vorrangiger Bedeutung.

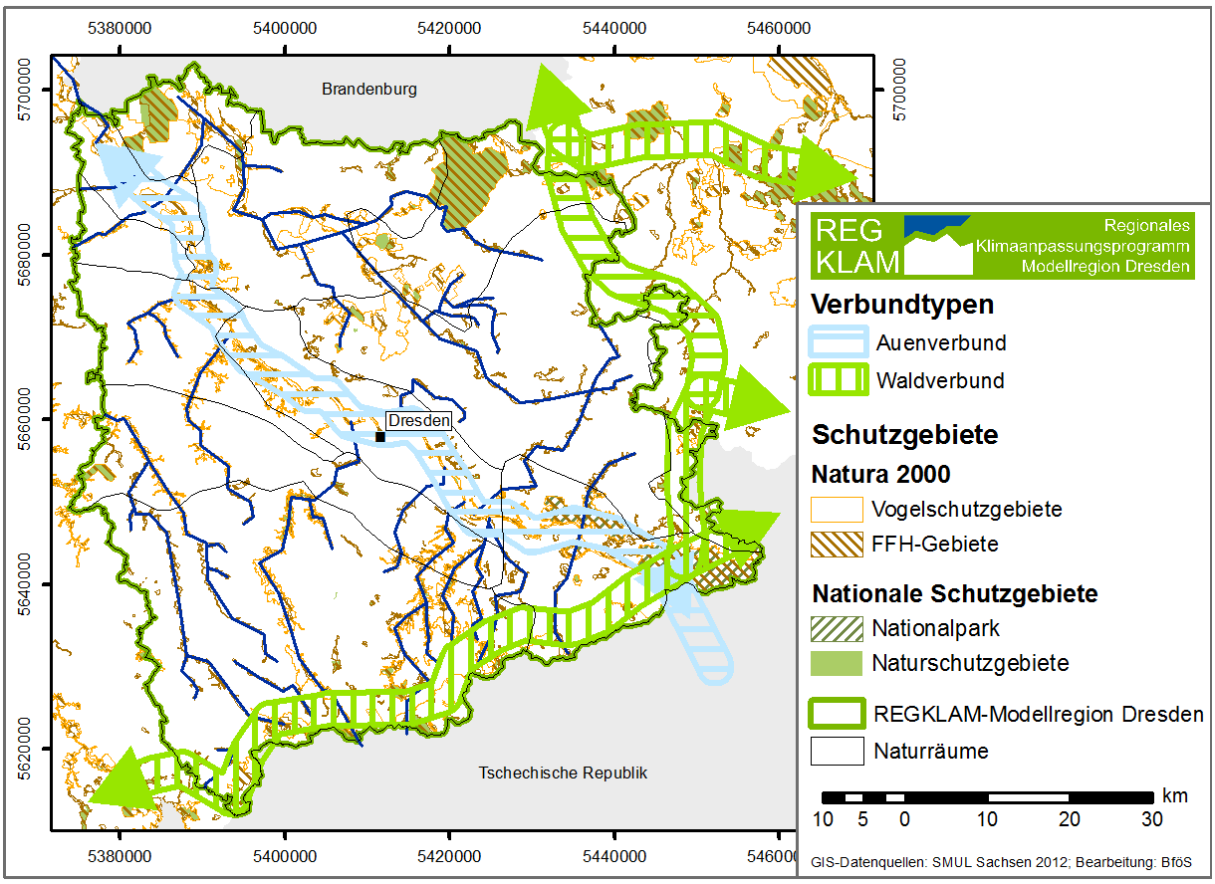


Abbildung 2: Darstellung der überregionalen und landesübergreifenden Biotopverbund-Achsen (Talraum Elbe, Erzgebirgskamm; LfUG 2007; SMI 2013, Karte 7)

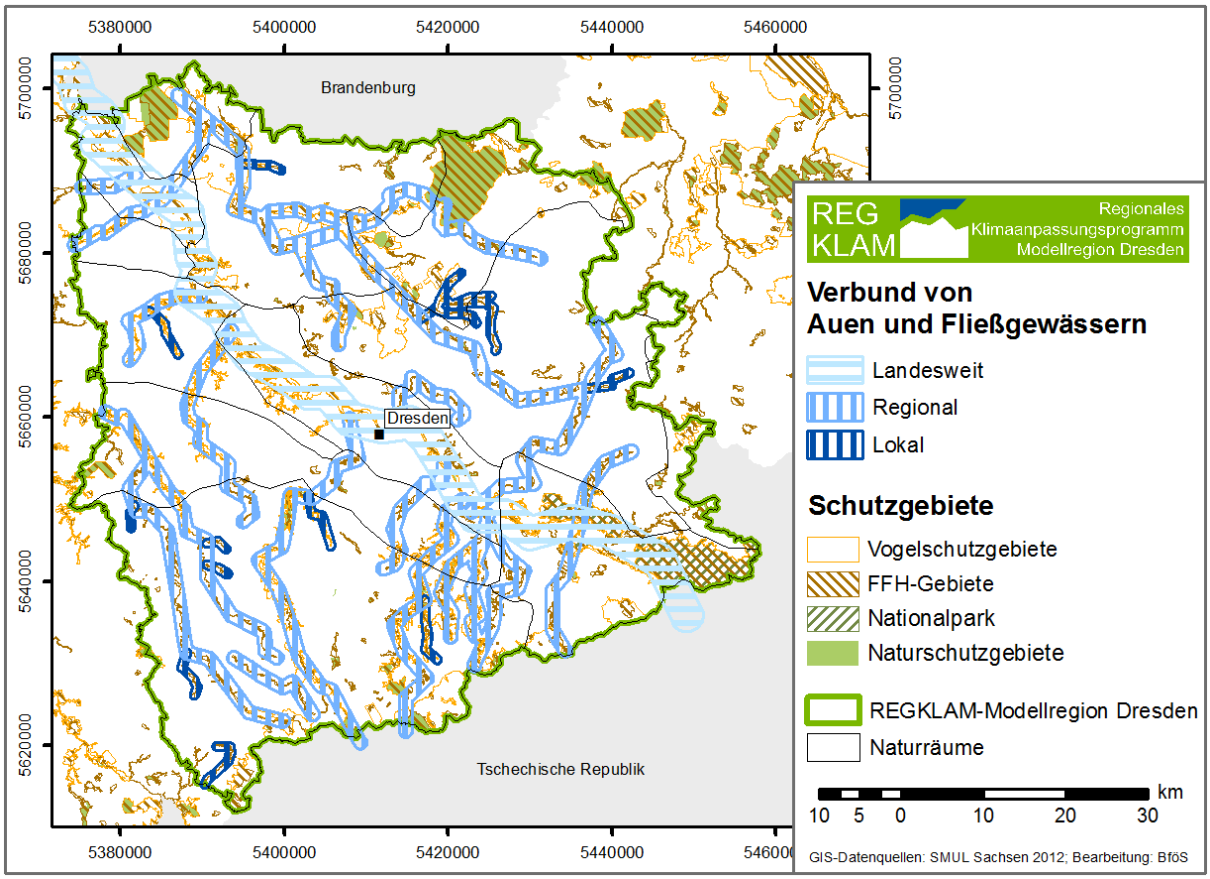


Abbildung 3: Darstellung des Verbundes von Auen und Fließgewässern in Bezug auf die Lage wichtiger Schutzgebiete in der REGKLAM-Modellregion

Quellen

FUCHS, D.; HÄNEL, K.; LIPSKI, A. (2011): Länderübergreifender Biotopverbund in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt 96. 192 S. Landwirtschaftsverlag: Münster.

LfUG (2005): CIR-Luftbildinterpretation.

LfUG (Hrsg.) (2007): Fachliche Arbeitsgrundlagen für einen landesweiten Biotopverbund im Freistaat Sachsen - Pilotphase -. Autoren: Steffens, R.; Bangert, U.; Jenemann, K. Redaktionsschluss: November 2007: Dresden.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

REICH, M.; RÜTER, S.; PRASSE, R.; MATTHIES, S.; WIX N.; ULLRICH, K. (2012): Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel? Naturschutz und Biologische Vielfalt 122, 170 S. Landwirtschaftsverlag: Münster.

Shape-Datei der Schutzgebiete in Sachsen.

SMI (2012): Landesentwicklungsplan 2012, Entwurf für das Beteiligungsverfahren gemäß §§ 9 und 10 ROG in Verbindung mit § 6 Abs. 2 SächsLPlG (Kabinettsbeschluss vom 20. Dezember 2011).

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen): Dresden.

Zurück zum Programmtext

Entwicklungsflächen und Trittsteine bereitstellen, entwickeln und in den Biotopverbund einbeziehen

Akteure
Regional- und Landschaftsplanung

Beschreibung
Für einen funktionierenden Biotopverbund sind neben Kernflächen (z. B. NSG, FFH-Gebiete) auch Entwicklungsflächen (im Umfeld von Schutzgebieten) und Trittsteine (zwischen Schutzgebieten; z. B. Biotope, Kleinstrukturen in agrarisch genutzten Gebieten sowie weitere Kulturlandschaftselemente) erforderlich, um klimawandelbedingte Wanderungen und Ausweichbewegungen für betroffene Arten bzw. Populationen zu ermöglichen (Bouwma et al. 2012, Huntley 2007).

Entwicklungsflächen erfüllen zum Zeitpunkt ihrer Ausweisung noch nicht die Kriterien für Schutzgebiete, aber erscheinen geeignet, künftig einen solchen Status erreichen zu können (ggf. auch durch geeignete Entwicklungsmaßnahmen). Die in solchen Gebieten ablaufenden Entwicklungsprozesse können mittelfristig zur Bildung einer Vielzahl neuer geeigneter Habitate beitragen, auch im Hinblick auf sich ggf. entwickelnde neue oder veränderte Habitatansprüche der sich verändernden heimischen Artenvielfalt.

Trittsteine sind z. B. Biotope, kleinflächige Schutzgebiete wie geschützte Landschaftsbestandteile, FFH-Lebensraumtypen außerhalb von FFH-Gebieten, aber auch Kleinstrukturen in agrarisch genutzten Gebieten und Kulturlandschaftselemente. Solchen Trittsteinen wird eine sehr hohe Bedeutung zugesprochen (z. B. Huntley 2007), da sie in überschaubaren Zeiträumen entwickelt werden können und kurzfristig die erforderlichen schnellen Wanderungen ermöglichen können.

Bestehende Schutzgebiete als wesentliche Bestandteile bzw. Kernflächen der bisherigen Biotopverbundplanungen sollten mittelfristig (ggf. weiter) um Entwicklungsflächen sowie um Trittsteine ergänzt werden. Im Landesentwicklungsplan (SMI 2013) werden unterschiedliche Möglichkeiten zur Ausweisung solcher Flächen vorgeschlagen, z. B. als Vorbehaltsgebiete im Rahmen der Regionalpläne, durch Flächenpools zur Umsetzung der Eingriffsregelung oder auch als Option für die Nachnutzung ehemaliger militärisch genutzter Flächen. Auf der Ebene der Regionalplanung und v. a. der kommunalen Landschaftsplanung sollte die Erhaltung und Neuschaffung von Trittsteinen und Entwicklungsflächen bzw. die Beseitigung von Barrieren in der Landschaft vorgesehen werden.

Dabei sollten die im Projekt erarbeiteten Modellierungs- und Bewertungstools zur Landschaftsstruktur und Erosion (→ Kapitel II.3, insbesondere → Maßnahmen 3.3.4, 3.16.1) systematisch in der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) angewendet werden, um Kombinationseffekte (Bodenschutz, Landschaftsstruktur, Waldmehrung) zu ermitteln und räumlich darzustellen (→ Maßnahme 5.5.6). Synergien sind v. a. mit Maßnahmen zum Schutz des Bodens (z. B. Tiefenlinienbegrünung in erosionsgefährdeten Gebieten), des Wassers (z. B. Uferrandstreifen an Fließgewässern; Grünland in Wasserschutzgebieten) und des Stadtklimas (z. B. Flächen für die Entstehung und Zuleitung von Kalt- und Frischluft) vorhanden und sollten entsprechend Berücksichtigung finden.

Die Wirksamkeit von Entwicklungsflächen und von Trittsteinen kann verstärkt werden, wenn sie in entsprechend großräumig ausgewiesenen Gebietskulissen des Biotopverbundes angesiedelt sind. Gebietsspezifisch sind dabei unterschiedliche Biotoptypen vorrangig, die aus den landesweiten Planungen bzw. Planungsgrundlagen (z. B. SMI 2013, Karte 7; LfUG 2007 und LfUG 2012) abgeleitet werden können. Trittsteine bzw. Entwicklungsflächen sind dort von besonderer Bedeutung, wo im Biotopverbundsystem Lücken bestehen bzw. wo solche durch die Auswirkungen und Anforderungen des Klimawandels zu erwarten sind.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Der Klimawandel macht bei vielen Arten Ausweichbewegungen notwendig. Die Geschwindigkeit des Klimawandels ist deutlich höher, als dass sich Arten durch Verlagerung ihrer Verbreitungsgebiete derzeit anpassen können (Ellenberg & Leuschner 2010, Skov & Svenning 2004, Deviktor et al. 2008, Huntley 2007). Zur Verbesserung der Ausbreitungspotenziale ist ein großräumig funktionsfähiges Biotopverbundsystem von wesentlicher Bedeutung. Für den Freistaat Sachsen ist dazu zum einen die beschleunigte Umsetzung des Biotopverbundes notwendig, wie bereits im Jahr 2008 vom Sächsischen Landtag formuliert (Umsetzung eines Landesprogrammes und Schaffung des Biotopverbundes bis 2015, Beschluss vom 30.05.2008 zur Drs.-Nr. 4/11671). Zum anderen ist gemäß Landesentwicklungsplan (SMI 2013, Anhang A1: Kapitel 2.5.2.2) die bestehende Biotopverbundplanung unter Berücksichtigung der Erfordernisse, die sich durch den Klimawandel ergeben, konsequent weiterzuentwickeln, damit Ausweich- und Wanderungsbewegungen der Arten in bioklimatisch zusagende Räume gewährleistet werden, deren Habitate sich durch den Klimawandel verschieben.

Eine sinnvolle und rasch einsetzbare Möglichkeit zur Stärkung des Biotopverbundes ist die Bereitstellung von vielen Trittsteinen und Entwicklungsflächen (Huntley 2007). Beim Biotopverbund sind Talräume und klimatische Gradienten vorrangig zu berücksichtigen. Dabei sollte neben den bisherigen Schwerpunkten Auen und Wald (LfUG 2007, Abbildung 1-3 in → Maßnahmenblatt 5.5.1) folgenden Aspekten besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden: Moore und Feuchtgebiete, Moor-Renaturierung, Fließgewässer und ihre Talräume sowie Trockenstandorte.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Modellregion ist geprägt durch viele Talräume (von der Elbe bis in die Hochlagen des Erzgebirges) und einen ausgeprägten Höhengradienten (vom Tiefland ins Erzgebirge) und weist damit günstige Ausgangsvoraussetzungen für einen Biotopverbund auf.

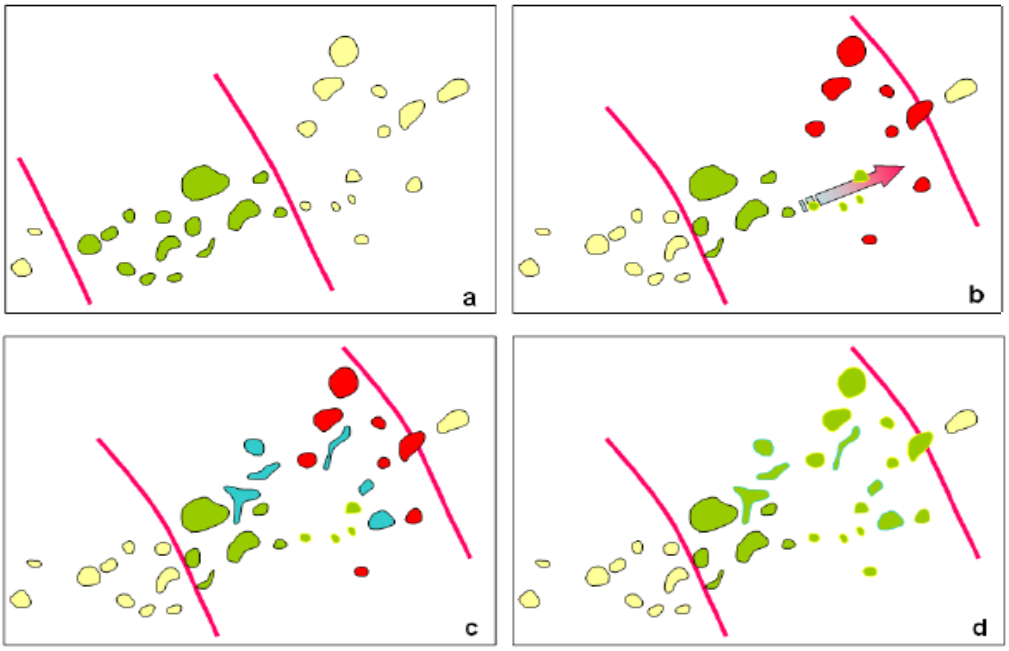
Aus der Modellregion liegen konkrete Beispiele hierfür auch aus urbanen Räumen vor (z. B. für Dresden die Umsetzung des Konzepts zum „Verbund der grünen Stadträume", Schutzgebietsausweisungen für Flächennaturdenkmale, Gestaltungsmaßnahmen im Dresdner Norden sowie weitere umgesetzte Beispiele im Rahmen des Bundeswettbewerbs „Unsere Stadt blüht auf").

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Synergien sind mit Maßnahmen zum Schutz des Bodens (z. B. Tiefenlinienbegrünung in erosionsgefährdeten Gebieten, → Kapitel II.2) oder des Wassers (z. B. Uferrandstreifen an Fließgewässern, Grünland in Wasserschutzgebieten, → Kapitel II.2) bzw. des Stadtklimas (z. B. Flächen für die Entstehung und Zuleitung von Kalt- und Frischluft, → Kapitel II.1) möglich.

Zielkonflikte: Der Flächenbedarf für Gestaltungsmaßnahmen oder die Extensivierung von Teilflächen kann zu Konflikten mit der Landnutzung bzw. der Intensivierung der Landnutzung führen.

Biotopverbund und Klimaanpassung

Die Bereitstellung von Trittsteinen und Entwicklungsflächen dient dazu, Lücken im Biotopverbund zu schließen. In der schematischen Abbildung (Quelle: Bouwma et al. 2012) wird dargestellt, dass gegenwärtig von einer Art alle geeigneten Habitate in einer geeigneten Klimazone besiedelt sind (grüne Flächen in Teilkarte a). In Zukunft wird sich die geeignete Klimazone verlagern (Teilkarte b). Die Lücken im Biotopverbund (roter Pfeil) werden durch Neuschaffung von Lebensräumen (blau, Teilkarte c) überwunden. Dann können alle Lebensräume des Biotopverbundes im geeigneten Klima besiedelt werden (Teilkarte d).



Quellen

BOUMWA, I.M.; VOS, C.; BIEMANS, M.; McINTOSH, N.; VAN APELDOORN, R.; VERDONSCHOT, P. (2012): Guidelines on dealing with the impact of climate change on the management of Natura 2000. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services, 11 July 2012.

DEVICTOR, V.; JULLIARD, R.; JIGUET, F.; COUVET, D. (2008): Birds are tracking climate warming, but not fast enough. Proceedings of the Royal Society of London B 275, 2743-2748.

ELLENBERG, H.; LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer UTB. 6. Auflage, 1357 S.

HUNTLEY, B. (2007): Climatic Change and the Conservation of European biodiversity: towards the development of adaptation strategies. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, 27th meeting, Strasbourg 26-29 November 2007. Council of Europe, T-PVS/Inf (2007) 3. 60 S.

LfUG (2007): Fachliche Arbeitsgrundlagen für einen landesweiten Biotopverbund im Freistaat Sachsen - Pilotphase - Herausgeber Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden. Autoren: Rolf Steffens, Ulrich Bangert, Kerstin Jenemann. Redaktionsschluss: November 2007.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben, geplanter Abschlusstermin Herbst 2012. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

SKOV, F.; SVENNING, J.-C. (2004): Potenzial impact of climatic change on the distribution of forest herbs in Europe. Ecography 27, 366–380.

Die Umsetzung des großräumigen Biotopverbundes auf lokaler Ebene fördern

Akteure
Fachplanung, Kommunale Planung, Landes- und Kommunalpolitik

Beschreibung
Ein großräumiger Biotopverbund zur Anpassung an den Klimawandel kann nur wirksam sein, wenn er auf lokaler Ebene berücksichtigt und umgesetzt wird. Neue Barrieren oder Beeinträchtigungen der Wanderbewegung von Arten sollten daher nicht entstehen (BMU, BMVBS 2012; zu entsprechenden bereits vorhandenen Barrieren oder Beeinträchtigungen → Maßnahme 5.6.3). Das betrifft u. a. bauliche Maßnahmen (z. B. Wasserkraftnutzung, Baugebiete) und die Anlage von Verkehrswegen in Biotopverbundachsen. Daher müssen auch auf lokaler Ebene künftig Belange des großräumigen Biotopverbundes effektiver berücksichtigt werden.

Zur pro-aktiven Bewältigung entsprechender Probleme (lokale Barrieren im überregionalen Biotopverbund) sollte in der Modellregion insbesondere auch für die Akteure lokaler Planungen (z. B. Landschafts- und Kommunalplanung, bau-technische und Naturschutz-Planung) dargestellt werden, welche integrierten Lösungsstrategien zur Verringerung bestehender Barrieren vorhanden sind und wie sie vor Ort umsetzbar sind. Das betrifft für einen aquatischen Biotopverbund z. B. den Rückbau von Querbauwerken, die Renaturierung von Gewässerabschnitten, die Anlage von Durchlässen, Fischaufstiegsanlagen oder den Umbau von Abstürzen (SMI 2013, Z 4.1.1.3, Z 4.1.2.3, Anhang A1: Kapitel 2.2.2.2 und 2.4.2.2). Möglichkeiten bezogen auf einen terrestrischen Biotopverbund sind z. B. die Anlage von Grünbrücken, Trittsteinen und Eigenentwicklungsbereichen, die Durchgrünung von Ortsrandlagen oder die Erhaltung bzw. Wiederherstellung landschaftstypischer Gehölzstrukturen, Waldränder und Hecken (SMI 2013, Anhang A1: Kapitel 2.2.2.1 und 2.2.2.2).

Wesentlich ist die Umsetzung solcher Planungen. Dazu sind insbesondere auch die Bereitstellung finanzieller Mittel für die notwendige Schaffung finanzieller Anreize sowie die Entwicklung von Strategien zur Lösung entsprechender Eigentumsfragen notwendig.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Biotopverbund ist eine der wichtigsten Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Die beschleunigte Umsetzung des Biotopverbundes ist notwendig, wie auch bereits im Jahr 2008 vom Sächsischen Landtag (Umsetzung eines Landesprogrammes und Schaffung des Biotopverbundes bis 2015, Beschluss vom 30.05.2008 zur Drs.-Nr. 4/11671) formuliert. Die Maßnahme dient der räumlichen Konkretisierung und Umsetzung des Biotopverbundes auf lokaler und regionaler Ebene.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
In der Modellregion befinden sich mehrere Städte sowohl in der landesübergreifenden Achse des Elbtals (z. B. Dresden, Radebeul, Pirna) als auch in Talräumen der Seitengewässer zur Elbe. Sie sind damit in wichtigen Achsen des Biotopverbundes lokalisiert und können als Barriere wirken. Beispiele für lokale Planungen und Maßnahmen (u. a. Ausgleichsmaßnahmen), die in übergeordnete Planungen zum Biotopverbund eingebunden sind, liegen vor (z. B. das Projekt „Abbruch und Aufforstung Gärtnerei Struppener Straße" in Dresden, → Maßnahmenblatt 5.5.5).

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Maßnahmen des aquatischen Biotopverbundes wie z. B. Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern dienen auch dem abiotischen Ressourcenschutz (→ Kapitel II.2). Viele Maßnahmen weisen auch ein hohes Synergie-Potenzial zum Klimaschutz auf.

Zielkonflikte: Rückbau bzw. Verzicht auf Neu- und Ausbau von Barrieren kann zu Konflikten mit der Landnutzung (z. B. Wehre in Fließgewässern) oder Energiegewinnung (Wasserkraftanlagen) führen.

Quellen
BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ und REAKTORSICHERHEIT) und BMVBS (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG) (2012): Bundesprogramm Wiedervernetzung (Beschlossen vom Bundeskabinett am 29. Februar 2012).

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

Zurück zum Programmtext

Urbane Räume in den Biotopverbund mit einbeziehen

Akteur
Stadtplanung

Beschreibung
In der Modellregion liegen mehrere Siedlungsbereiche in überregionalen und landesübergreifenden Achsen des Biotopverbundes, z. B. Dresden, Radebeul und Pirna (SMI 2013, Karte 7). Talräume sind wichtige Achsen des Biotopverbundes. Mittelfristig sollten innerhalb der Modellregion die bestehenden Planungen zum Biotopverbund, insbesondere von Städten im Elbtal oder in Seitentälern, mit den angrenzenden Planungsregionen abgestimmt (wie z. B. zwischen der Landeshauptstadt Dresden und den Landkreisen Meißen bzw. Sächsische Schweiz bereits durchgeführt) und mit überregionalen oder landesweiten Biotopverbundsystemen harmonisiert werden.

Ziel ist, Einschränkungen der Durchgängigkeit von Fließgewässern und Auen und Einschränkungen von waldbewohnenden Arten an den Talhängen durch urbane Räume zu mindern und großräumige Ausbreitungsmöglichkeiten von Arten zu fördern. Angestrebt werden sollte nach erfolgter Abstimmung eine Umsetzung der Biotopverbundplanungen durch Städte und umgebende oder angrenzende Landkreise, um regionale oder kommunale Grünzüge in den landesweiten Biotopverbund zu integrieren. Vorhandene, für Arten und Lebensgemeinschaften und ihre Lebensräume bedeutsame Flächen innerhalb von Siedlungen und an ihrem Rand sollen erhalten und Möglichkeiten für die Entwicklung neuer naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen dargestellt werden, so dass diese Flächen mit den Flächen des lokalen oder regionalen Biotopverbundes im Umfeld der Siedlungsräume vernetzt sind.

Wichtige Maßnahmenbereiche sind die Renaturierung von Gewässern (Quellen, Fließ- und Standgewässern) und ihren Auen (→ Kapitel II.2) sowie die Eigenentwicklung von Flächen (z. B. Industriebrachen), die Integration von Aspekten des Arten- und Biotopschutzes in die Anlage und Pflege öffentlicher Grünflächen sowie die Erhaltung bzw. Neupflanzung von gebietstypischen Gehölzstrukturen (SMI 2013, Anhang A1: FZ 15; → REGKLAM-Produkt 3.1.2d; → Kapitel II.1).

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Biotopverbund gilt als eine der wichtigsten Klimaanpassungsmaßnahmen (Heller & Zavaleta 2009). Die Modellregion weist einen hohen Anteil an Talräumen auf, die wichtige Achsen des Biotopverbundes darstellen können. Städtische Lebensräume können als Barriere im großräumig übergreifenden Biotopverbund wirken. In der Modellregion ist die beschleunigte Umsetzung des Biotopverbundes notwendig, wie bereits im Jahr 2008 vom Sächsischen Landtag für den gesamten Freistaat Sachsen formuliert (Umsetzung eines Landesprogrammes und Schaffung des Biotopverbundes bis 2015, Beschluss vom 30.05.2008 zur Drs.-Nr. 4/11671).

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
In der Modellregion befinden sich mehrere Städte, sowohl in der landesübergreifenden Achse des Elbtals (z. B. Dresden, Radebeul, Pirna) als auch in Talräumen der Seitengewässer zur Elbe. Sie sind damit in wichtigen, großräumig übergreifenden Achsen des Biotopverbundes lokalisiert und können als Barriere wirken. Planungen zum lokalen Biotopverbund sind teilweise bereits mit den angrenzenden Landkreisen abgestimmt (z. B. Dresden).

Für die Modellregion liegen im betrachteten Zusammenhang mehrere bereits umgesetzte Beispiele aus Dresden vor (z. B. zum Bundeswettbewerb „Unsere Stadt blüht auf", zur Deklaration „Biologische Vielfalt in Kommunen") und Aspekte des Biotopverbundes sind bereits in entsprechende Fachleitbilder (z. B. Landeshauptstadt Dresden, → Maßnahme 1.2.5) integriert.

Umsetzungsbeispiel

Ein umgesetztes Beispiel aus der Landeshauptstadt Dresden ist das Projekt „Abbruch und Aufforstung Gärtnerei Struppener Straße", bei dem eine Kompensationsmaßnahme im Rahmen des Eingriffsausgleichs genutzt wurde, um auf einem ca. 11 ha großen Areal insbesondere Synergieeffekte für den Naturschutz und dabei insbesondere auch für die Umsetzung eines Biotopverbundes zu erreichen (Schutzbelange: Arten, Biotope, Biotopverbund; Giebe 2013).

Hierbei wurden auf einer ehemaligen Gärtnerei, z. T mit Gewächshäusern überbaut, nach Abriss und Beräumung zunächst eine Entsiegelung durchgeführt und auf Teilflächen eine anschließende Aufforstung sowie Gehölzpflanzung. Die Finanzierung (Flächenkauf und Durchführung der Maßnahme) erfolgte im Rahmen des Eingriffsausgleichs (hier Zuordnung und Umsetzung der Eingriffskompensation für mehrere Bauvorhaben: B-Pläne, Verkehrsbauvorhaben, Einzelbauvorhaben).

Die Maßnahme ist dabei in mehrere übergeordnete Planungen eingebunden, z. B.:

- Regionalplan (1. Gesamtfortschreibung 2009, Festlegungskarte 2): Darstellung wesentlicher Teilflächen als „regionaler Grünzug";
- Flächennutzungsplan-Entwurf (Stand: März 2013): Darstellung (jew. Teilflächen) als Grünfläche, Zweckbestimmung „Parkanlage", „Fläche für Wald und Flurgehölze" und Grünfläche, Zweckbestimmung „sonstige Gärten";
- Landschaftsplan-Entwurf (Stand: April 2013), Strategisches Leitbild (Dresden – die kompakte Stadt im ökologischen Netz): Lage vollständig in der „Netzstruktur" (hier: Darstellung als „Ergänzungskorridor – situativer Grünverbund") (→ Maßnahme 1.2.5 in Kapitel II.1);
- Landschaftsplan-Entwurf (Stand: April 2013), Entwicklungs- und Maßnahmenkonzept: Darstellung (jew. Teilflächen) als „sonstige Gehölzfläche", „Waldfläche", „offenlanddominierter naturnaher Bereich" (hier Halbtrockenrasen).

Maßnahmenziele sind neben der lokalen Förderung der Artenvielfalt auch Aspekte des Biotopverbundes und der Freiraumversorgung der lokalen Bevölkerung, im Detail:

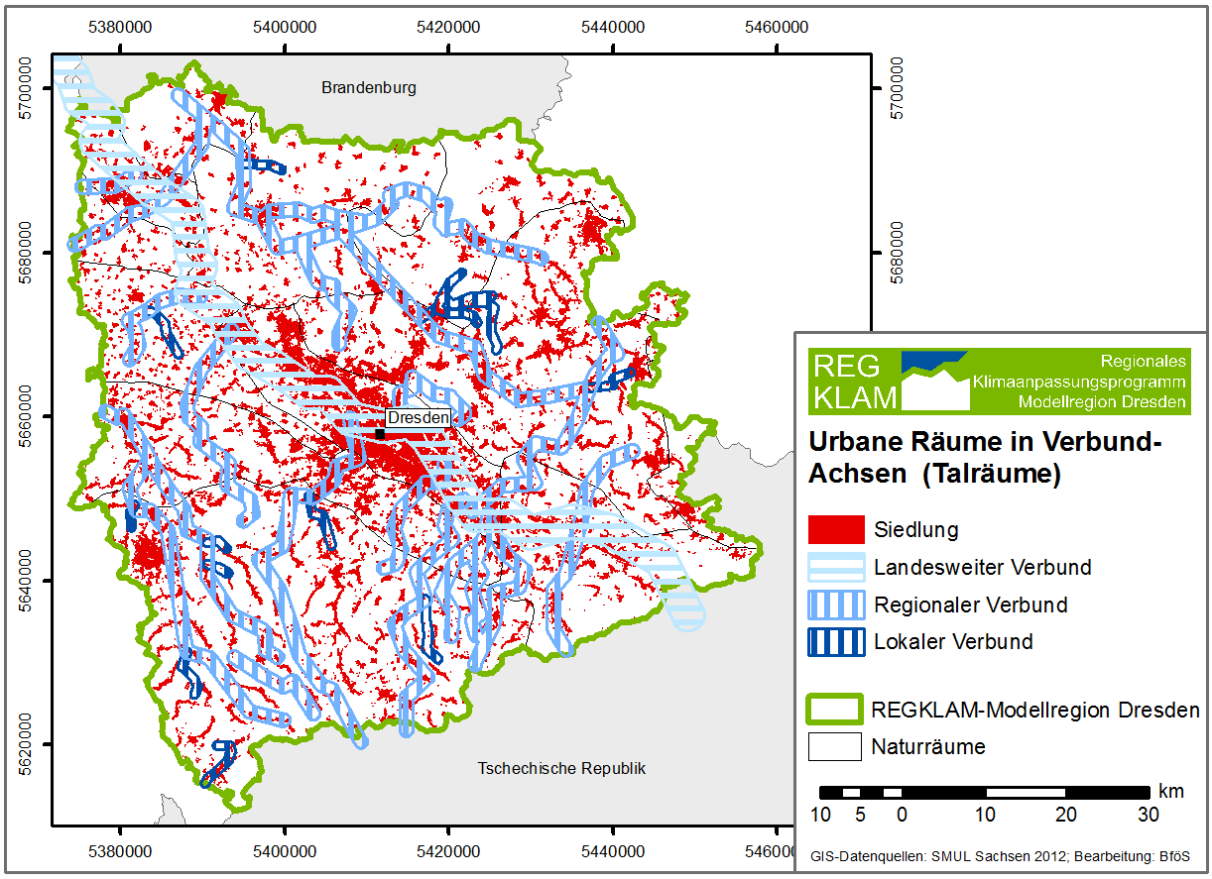
- Schaffung einer arten- und grenzlinienreichen Halboffenlandschaft durch Pflanzung autochthoner, standortgerechter Baum- und Straucharten (z. B. Stiel-Eiche, Ulme, Hain-Buche, Hasel) bei weitgehendem Erhalt vorhandener Sukzessionsstadien (z. B. Birke, Sal-Weide, Zitter-Pappel, Brombeergebüsch);
- selektive Entnahme nichtheimischer Baumarten (Eschen-Ahorn, Robinie);
- Etablierung eines Halbtrockenrasens auf einem Sonderstandort im nordöstlichen Bereich (durch Umsetzen von Halbtrockenrasenvegetation);
- Etablierung eines Grünzugs, vom Alten Elbarm (im Bereich der Zschierener Kiesseen) bis zur Elbaue (Bereich Freibad Wostra/Pillnitzer Elbinsel);
- Sicherung einer fußläufigen Verbindung (1. zwischen Altelbarm/Zschierender Kiesseen und Elbaue/Freibad Wostra; 2. im Bereich der ehem. Gewächshausstandorte zwischen den Wohngebieten).

Synergien und Zielkonflikte

Synergien: Maßnahmen des Biotopverbundes (z. B. Durchgrünung, regionale Grünzüge etc.) können auch Anpassungserfordernissen der städtischen Freiraumversorgung und Lebensqualität (Frischluftschneisen) dienen (→ Kapitel II.1).

Zielkonflikte: Der Flächenbedarf kann zu Konflikten mit der baulichen Entwicklung der städtischen Räume führen. Weiter können Konflikte durch nichtheimische Arten auftreten, innerhalb der Stadt und von der Stadt ausgehend ins Umland.

Überblick über urbane Räume in der Modellregion und ihrer Lage in Bezug zu möglichen Verbundachsen des Biotopverbundes



Neben dem überregionalen und großräumigen Biotopverbund (Talraum Elbe) stellen in der Modellregion viele Fließgewässer mit ihren Talräumen, die meist zur Elbe fließen, die Grundlage für den Biotopverbund dar. Sie verbinden eine große Zahl von Schutzgebieten und reichen häufig vom Tiefland bis ins Mittelgebirge, d. h. stellen klimatische Gradienten bereit. In diesen Talräumen liegen meist Städte und können als Barriere im Biotopverbund wirken.

Gemäß Biotop-Haupttypen nach CIR-Luftbildinterpretation (LfUG 2005) umfassen Siedlungen, Verkehrs- und Sonderflächen 61.332 ha, das sind 12,84 % der Fläche der Modellregion. Sie umfassen damit deutlich mehr Fläche als Fließ- und Stillgewässer (1,24 %), Feuchtgrünland (0,48 %) oder Magerrasen und Zwergstrauchheiden (1,09 %), und sind flächenmäßig nur wenig kleiner als Grünland (17,12 %). Urbane Räume sind daher ein sehr wichtiger Bestandteil der Modellregion, die beim Biotopverbund berücksichtigt werden müssen.

Quellen

GIEBE, C. (2013): schriftl. Mitteilung im Namen des Umweltamts der LH Dresden, 21.06.2013.

HELLER, N. E.; ZAVALETA, E. S. (2009): Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. Biological Conservation 142, 14-32.

LfUG (2005): CIR-Luftbildinterpretation.

Shape-Datei der Schutzgebiete in Sachsen.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

REGKLAM-PRODUKT 3.1.2d: Handlungsempfehlungen für die Anpassung des Stadtbaumbestandes.

Zurück zum Programmtext

Agrarstrukturelle Vielfalt räumlich gezielt erhöhen

Akteure
Landwirtschafts- und Naturschutzbehörden

Beschreibung
Bislang werden Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur durch die Regionalplanung u. a. in „Sanierungsgebiete ausgeräumte Agrarlandschaft" gelenkt, um in den gegenwärtig besonders strukturarmen Gebieten eine Verbesserung zu erzielen (Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2009). Dieser Ansatz verfolgt unterschiedliche Zielstellungen (u. a. Verbesserung des Lokalklimas, Schutz der (landwirtschaftlich genutzten) Böden vor Wind- und Wassererosion).

Maßnahmen zur Erhöhung agrarstruktureller Vielfalt zur Erhöhung der Durchlässigkeit der Landschaft für klimawandelbedingte Ausweichbewegungen betroffener Arten bzw. Populationen dagegen sollten durch Landwirtschafts- und Naturschutzbehörden bevorzugt in ausgewiesene Gebietskulissen (z. B. SMI 2013, Karte 7) und insbesondere in Verbindungs- und Entwicklungsflächen des Biotopverbundes gelenkt werden.

Damit geeignete Agrarumweltmaßnahmen gezielt im Hinblick auf ihren Beitrag für den lokalen Biotopverbund eingesetzt werden können, sollten zum einen, aufbauend auf der bekannten Gebietskulisse erosionsgefährdeter Gebiete und besonders erosionsanfälliger Tiefenlinien, die Potenziale für Synergien zwischen Tiefenlinienbegrünung und kleinräumigem Biotopverbund bzw. Strukturanreicherung in der Agrarlandschaft (Einzelmaßnahmen in → Kapitel II.3, insb. → Maßnahmen 3.3.3 und 3.3.4) geprüft werden. Zum anderen ist, insbesondere in den genannten Gebietskulissen, zu prüfen bzw. darauf hinzuwirken, dass mögliche Konflikte, z. B. im Hinblick auf einen intensiven Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, als Folge einer nicht bedarfsgerechten Ausweitung der konservierenden Bodenbearbeitung, sowie insgesamt im Hinblick auf eine Intensivierung und Monotonisierung der Landbewirtschaftung, vermieden werden (→ Maßnahme 3.3.1; mögliche Synergien bestehen u. a. zu den → Maßnahmen 3.5.2 und 3.5.4). Auch diese Aspekte sollten zur Förderung ihrer Umsetzung für die Landnutzer (v. a. Landwirte, Agrarbetriebe etc.) und Landnutzerverbände und ihre Beratungsgremien entsprechend aufbereitet und dargestellt werden. Dabei sollten auch die Ergebnisse der Studie „Bilanzierung der Landschaftspflege in Sachsen" (LfULG 2013) entsprechend Berücksichtigung finden.

Eine Differenzierung von Zielgebieten zur Aufwertung der agrarstrukturellen Vielfalt ist sinnvoll. Neben den bestehenden „Sanierungsgebieten ausgeräumte Agrarlandschaft" - die auch weiterhin von Bedeutung sein werden - könnten durch die Formulierung entsprechender Ziele und Grundsätze in den Regionalplänen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, zur Förderung der Entwicklung einer überdurchschnittlichen agrarstrukturellen Vielfalt beizutragen und damit die Klimaanpassung (SMUL 2009; SMUL 2010; LfULG 2009) besonders zu unterstützen.

Die Maßnahme beinhaltet zum Teil aufeinander aufbauende Teilmaßnahmen:

1) Agrarumweltmaßnahmen des Erosionsschutzes gezielt für den lokalen Biotopverbund nutzen: Aufbauend auf der Identifikation erosionsgefährdeter Gebiete und der Möglichkeit zur Ermittlung von Tiefenlinien, die besonders erosionsanfällig sind, sollten die Möglichkeiten für Synergien zwischen Tiefenlinienbegrünung und kleinräumigem Biotopverbund bzw. Strukturanreicherung in der Agrarlandschaft geprüft werden, v. a. in den identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) sowie in FFH- und SPA-Gebieten. Diese fachlich begründete Gebietskulisse für entsprechende Fördermaßnahmen sollte für Landnutzer (v. a. Landwirte, Agrarbetriebe etc.) und Landnutzerverbände und ihre Beratungsgremien dargestellt werden.

2) Die Potenziale von Agrarumweltmaßnahmen zur Strukturanreicherung vermehrt nutzen: Zahlreiche Agrarumweltmaßnahmen bieten Potenziale zur Erhöhung landschafts- bzw. agrarstruktureller Vielfalt. Das betrifft bspw. sogenannte „ergänzende" Maßnahmen zum Schutz vor Bodenerosion (bspw. Hangrinnenbegrünung, Randstreifen, Schlagunterteilungen durch Erosionsschutzstreifen, Agroforstsysteme und KUP (→ Maßnahme 5.6.2); → Kapitel II.3). Im Landesentwicklungsplan Sachsen (SMI 2013) werden u. a. Anstrengungen zur Erhaltung und Förderung von sogenannten „Extensiv-Äckern", artenreichen Feldwegen, Ackerrandstreifen und Feldlerchenfenstern angeführt.

Um solche Maßnahmen möglichst zielorientiert umsetzen und entsprechende Synergien nutzen zu können, sollte eine räumliche Priorisierung geprüft werden. Insbesondere sollten solche Maßnahmen in den identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbundes (SMI 2013, Karte 7) bzw. in Schutzgebieten konzentriert werden. Angestrebt werden sollte, dass die Förderung von Agrarumweltmaßnahmen in Bezug auf Flächengröße und Fördersätze in den genannten Bereichen (Förderkulisse Biotopverbund) erhöht wird, um den großräumigen Biotopverbund zu unterstützen. Ein Beispiel für einen prioritären Raum ist die landesübergreifende Achse des Biotopverbundes Elbtal.

3) Die Planung künftiger Landnutzungsänderungen im Hinblick auf eine Erhöhung der ökologischen Integrität optimieren: Als Grundlage für Maßnahmen in diesem Zusammenhang kann eine vorhandene Methode (GISCAME) zur Bewertung der Auswirkungen von Änderungen bestimmten Landnutzungsformen auf die Bereitstellung ausgewählter Boden- und Ökosystemdienstleistungen genutzt werden. Dabei wurde u. a. beispielhaft modelliert und bewertet, wie sich Aufforstungsmaßnahmen mit unterschiedlichen Waldtypen sowie Umwandlungen von Acker- in Grünlandnutzung auf die „ökologische Integrität" als einem Indikator für die „Durchlässigkeit der Landschaft" auswirken können. Gegenwärtig wird daran gearbeitet, die Methode im Hinblick auf die Integration von Agroforstsystemen bzw. Kurzumtriebsplantagen als neue Landnutzungsart zu erweitern. Die Methode sollte systematisch auch auf andere Ökosystemfunktionen angewendet werden, z. B. Gewässerschutz oder die Bereitstellung von Biomasse, um entsprechende Synergiepotenziale aufzudecken.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Maßnahmen zur Erhöhung agrarstruktureller Vielfalt können, insbesondere wenn sie in sogenannte „Wanderungs- bzw. Ausbreitungskorridore" bzw. in Gebietskulissen für einen entsprechend ausgerichteten Biotopverbund gelenkt werden, die Durchlässigkeit der Landschaft für klimawandelbedingte Ausweichbewegungen betroffener Arten bzw. Populationen erhöhen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
In der Modellregion finden sich in bestimmten Teilräumen (insb. in den durch Lössböden und Ackerbau geprägten Gebieten, → Kapitel II.3) vielfach gleichzeitig eine hohe Erosionsanfälligkeit sowie eine hohe Notwendigkeit zur Erhöhung agrarstruktureller Vielfalt.

Im Rahmen von REGKLAM wurde GISCAME im Hinblick auf die Berücksichtigung klimawandelrelevanter Aspekte weiterentwickelt und anhand ausgewählter „Lupengebiete" in der Modellregion im Rahmen der Regionalplanung erprobt und getestet (→ Kapitel II.3, → REGKLAM-Produkt 3.3.3a).

Synergien und Zielkonflikte
Die Maßnahme weist Synergiepotenziale insb. zum Boden- und Wasserschutz (Erosionsschutz) auf, kann aber auch grds. in Konflikt mit der Landnutzung treten.

Quellen
LfULG (2009): Fachliche Grundlage für die Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

LfULG (2013): Bilanzierung der Landschaftspflege in Sachsen. Schriftenreihe, Heft 17/2013.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERES ELBTAL/OSTERZGEBIRGE 2009: Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge. 1. Gesamtfortschreibung 2009.

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

SMUL (2009): Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.

SMUL (2010): Umsetzung Aktionsplan Klima und Energie (Stand: 18.01.2010).

REGKLAM-PRODUKT 3.3.3a: Bestimmung künftiger Boden- und Ökosystemfunktionen nach Klimawandel.

Zurück zum Programmtext

Habitat-Fragmentierung bzw. Flächenverbrauch gezielt vermindern

Akteure
Planung und Bereitstellung von Planungsgrundlagen: Landes-, Regional- und Kommunalplanung sowie zuständige Fachbehörden; Umsetzung: Landes- und Kommunalpolitik sowie zuständige Behörden

Beschreibung
Vor dem Hintergrund einer hohen und immer weiter zunehmenden Fragmentierung der Landschaft (für Sachsen z. B. Tröger 2012) bzw. von Lebensräumen und im Zusammenhang mit dem durch den Klimawandel erhöhten Bedarf an funktionierendem Biotopverbund (Bouwma et al. 2012; Huntley 2007; Reich et al. 2011) sollten das „Bundesprogramm Wiedervernetzung" (BMU, BMVBS 2012) sowie das „Handlungsprogramm zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme des Freistaates Sachsen" in der Modellregion von den beteiligten Behörden und Organisationen systematisch angewendet und umgesetzt werden. Land und Kommunen sowie Behörden bzw. Fachbehörden und Planer sollten konkrete Lösungsansätze erarbeiten, wie bestehende Fragmentierungen vermindert sowie zusätzliche Fragmentierungen vermieden werden können. Hierbei sollten bauliche Maßnahmen an Verkehrswegen (z. B. Grünbrücken) ebenso behandelt werden wie organisatorische (z. B. interkommunale Gewerbegebiete).

Insbesondere sollten in den identifizierten Kernflächen des Biotopverbundes (LfULG 2012) und der Gebietskulisse für die Ausweisung eines großräumig übergreifenden Biotopverbund (SMI 2013, Karte 7) bestehende Barrieren in den terrestrischen und aquatischen Lebensräumen (→ Kapitel II.2 zur Durchgängigkeit von Fließgewässern) oder zwischen Unzerschnittenen Verkehrsarmen Räumen (UZVR, SMI 2013, Karte 5) ermittelt, bewertet und Möglichkeiten zu einer Abmilderung von Lebensraumzerschneidung gesucht werden (Vos et al. 2008). Dabei sollten insbesondere die vorhandenen UZVR erhalten werden. Weiter ist auf mögliche Synergiepotenziale zum Ziel kompakter Siedlungsstrukturen bzw. der Vermeidung weiterer Zersiedlung zu verweisen (→ Kapitel II.1), da dies ein wichtiger Beitrag zur Verringerung der Fragmentierung der Landschaft bzw. der Flächeninanspruchnahme ist.

Bezug zum Klimawandel und Priorität
Die vorhandenen UZVR (SMI 2013, Karte 5) stellen wichtige großflächige Räume dar, die in Verbindung mit dem Biotopverbund eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung klimawandelbedingt notwendiger Ausweichbewegungen von Arten bzw. Populationen darstellen. Die Fragmentierung der (aktuellen und potenziellen künftigen) Lebensräume von Arten steht dem entgegen.

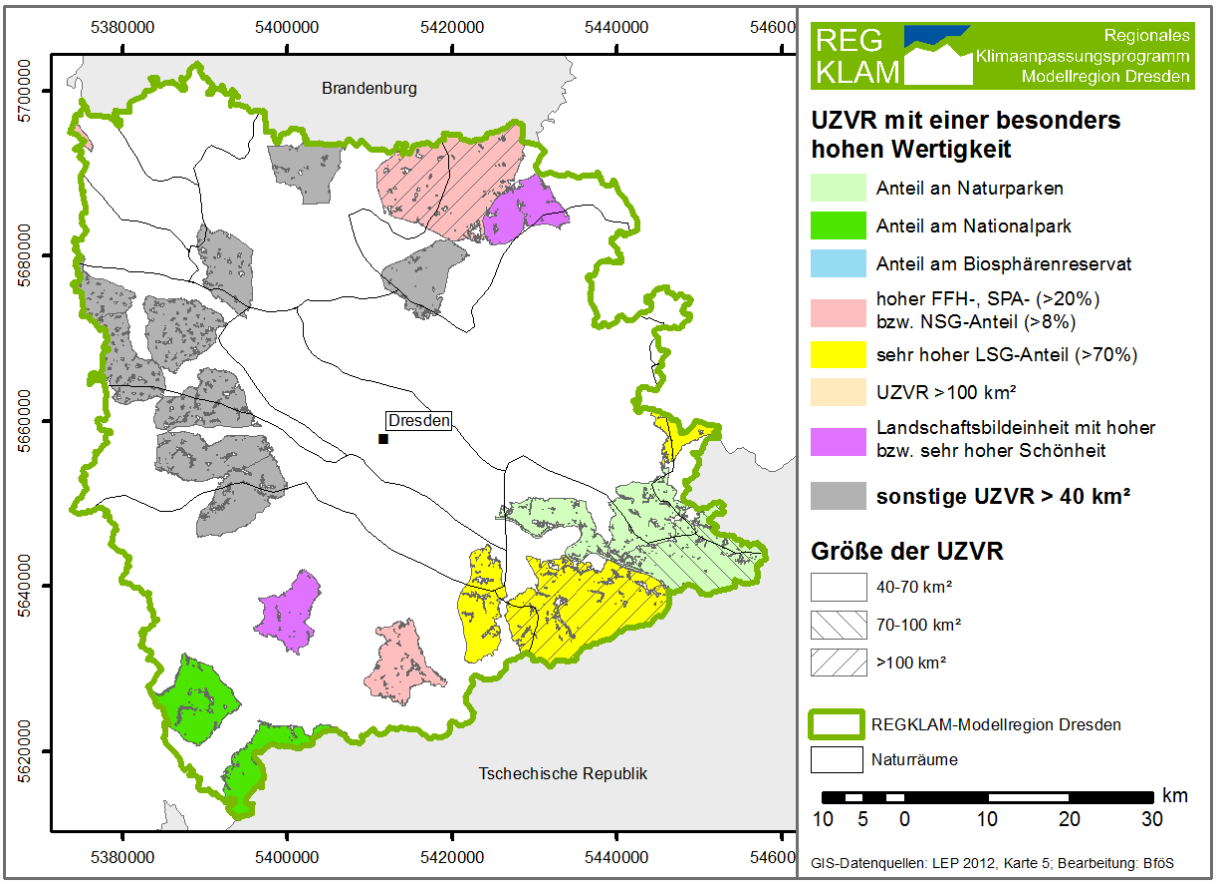
Die Maßnahme dient der Umsetzung bestehender Grundlagen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme sowie des Bundesprogrammes Wiedervernetzung (BMU und BMVBS 2012) und des Handlungsprogramms zur Reduzierung des Flächenbedarfs des Freistaates Sachsen.

Bezug zur Modellregion und regionale Differenzierung
Die Modellregion ist geprägt durch einige wenige UZVR im Südosten und Nordosten sowie kleinere UVZR westlich von Dresden (SMI 2013, Karte 5).

Synergien und Zielkonflikte
Synergien: Die Verringerung der Flächeninanspruchnahme kann im Sinne einer Verringerung von Versiegelung zur Verbesserung der Grundwasserneubildung beitragen.

Zielkonflikte: Der Flächenanspruch führt zu Konflikten mit Mobilitätswünschen, der baulichen Entwicklung oder der Landnutzung. Die Reduzierung des Landschaftsverbrauchs ist eine komplexe und gesamtgesellschaftliche Aufgabe, bei der viele Akteure beteiligt und zur Lösung der bestehenden Problematik aufgerufen sind.

Übersicht über Unzerschnittene Verkehrsarme Räume (UZVR)



Quellen

BOUMWA, I.M.; VOS, C.; BIEMANS, M.; McINTOSH, N.; VAN APELDOORN, R.; VERDONSCHOT, P. (2012): Guidelines on dealing with the impact of climate change on the management of Natura 2000. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services, 11 July 2012.

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) und BMVBS (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG) (2012): Bundesprogramm Wiedervernetzung (Beschlossen vom Bundeskabinett am 29. Februar 2012).

HUNTLEY, B. (2007): Climatic Change and the Conservation of European Biodiversity: towards the development of adaptation strategies. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, 27th meeting, Strasbourg 26-29 November 2007. Council of Europe, T-PVS/Inf (2007) 3. 60 S.

LfULG (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

REICH, M. (2011): Ecological Networks – an Adaptation Strategy for Climate Change? Bonn, 12.04.2011. FKZ 3505850500, UFOPLAN 2008, gefördert durch das BfN.

SMI (2012): Landesentwicklungsplan 2012, Entwurf für das Beteiligungsverfahren gemäß §§ 9 und 10 ROG in Verbindung mit § 6 Abs. 2 SächsLPlG (Kabinettsbeschluss vom 20. Dezember 2011).

SMI (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächs. Staatsregierung am 12. Juli 2013 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

TRÖGER, M. (2012): Analyse der Landschaftszerschneidung in Sachsen. Schriftenreihe des LfULG, Heft 39/201. Download von https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13820

VOS, C. et al. (2008): Adapting landscapes to climate change – examples of climate-proof ecosystem networks and priority adaptation zones. Journal of Applied Ecology, 1722–1731.

ANLAGEN

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Glossar **317**

Ausgewählte Literatur **319**

Rechtsquellen **324**

REGKLAM-Produkte **325**

Ausgewählte Abkürzungen **329**

Glossar

Akteure: Akteure sind in der Regel Institutionen, die formale, relativ dauerhafte Strukturen aufweisen, über eigene Ressourcen verfügen und Ziele durch Arbeitsteilung von Rollen und Personen verfolgen. Personen können institutionelle Akteure vertreten bzw. „repräsentieren". Akteure sind verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen zuzuordnen (Politik, Öffentliche Verwaltung, Wirtschaft, Bildung, Wissenschaft usw.).

Anthropogener Klimawandel: Darunter versteht man den vom Menschen beeinflussten Anteil am Klimawandel, z. B durch Treibhausgasemissionen. Im Gegensatz dazu wird das Klima auch durch natürliche Faktoren beeinflusst (Sonnenaktivität, Vulkane).

Belastbarkeit: Der Ausdruck „Belastbarkeit" bezieht sich auf Aussagen zum Klimawandel (→ Tabelle I-2.1 in → Kapitel I.2). Eine Aussage ist belastbar, wenn sie auf mehreren, übereinstimmenden und unabhängigen Analyseergebnissen beruht. Die übereinstimmenden Ergebnisse wurden mit verschiedenen Methoden, Modellen und unter verschiedenen Annahmen erzielt (IPCC, 2007, 2010). Die Belastbarkeit von Aussagen zum Klimawandel hängt u. a. vom Klimaelement und den betrachteten Skalen ab. Für den Ausdruck „Belastbarkeit" findet sich in der Literatur oftmals auch der Ausdruck „Robustheit" (bzw. „Robustness").

Emissionsszenario: Vom Weltklimarat (IPCC) erstellte Szenarios zu den atmosphärischen Konzentrationen klimarelevanter Treibhausgase und Aerosole. Sie beruhen auf unterschiedlichen Annahmen über die demographischen, wirtschaftlichen, technologischen, sozialen und umweltpolitischen Entwicklungen.

Handlungsprinzipien: Handlungsprinzipien sind Regeln zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Sie dienen als Basis für Maßnahmen der Klimaanpassung in den strategischen Themen des IRKAP. Handlungsprinzipien sind in Anlehnung an die „Grundsätze" in der „Deutschen Anpassungsstrategie (DAS)" formuliert.

Handlungsschwerpunkt: Für jedes strategische Thema der Klimaanpassung erfolgt die Formulierung von Handlungsschwerpunkten. Handlungsschwerpunkte stellen *für die Modellregion Dresden insgesamt gültige* Schwerpunkte für die Formulierung von Zielen und Maßnahmen zur Klimaanpassung dar. Je Schwerpunkt werden in der Regel mehrere Ziele und Maßnahmen erarbeitet. Letztere können die spezifischen Rahmenbedingungen einzelner Akteure berücksichtigen (z. B. Landeshauptstadt Dresden im Vergleich zu kleiner Umlandgemeinde).

Integration: Das Wort „Integration" bezeichnet die *inhaltliche* Integration von Aussagen zu Zielen und Maßnahmen im IRKAP („planerische Integration" im Unterschied zur „wissenschaftlichen Integration", beispielsweise von Modellen). Als Mindestanforderung kann die Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels, von Anpassungsmaßnahmen und anderen Maßnahmen im Hinblick auf Wechselwirkungen zwischen Sektoren und Handlungsfeldern gelten („integrierter Ansatz" im Sinne der „DAS"). Darüber hinaus geht es um das Aufzeigen und Nutzen von Synergien sowie die Regulierung bzw. Lösung von Konflikten innerhalb und zwischen den strategischen Themen.

Klimaanpassung: Der Ausdruck ist eine Kurzform für „Anpassung an die Folgen des Klimawandels". Der Ausdruck „Klimaanpassung" im IRKAP bezieht sich vor allem auf die vorausschauende Berücksichtigung von Chancen und Risiken, die mit dem beobachteten und dem zukünftigen Klimawandel in der Modellregion Dresden kausal zusammenhängen.

Klimakenngröße: Klimakenngrößen sind meteorologische Größen, welche im Zuge der Wetterbeobachtungen an Wetterstationen erfasst werden. Sie kennzeichnen einzeln oder durch ihr Zusammenwirken das Klima, zum Beispiel Temperatur, Niederschlag, Verdunstung, Strahlung.

Klimamodell: Klimamodelle sind Computermodelle zur Berechnung des Klimas für bestimmte Zeiträume. Damit sind Aussagen zur zukünftigen Entwicklung des Klimas möglich.

Klimaprojektion: Als Klimaprojektion wird eine mögliche zukünftige Entwicklung einzelner oder mehrerer Klimakenngrößen bezeichnet, wie sie auf der Basis von Szenarios mithilfe eines Klimamodells berechnet werden kann. Im Unterschied zu einer Vorhersage beruhen Klimaprojektionen auf Annahmen zu den zukünftigen Konzentrationen an Treibhausgasen und dienen der Abschätzung verschiedener möglicher Klimaentwicklungen.

Leitbild: Ein Leitbild umfasst zentrale, relativ abstrakte Ausdrücke und Aussagen, die eine langfristige Orientierung für die Formulierung von Zielen und Maßnahmen vermitteln sollen. Das IRKAP enthält ein „themenübergreifendes Leitbild" und spezifische Leitbilder in den sechs strategischen Themen („themenspezifische Leitbilder").

Maßnahme: Eine Maßnahme umfasst ein Bündel von möglichst konkreten Aussagen zu den Fragen „Wer?", „Was?", „Warum?", „Wie?", „Welche Priorität?" im Hinblick auf die Klimaanpassung. Einzelne Akteure oder Kooperationen von Akteuren können eine Maßnahme umsetzen. Eine Maßnahme ist in der Regel im Rahmen der bestehenden institutionellen Rahmenbedingungen umsetzbar (Umsetzungspotenzial). Ob dieses Potenzial genutzt wird, hängt vor allem von den Prioritäten und Ressourcenbedingungen der Akteure ab.

Maßnahmenblatt: Ein Maßnahmenblatt richtet sich in der Regel *an einen einzelnen Akteur*. Ein Maßnahmenblatt soll überblicksartig darstellen, durch wen, was, warum, wie und mit welcher Priorität zu tun ist.

Modellregion Dresden: Die Modellregion Dresden wurde eigens für das Verbundvorhaben REGKLAM definiert (→ Kapitel I.1). Maßgeblich war ein pragmatisches Vorgehen, um einen Regionszuschnitt zu erzielen, der mit verschiedenen Anforderungen harmoniert (z. B. Analyse von Klimakenngrößen, räumlicher Bezug der Folgen von Maßnahmen der Klimaanpassung in den strategischen Themen, institutionelle Zuständigkeiten der REGKLAM-Partner).

Regionaler Ansatz: Das Verbundvorhaben REGKLAM und das IRKAP sind Teil der „Regionalen Anpassungsforschung" im Sinne der „DAS". Sie beziehen sich auf die Modellregion Dresden mit einer mittleren Maßstabsebene zwischen der Ebene des Flächenstaates Sachsen und der kommunalen Ebene. Je nach Maßnahme ergeben sich unterschiedliche konkrete Raumbezüge.

Robustheit: Robustheit ist die Funktionsfähigkeit einer Maßnahme unter Berücksichtigung einer Bandbreite von Klimabedingungen. Die Analyse der Robustheit einer Maßnahme erfordert die Beachtung der Bandbreiten von Änderungssignalen von Klimakenngrößen und die Beachtung der Unsicherheit der Folgen des Klimawandels.

Strategisches Thema: Ein strategisches Thema führt Aussagen zu kausalen Zusammenhängen sowie zu Zielen und Maßnahmen der Klimaanpassung zusammen. Ein solches Thema hat für die Klimaanpassung in der Modellregion Dresden besondere Bedeutung, wobei hier wissenschaftliche Grundlagen und Expertenurteile der Praxis maßgeblich sind. Ein strategisches Thema umfasst mehrere Handlungsschwerpunkte, Ziele und Maßnahmen. Das IRKAP erhebt *nicht* den Anspruch, *alle* wichtigen Themen der Klimaanpassung in der Modellregion Dresden zu umfassen. Es erhebt aber den Anspruch, mehrere besonders bedeutsame Themen der Klimaanpassung zu behandeln.

Unsicherheit: Unsicherheit ist ein Ausdruck für das Ausmaß, in dem ein Wert, Zustand oder Prozess unbekannt ist, z. B. der zukünftige Zustand des Klimasystems. In Bezug auf das Ausmaß und die Auswirkungen des Klimawandels gibt es eine vergleichsweise große Unsicherheit. Deren wesentliche Quellen sind die Annahmen zu den zukünftigen Treibhausgasemissionen, das unvollständige Verständnis des Klimasystems und die natürliche Klimavariabilität.

Wärmeinseleffekt: Unter dem Wärmeinseleffekt versteht man die höhere Temperatur eines urbanen Ballungsraumes gegenüber dem Umland. Ursachen sind die Wärmespeicherung der Bausubstanz, die verminderte Verdunstung und die anthropogene Wärmeproduktion sowie die eingeschränkte nächtliche Abkühlung. Bebauungsdichte, Versiegelungsgrad und atmosphärische Bedingungen (Strahlung, Wind) bestimmen, wie stark sich die Wärmeinsel ausprägt.

Ziel: Ein Ziel ist definiert als die Wirkung, die durch eine Maßnahme erreicht werden soll („erwünschte Wirkung einer Maßnahme"). Ziele können auf verschiedenen inhaltlichen Ebenen der Abstraktion formuliert werden (Zielsystem mit Ober- und Unterzielen). Ziele zur Klimaanpassung umfassen insbesondere auch Aussagen zu erwünschten Wirkungen in der baulich-physischen Realität der Modellregion Dresden.

Ausgewählte Literatur

I DIE MODELLREGION DRESDEN IM WANDEL

ALCAMO, J. (Ed.) (2008): Environmental Futures: The Practice of Environmental Scenario Analysis, (Developments in Integrated Environmental Assessment, Vol. 2), Amsterdam/ Boston/ Heidelberg.

BERNHOFER, CH.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH A. (Hrsg.) (2009): Das Klima in der REGKLAM-Modellregion Dresden. Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM - Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden, Heft 1, Rhombos-Verlag , Berlin.

BERNHOFER, CH.; MATSCHULLAT, J.; BOBETH A. (Hrsg.) (2011): Klimaprojektionen für die REGKLAM-Modellregion Dresden. Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM – Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden, Heft 2, Rhombos-Verlag, Berlin.

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel - vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen, Berlin.

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen, Berlin.

GIESEL, K. (2007): Leitbilder in den Sozialwissenschaften: Begriffe, Theorien und Forschungskonzepte, Wiesbaden.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K.; Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva.

MASTRANDREA, M.D.; FIELD, C.B.; STOCKER, T.F.; EDENHOFER, O.; EBI, K.L.; FRAME, D.J.; HELD, H.; KRIEGLER, E.; MACH, K.J.; MATSCHOSS, P.R.; PLATTNER, G.-K.; YOHE, G.W.; ZWIERS, F.W. (2010): Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

SCHANZE, J.; SAUER, A. (2012): Abschätzung möglicher Folgen des Klimawandels auf stadtregionaler Ebene, in: BIRKMANN, J.; SCHANZE, J.; MÜLLER, P.; STOCK, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung - Grundlagen, Strategien, Instrumente. Hannover, ARL, (E-Paper der ARL; 13), 15 - 28.

II STRATEGISCHE THEMEN FÜR DIE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL IN DER MODELLREGION DRESDEN

Städtebauliche Strukturen, Grün- und Freiflächen sowie Gebäude

ANSEL, W.; BAUMGARTEN, H.; DICKHAUT, W.; KRUSE, E.; MEIER, R. (2011): Leitfaden Dachbegrünung für Kommunen. Nutzen – Fördermöglichkeiten – Praxisbeispiele. Nürtingen: Deutscher Dachgärtner Verband (DDV). Kostenfreier Bezug: www.dachgaertnerverband.de

ARBEITSKREIS KLEINGARTENWESEN beim Deutschen Städtetag und der Gartenamtsleiterkonferenz (2013): Leitlinien des Deutschen Städtetages zur nachhaltigen Entwicklung des Kleingartenwesens in den Städten. Berlin.

BENNERSCHEIDT, C; BOSSELER, B. (2010): Lokale Extremwetterereignisse und die zunehmende Bedeutung der Regenwassernutzung für das öffentliche Grün. In: Dujesiefken, D. (Hrsg.): Jahrbuch der Baumpflege (2010), 50-57.

BERGMANN, K.-C.; ZUBERBIER, T.; SUGUSTIN, J.; MÜCKE, H.-G.; STRAFF, W. (2012): Klimawandel und Pollenallergie: Städte sollten bei der Bepflanzung des öffentlichen Raums Rücksicht aus Pollenallergiker nehmen. In: Allergo Journal, Heft 2, Jg. 21, 103-108.

BMVBS (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG), BBSR (BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG) (2009): Leitfaden zum Einsatz von Rechtsinstrumenten beim Umgang mit verwahrlosten Immobilien („Schrottimmobilien"). Werkstatt: Praxis Heft 65.

DEUTSCHER STÄDTETAG (2011): Klimagerechte und energieeffiziente Stadtentwicklung. Positionspapier der Fachkommission „Stadtentwicklung" des Deutschen Städtetages.

DEUTSCHER STÄDTETAG (2012): Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte.

DRLIK, S. (2010); Klimawandelanpassung der Pflege und Erhaltung öffentlicher Grünanlagen in Großstädten unter Berücksichtigung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung, untersucht am Fallbeispiel Wien. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

EUROPÄISCHE KOMISSION (2011): Integrierte nachhaltige Stadtentwicklung. Kohäsionspolitik 2014-2020.

MATHEY, J.; RÖßLER, S.; LEHMANN, I.; BRÄUER, A.; GOLDBERG, V.; KURBJUHN, C.; WESTBELD, A. (2011): Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Bd. 111, Bonn – Bad Godesberg.

MUNLV (MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN) (2010): Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel, Düsseldorf.

SÄCHSISCHER STÄDTE- UND GEMEINDETAG (2012): Kommune 2020. Die Zukunft der sächsischen Städte und Gemeinden.

SMI (STAATSMINISTERIUM DES INNERN DES FREISTAATES SACHSEN) (2013): Bekanntmachung des Sächsischen Staatsministeriums des Inneren für die Programme der Städtebauförderung – Programmjahr 2013 (veröff. im SächsAbl vom 06.12.2012, Nr. 49/2012, S. 1420).

SMI (STAATSMINISTERIUM DES INNERN DES FREISTAATES SACHSEN) (2010): Stadtentwicklungsstrategie Sachsen 2020, Dresden.

STIFTUNG DIE GRÜNE STADT (2010): Stadtklimatologie und Grün. Anregungen zur Anpassung an den Klimawandel, Düsseldorf.

VV STÄDTEBAUFÖRDERUNG 2013: Verwaltungsvereinbarung Städtebauförderung 2013 über die Gewährung von Finanzhilfen des Bundes an die Länder nach Artikel 104b des Grundgesetzes zur Förderung städtebaulicher Maßnahmen.

WENDE, W.; RÖßLER, S.; HELD, F. (2013): Green City Lab. Leistungen von Stadtbäumen und -vegetation für einen stadtklimatischen Ausgleich – eine Modellierung am Beispiel Dresdens. In: Aktuelle Fragen der Stadtbaumplanung, -pflege und -verwendung. Tagungsband Dresdner Stadtbaumtage in Dresden. Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt, Beiheft 14.

WENDE, W; RÖßLER, S., KRÜGER. T.; (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelgerechte Stadt- und Freiraumplanung. Heft 6 der Publikationsreihe des BMBF-geförderten Projektes REGKLAM. Berlin: Rhombos (erscheint vsl. 2013).

Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

ATT (ARBEITSGEMEINSCHAFT TRINKWASSERTALSPERREN e. V.) (2009): Integrale Bewirtschaftung von Trinkwassertalsperren gemäß DIN 19700. Band 7, München.

itwh (2012): REGKLAM – Auswirkungen des Klimawandels auf das Überstauverhalten der Dresdner Kanalisation, REGKLAM Teilprojekt 3.2.4, Erläuterungsbericht, Dresden.

LAWA-– Ausschüsse Oberirdische Gewässer und Küstengewässer. Grundwasser und Wasserversorgung sowie ad hoc-Ausschuss Hochwasser (2007): 1. Entwurf eines LAWA-Strategiepapiers ”Klimawandel – Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft” gem. Beschluss Nr. 2 zu TOP 6.2 a zur 133. LAWA-VV in Trier (Stand: 07.09.2007).

LANDESHAUPTSTADT DRESDEN, Umweltamt (2010): Umweltbericht Grundwasser, Dresden.

SCHNEIDER, P.; LÖSER, R.; GOTTSCHALK, N.; SPÄNHOFF, B. (2011): Klimawandel und Wasserwirtschaft. Auswertung und Darstellung der Zusammenhänge zwischen Klima- und Wassertemperaturdaten. LfULG - Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Schriftenreihe, Heft 40/2011, Dresden.

Land- und Forstwirtschaft

ALCAMO, J.; et al. (2003): Millennium Ecosystem Assessment – Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment. Island Press, Washington.

EISENHAUER, D.-R.; SONNEMANN, S. (2009): Waldbaustrategien unter sich ändernden Umweltbedingungen – Leitbilder, Zielsystem und Waldentwicklungstypen, Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, Heft 8, 71 – 88.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2011): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung der Ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER). [SEK(2011), 1153]. [SEK(2011) 1154]. Brüssel, 12.10.2011. 2011/0282 (COD). C7-0340/11 DE.

FRANK, S.; FÜRST, C.; KOSCHKE, L.; MAKESCHIN, F. (2012): A contribution towards a transfer of the ecosystem service concept to landscape planning using landscape metrics. Ecological Indicators 21, 30-38.

KRABEL, D.; LIESEBACH, M.; SCHNECK, V.; WOLF, H. (2010): Transfer von Staat- und Pflanzgut innerhalb Europas, Was wissen wir? Forst & Holz, 65, 11.

LATTAUSCHKE, G. (2009): Auswirkungen des projizierten Klimawandels und Anpassungsmöglichkeiten des Gartenbaus (Obst-, Gemüse- und Weinbaus) in Sachsen. In: LfULG (2009): Klimawandel und Landwirtschaft. Fachliche Grundlage für die Strategie zur An-passung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.

LfULG (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE) (2009a): Statusbericht Land- und Ernährungswirtschaft. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Heft 12/2009, Dresden.

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

MA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT) (2005): Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington D.C.

SCHULTZ, H. R. (2000): Climate change and viticulture: a European perspective on clima-tology, carbon dioxide, and UV-B effects, Aust. J. Grape and Wine Res. 6, 2-12.

SCHULTZ, H. R.; JONES, G. V. (2008): Warnsignal Klima. GEO series4.

SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT) (2007): Ressourcenschonende Landwirtschaft. Betriebswirtschaftliches Fachgespräch am 8.11.2007 in Leipzig. Präsentation von Dr. Ulrich Henk.

SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT) (2009): Klimawandel und Landwirtschaft - Strategie zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel, Dresden.

STAATSBETRIEB SACHSENFORST 2006: Richtlinie zur Anwendung von Holztechnologie im Landeswald 2006.

WOLKE, T. (2008): Risikomanagement, , 2. Aufl, Oldenbourg, München.

Gewerbliche Wirtschaft

BERKHOUT, F.; HERTIN, J.; GANN, D. M. (2006): Learning to adapt: Organisational adaptation to climate change impacts. In: Climatic Change, Vol. 78, Issue 1, 135- 156.

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel - vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen, Berlin.

GÜNTHER, E. (2008): Klimawandel und Resilience Management: Interdisziplinäre Konzeption eines entscheidungsorientierten Ansatzes. Dissertation Handelshochschule Leipzig (HHL), 2008.

IHK (Industrie- und Handelskammer) MÜNCHEN UND OBERBAYERN; BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2009): Die Wirtschaft und der Klimawandel – Reaktionen der Unternehmen. Ergebnisse einer Umfrage unter mehr als 1000 oberbayerischen Unternehmen aus dem Jahr 2009. München.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge.

KOSOW, H.; GAßNER, R. (2008): Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse: Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien, Werkstattbericht Nr. 103, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin.

SMIT, B.; WANDEL, J. (2006): Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. In: Global Environmental Change, Issue 16, 282-292.

VON REIBNITZ, U. (1992): Szenario-Technik. Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung, 2. Auflage, Wiesbaden.

Naturschutz

BOUMWA, I.M.; VOS C.; BIEMANS, M.; McIntosh, N.; VAN APELDOORN R.; VERDONSCHOT, P. (2012): Guidelines on dealing with the impact of climate change on the management of Natura 2000. Final Draft Version to be subject to approval of Commission Services, 11 July 2012. URL: http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/N2_CC_guidelines.pdf [Zugriff am 13.12.2012].

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) und BMVBS (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG) (2012): Bundesprogramm Wiedervernetzung. Beschlossen vom Bundeskabinett am 29. Februar 2012.

FUCHS, D.; HÄNEL, K.; LIPSKI, A. (2011): Länderübergreifender Biotopverbund in Deutschland. Naturschutz und Biologische Vielfalt 96. 192 S. Landwirtschaftsverlag, Münster.

LANA (BUND/LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ, LANDSCHAFTSPFLEGE UND ERHOLUNG) (2009): Ergebnisse des Fachgesprächs „Klimawandel und Naturschutz" am 17. Juni 2009 in Kassel (Stand: August 2009).

LfUG (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE) (Hrsg.) (2007): Fachliche Arbeitsgrundlagen für einen landesweiten Biotopverbund im Freistaat Sachsen – Pilotphase, Dresden.

LfULG (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE) (2011): Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen. Schriftenreihe, Heft 43/2011.

LfULG (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE) (2012): Konkretisierung der Biotopverbundplanung. F+E-Vorhaben. Hinweis von: Dr. S. Uhlemann, LfULG.

LfULG (SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE) (2013): Bilanzierung der Landschaftspflege in Sachsen. Schriftenreihe, Heft 17/2013.

PETERMANN, J.; BALZER, S.; ELLWANGER, G.; SCHRÖDER, E.; SSYMANK, A. (2007): Klimawandel – Herausforderung für das europaweite Schutzgebietssystem Natura 2000. Naturschutz und Biologische Vielfalt 46, 127-148.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND WESTSACHSEN (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse zum Klimawandel Modellregion Westsachsen. TU Dresden im Auftrag des regionalen Planungsverbandes Leipzig-Westsachsen im Rahmen des Klima-MORO, Leipzig/Dresden.

REGIONALER PLANUNGSVERBAND OBERLAUSITZ-NIEDERSCHLESIEN (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse Oberlausitz-Niederschlesien. TU Dresden im Auftrag des regionalen Planungsverbandes Oberlausitz-Niederschlesien, Dresden.

REICH, M.; RÜTER, S.; PRASSE, R.; MATTHIES, S.; WIX, N.; ULLRICH, K. (2012): Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel? Naturschutz und Biologische Vielfalt 122, 170 S. Landwirtschaftsverlag, Münster.

SMI (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN) (2013): Landesentwicklungsplan 2013 (Durch die Sächsische Staatsregierung am 12.07.13 als Rechtsverordnung beschlossen). Dresden.

SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT) (Hrsg.) (2011): Informationssystem Moore - Erstellung eines Fachkonzepts für ein landesweites Informationssystem zur Lage und Verbreitung von Mooren und anderen organischen Nassstandorten (SIMON). LfULG-Schriftenreihe Heft 14/2011, Dresden.

SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT) (2013): Waldstrategie 2050. Dresden, Kabinettsvorlage, 5.3.2013.

SCHLUMPRECHT, H.; FLEMMING, D.; SCHNEIDER, P.; TUNGER, B.; FORSTING, I.; LÖSER, R. (2005): Folgewirkungen der Klimaänderungen für den Naturschutz – ausgewählte Arten und Ökosysteme (Endbericht zum gleichnamigen Projekt im Auftrag des LfUG), Chemnitz.

SCHLUMPRECHT, H.; LAUBE, J.; SCHNEIDER, P.; LÖSER, R. (2006): Auswirkungen des Klimawandels auf wasserabhängige Ökosysteme I (Endbericht zum gleichn. Projekt im Auftrag des LfUG).

SCHLUMPRECHT, H.; BITTNER, T.; JAESCHKE, J.; JENTSCH, A.; REINEKING, B.; BEIERKUHNLEIN, C. (2010): Gefährdungsdisposition von FFH-Tierarten Deutschlands angesichts des Klimawandels - Eine vergleichende Sensitivitätsanalyse. Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (10), 293-303.

Rechtsquellen

BauGB: Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist.

BauNVO: Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist.

BBodSchG: Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 5 Absatz 30 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

BNatSchG: Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das durch Artikel 4 Absatz 100 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.

DüV: Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 36 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

WRRL: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, ABl. EG 2000, L 327, S. 1.

Erlaubnisfreiheits-VO: Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über die Erlaubnisfreiheit von bestimmten Benutzungen des Grundwassers (Erlaubnisfreiheits-Verordnung - ErlFreihVO), SächsGVBl. 2001, S. 675.

FlurbG: Flurbereinigungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. März 1976 (BGBl. I S. 546), das zuletzt durch Artikel 17 des Gesetzes vom 19. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2794) geändert worden ist.

Grundwasser-Tochterrichtlinie: Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung, ABl. EU 2006, L 372, S. 19.

PflSchG: Pflanzenschutzgesetz vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148, 1281), das durch Artikel 4 Absatz 87 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist.

RL AuW/2007: Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung von flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen und der ökologischen Waldmehrung im Freistaat Sachsen, SächsABl. Jg. 2007, Bl.-Nr. 49, S. 1694, 2008 S. 228.

RL ILE/2011: Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Integrierten Ländlichen Entwicklung im Freistaat Sachsen, SächsABl. Jg. 2012, Bl.-Nr. 26, S. 761.

RL NE/2007: Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft für die Förderung von Maßnahmen zur Sicherung der natürlichen biologischen Vielfalt und des natürlichen ländlichen Erbes im Freistaat Sachsen, SächsABl. Jg. 2008, Bl.-Nr. 5, S. 218.

RL WuF/2007: Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung der naturnahen Waldbewirtschaftung, forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse und des Naturschutzes im Wald im Freistaat Sachsen, SächsABl. Jg. 2007, Bl.-Nr. 44, S. 1449.

ROG: Raumordnungsgesetz vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist.

SächsBO: Sächsische Bauordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juni 2004 (SächsGVBl., S. 200); zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Oktober 2011 (SächsGVBl., S. 377).

SächsLPlG: Gesetz zur Raumordnung und Landesplanung des Freistaates Sachsen vom 11. Juni 2010 (SächsGVBl. S. 174), geändert durch Artikel 28 des Gesetzes vom 27. Januar 2012 (SächsGVBl. S. 130, 556).

SächsNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege im Freistaat Sachsen vom 6. Juni 2013, SächsGVBl. 2013, S. 451.

SächsWG: Sächsisches Wassergesetz vom 12. Juli 2013, SächsGVBl. 2013, S. 503.

WHG: Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das durch Artikel 4 Absatz 76 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154), geändert worden ist.

REGKLAM-Produkte

P 1.1c REGKLAM-KONSORTIUM (Hrsg.) (2013): Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Region Dresden. Grundlagen, Ziele und Maßnahmen. REGKLAM-Publikationsreihe, Heft 7. Rhombos-Verlag, Berlin.

P 1.2a STECHEMESSER, K.; HERRMANN, J., MEYR, J. (2012): Empirische Ergebnisse zu KMU und Klimaanpassung. REGKLAM-Bericht P 1.2a. Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für betriebliche Umweltökonomie.

P 1.2b Entscheidungshilfen für KMU zur Anpassung an den Klimawandel, REGKLAM-Bericht P 1.2b

P 1.2c Top-down- und Bottom-up-Strategien zur Anpassung an den Klimawandel, REGKLAM-Bericht P 1.2c

P 1.3a HUTTER, G.; BOHNEFELD, J. (n.d.): Ergebnisbericht Strategieentwicklung. Vielfalt und Methode – Über den Umgang mit spannungsreichen Anforderungen beim Formulieren eines Klimaanpassungsprogramms am Beispiel von REGKLAM, REGKLAM-Bericht P 1.3a, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung.

P 1.3b Transferkonzept, REGKLAM-Bericht P 1.3b

P 1.3c Anwendungsfall: Transferkonzept im Baubereich, REGKLAM-Bericht P 1.3c

P 2.1a HEIDENREICH, M. (2012): Adaptive dynamische Klimadatenbank der Region Dresden bis 2100, REGKLAM-Bericht P 2.1a, Technische Universität Dresden, Professur für Meteorologie, Tharandt.

P 2.1b HÄNSEL, S.; HOY, A. (2012): Projektionen der Entwicklung von Häufigkeit, Intensität, Andauer und räumliche Ausdehnung von Dürreperioden und Zusammenhänge zur atmosphärischen Zirkulation für das 21. Jahrhundert, REGKLAM-Bericht P 2.1b

P 2.1c HEIDENREICH, M.; FRANKE, J.; RIEDEL, K.; HÄNSEL, S.; HOY, A.; FESKE, N.; FOLTYN, M. (2012): Dokumentation, nutzerspezifische Analyse und Darstellung der Klimaprojektionen, REGKLAM-Bericht P 2.1c, Technische Universität Dresden, Professur für Meteorologie, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

P 2.2a Prognose der durch den Klimawandel bedingten Feinstaubbelastung, REGKLAM-Bericht P 2.2.a

P 2.2b SCHEINHARDT, S.; SPINDLER, G.; MÜLLER, K.; IINUMA, Y.; GRÜNER, A.; HERRMANN, H.; LEISE, S.; ZIMMERMANN, F.; MATSCHULLAT, J. (2012): Abschätzung der größenaufgelösten Partikelkonzentration und -zusammensetzung wetterlagenorientierter experimenteller Messungen, REGKLAM-Bericht P 2.2.b, TROPOS - Leibniz-Institut für Troposphärenforschung; Technische Universität Bergakademie Freiberg

P 2.2c LEISE, S.; ZIMMERMANN, F.; MATSCHULLAT, J.; SCHEINHARDT, S.; SPINDLER, G.; HERRMANN, H. (2013): Unter künftigen ‚Normalbedingungen' zu erwartende chemische, größenfraktionierte Aerosol- und Feinstaub- Charakteristik einschließlich Herkunft, Transport, Deposition, REGKLAM-Bericht P 2.2.c, Technische Universität Bergakademie Freiberg; TROPOS - Leibniz-Institut für Troposphärenforschung.

P 2.3a STECHEMESSER, K. (2010): Methode zur Ableitung betriebswirtschaftlicher Szenarien. Industries tackling the impacts of climate change: scenarios for regions, REGKLAM-Bericht P 2.3a, Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Umweltökonomie, Dresden.

P 2.3b BAUM, K.; NAGEL, W. (2012): Volkswirtschaftliche Szenarien für die Modellregion Dresden, REGKLAM-Bericht P 2.3b, ifo - Institut für Wirtschaftsforschung

MEYR, J.; GÜNTHER, E. (2011): Denken in Zukünften - Möglichkeiten der Szenariotechnik, REGKLAM-Bericht P 2.3b, Technische Universität Dresden Lehrstuhl für betriebliche Umweltökonomie, Marburg.

P 2.3c STECHEMESSER, K.; MEYR, J. (2012): Politikempfehlungen für die Landeshauptstadt Dresden, REGKLAM-Bericht P 2.3c, Technische Universität Dresden, Betriebliche Umweltökonomie.

P 2.3d MEYR, J.; STECHEMESSER, K.; HERRMANN, J. (2013): Strategische und operative Schlussfolgerungen für regionale Unternehmen, REGKLAM-Bericht P 2.3c, Technische Universität Dresden, Betriebliche Umweltökonomie.

P 2.4a Dokumentation des gebiets- und fragestellungsspezifischen Szenarioansatzes, REGKLAM-Bericht P 2.4a

P 2.4b SAUER, A.; SCHANZE, J. (2011): Dokumentation der Projektionen für maßgebliche gesellschaftliche und naturräumliche Kenngrößen, REGKLAM-Bericht P 2.4b, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden.

P 2.4c SAUER, A.; SCHANZE, J. (2012): Entwurf alternativer Raumnutzungs- bzw. Flächenbedarfsprojektionen, REGKLAM-Bericht P 2.4c, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden.

P 2.4d SCHANZE, J. (2011): Fragestellungsspezifischer Ansatz zur Szenariobewertung, REGKLAM-Bericht P 2.4d, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

P 2.4e SAUER, A.; SCHWARZAK, M., KRETSCHMER, O., SCHANZE, J. (2011): Methode/Modell zur Projektion von Raumnutzungsänderungen bzw. Änderungen des Flächenbedarfs, REGKLAM-Bericht P 2.4e, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden.

P 2.4f Abgestimmte alternative Raumnutzungs- bzw. Flächenbedarfsprojektionen (GIS-Datensätze, Karten), REGKLAM-Bericht P 2.4f

P 3.1.1a NAUMANN, T.; HENNERSDORF, J.; NIKOLOWSKI, J.; MAY, F. (2010): Identifizierung wesentlicher Gebäude- und Siedlungsstrukturen in der Modellregion; Gebäudetypologie, REGKLAM-Bericht P 3.1.1a, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

P 3.1.1b ULLRICH, K.; REINFRIED, F. (2011): Ex-Post-Analyse von Einwirkungen und Extremereignissen, REGKLAM-Bericht P 3.1.1b, Landeshauptstadt Dresden, Dresden

P 3.1.1c NIKOLOWSKI, J.; FAHRION, M.-S.; HORN, S. (2012): Systematische Sensitivitätsanalysen an Repräsentanten (Baukonstruktion und Haustechnik), REGKLAM-Bericht P 3.1.1c, Technische Universität Dresden, Institut für Baukonstruktion, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden.

P 3.1.1d Katalog bautechnischer Anpassungsoptionen für die Repräsentanten (einschließlich Monetarisierung), REGKLAM-Bericht P 3.1.1d

P 3.1.1e Bewertung ökonomischer Aspekte mit Akteursanalyse, REGKLAM-Bericht P 3.1.1e

P 3.1.2a HENNERSDORF, J.; KRÜGER, T. (2011): Digitale Stadtstrukturkartierung – Analyse der stadtstrukturellen Grundlagen und thermale Charakterisierung von Stadtstrukturen, REGKLAM-Bericht P 3.1.2a, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

P 3.1.2b Darstellung thermisch belasteter Räume in der Stadt-Umland-Region. REGKLAM-Produkt P 3.1.2b

P 3.1.2c HELD, F.; KRÜGER, T. (2011): Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensitiver Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung – Darstellung aktueller und künftig sensitiver Gebiete bei thermischen Belastungen – Anpassungsempfehlungen, REGKLAM-Bericht P 3.1.2c, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden.

P 3.1.2d GILLNER, S.; ROLOFF, A. (2011): Handlungsempfehlungen für die Anpassung des Stadtbaumbestandes, REGKLAM-Bericht P 3.1.2d, Technische Universität Dresden, Institut für Forstbotanik und Forstzoologie, Tharandt.

P 3.1.2e HENNERSDORF, J.; LEHMANN, I. (2011): Strukturbasierte Aussagen zur Veränderung des Grünvolumens und der damit zusammenhängenden ökologischen Flächenleistungen, REGKLAM-Bericht P 3.1.2e, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden

P 3.1.2f REINFRIED, F. (2013): Aufgearbeitete flächen- und raumstatistische Daten und Informationen, REGKLAM-Bericht P 3.1.2f, Landeshauptstadt Dresden, Dresden.

P 3.1.3a SCHUMANN, A.; HERRMANN, A. (n.d.): Bewertung der Produktionszweige: belastbare Datenbasis zu den im Raum Dresden relevanten Produktionszweigen, REGKLAM-Bericht P 3.1.3a, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik, Freiberg.

P 3.1.3b Bewertung der Produktionszweige nach ökonomischem Potenzial, REGKLAM-Bericht P 3.1.3b

P 3.1.3c Auswahl repräsentativer Referenzfälle, REGKLAM-Bericht P 3.1.3c

P 3.1.3d Ist-Zustandsbeschreibung der ausgewählten Unternehmen, REGKLAM-Bericht P 3.1.3d

P 3.1.3e Szenarienbasierte Analyse der klimawandelbezogenen Herausforderungen von vier branchentypischen Beispielen und der technologischen Möglichkeiten zur erfolgreichen Anpassung, REGKLAM-Bericht P 3.1.3e

P 3.1.3f HERRMANN, A.; FERCHAU, E. (2012): Ausarbeitung konkreter Vorschläge für die Industrie zur Vorbereitung auf und Anpassung an wahrscheinliche klimatische Veränderungen im Raum Dresden, REGKLAM-Bericht P 3.1.3f, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg.

P 3.2.1a MÜLLER, R.; PRANGE, N.; WAGNER, M. (2013): Wasserhaushalt für projizierte Klimaszenarien, REGKLAM-Bericht P 3.2.1a, Technische Universität Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Dresden.

P 3.2.1b MÜLLER, R. (2013): Stochastische Zuflussganglinien, REGKLAM-Bericht P 3.2.1b, Technische Universität Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Dresden

P 3.2.1c BENNING, R.; JULICH, S. (2012): Prognostizierte Zusammensetzung des Stoffaustrages aus verschiedenen Landnutzungen für prognostizierte Klimaszenarien, REGKLAM-Bericht P 3.2.1b, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt.

P 3.2.1d MÜLLER, R. (2013): Multikriterielles Optimierungsverfahren zur Bewirtschaftungsplanung von Stauräumen, REGKLAM-Bericht P 3.2.1d, Technische Universität Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie, Dresden.

P 3.2.2a Qualifizierung und Quantifizierung rezenten und zukünftigen N-A-Verhaltens auf verschiedenen Skalenebenen in Stadt und Umland, REGKLAM-Bericht P 3.2.2a

P 3.2.2b Veränderung der Grundwasserneubildung im Stadtgebiet Dresden, REGKLAM-Bericht P 3.2.2b

P 3.2.2c Risikokarten/Impaktkarten Grundwasserdefizite, REGKLAM-Bericht P 3.2.2c

P 3.2.2d Methodik für die Ausweisung zukünftiger Grundwassergleichgewichts-, Überschuss- und Defizitgebiete in urbanen Gebieten, REGKLAM-Bericht P 3.2.2d

P 3.2.2e ULLRICH, K. (2013): Behördenleitfaden Grundwasserbewirtschaftung und Klimawandel, REGKLAM-Bericht P 3.2.2e, Landeshauptstadt Dresden.

P 3.2.3a MÜLLER, S. (n.d.): Strategien zur Optimierung der Trinkwasseraufbereitung aus Uferfiltrat bei variabler Rohwasserqualität, REGKLAM-Bericht P 3.2.3a, Technische Universität Dresden, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Dresden.

P 3.2.3b SLAVIK, I. (2012): Modell zur Beschreibung des Einflusses von Veränderungen im Rohwasser auf den Flockungsmittelbedarf und die Produktivität bei der Trinkwasseraufbereitung, REGKLAM-Bericht P 3.2.3b, Technische Universität Dresden, Professur Wasserversorgung.

P 3.2.3c SLAVIK, I. (2013): Anwendungsorientierte Erkenntnisse zum Einsatz des Hybridverfahrens Flockung / Ultrafiltration bei der Trinkwasseraufbereitung aus Flusswasser, REGKLAM-Bericht P 3.2.3c, Technische Universität Dresden, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Dresden.

P 3.2.4a INSTITUT FÜR TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE HYDROLOGIE GMBH (2011): Strategien zur Verminderung der Überstauhäufigkeit, REGKLAM-Bericht P 3.2.4a, Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Dresden.

P 3.2.4b BRODIEN, M.; DAPOZ, P.; TRÄNCKNER, J. (2012): Bewirtschaftungskonzept Kanalsedimente, REGKLAM-Bericht P 3.2.4b, Technische Universität Dresden, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Dresden.

P 3.2.4c TRÄNCKNER, J.; SEYDEL, J. (n.d.): Auswirkungen des Klimawandels auf die Emission aus Kanalnetzen - Strategien zur Verringerung der Frachtspitzen, REGKLAM-Bericht P 3.2.4c, Technische Universität Dresden, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Dresden.

P 3.2.4d KÜHN, V.; KEMPKE, S.; EFFENBERGER, J.; GÜNTHER, N. (2013): Strategien zur Anpassung der Kläranlagenprozesse, REGKLAM-Bericht P 3.2.4d, Technische Universität Dresden, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, Dresden.

P 3.3.1a LORENZ, M. (2011a): Anpassungsmaßnahmen des Ackerbaus an den Klimawandel, REGKLAM-Bericht P 3.3.1a, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.1b LORENZ, M. (2012b): Erstellung eines Erosionsschutzkonzeptes, REGKLAM-Bericht P 3.3.1b, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.1c LORENZ, M. (2011b): Anpassung von Anbaustrategien und –verfahren im Obstbau, REGKLAM-Bericht P 3.3.1c, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.1d LORENZ, M. (2011c): Erarbeitung von Sortenanbaustrategien des Weinbaus, REGKLAM-Bericht P 3.3.1d, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.1e LORENZ, M. (2012a): Erarbeitung wassersparender, teilschlagbezogener Beregnungs- bzw. Bewässerungssysteme, REGKLAM-Bericht P 3.3.1e, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.1f LORENZ, M. (2012c): Konzepte alternativer Landnutzung durch den Anbau spezieller Energiepflanzen, REGKLAM-Bericht P 3.3.1f, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.1g KÖSTNER, B. (2013): Bereitstellung eines regionalangepassten Entscheidungsunterstützungssystems, REGKLAM-Bericht P 3.3.1g, Technische Universität Dresden, Professur Meteorologie, Institut für Hydrologie und Meteorologie

P 3.3.1h LORENZ, M. (2013): Erarbeitung von Beratungsempfehlungen und Schulung regionaler Akteure, REGKLAM-Bericht P 3.3.1h, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen.

P 3.3.2a SONNEMANN, S. (2011c): Entwicklung einer standörtlich basierten Risikokartierung, REGKLAM-Bericht P 3.3.2a, Staatsbetrieb Sachsenforst Referat Waldbau / Waldschutz, Pirna.

P 3.3.2b SONNEMANN, S. (2011d): Potenzialabschätzung für einzelne Waldfunktionen und Vorrangfunktionen, REGKLAM-Bericht P 3.3.2b, Staatsbetrieb Sachsenforst Referat Waldbau / Waldschutz, Pirna.

P 3.3.2c SONNEMANN, S. (2011b): Anpassung der Waldumbaustrategie für den Landeswald und kommunale und private Waldbesitzer, REGKLAM-Bericht P 3.3.2c, Staatsbetrieb Sachsenforst Referat Waldbau / Waldschutz, Pirna.

P 3.3.2d FRANK, S. (2012b): Bereitstellung eines regional angepassten Entscheidungsunterstützungssystems, REGKLAM-Bericht P 3.3.2d, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt.

P 3.3.2e FRANK, S. (2013): Erarbeitung von Beratungsempfehlungen und Schulung regionaler Akteure, REGKLAM-Bericht P 3.3.2e, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt.

P 3.3.3a FÜRST, C. (2011): Bestimmung künftiger Boden- und Ökosystemfunktionen nach Klimawandel, REGKLAM-Bericht P 3.3.3a, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre.

P 3.3.3b WITT, A. (2012): Kartierung und Ausweisung von Risikogebieten, REGKLAM-Bericht P 3.3.3b, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt.

P 3.3.3c Modellierung von Landnutzungsänderungen, REGKLAM-Bericht P 3.3.3c

P 3.3.3d Anpassung des webbasierten Planungstools "Pimp Your Landscape", REGKLAM-Bericht P 3.3.3d

P 3.3.3e FRANK, S. (2012a): Aufstellung der Best-practice Optionen zur Klimaanpassung, REGKLAM-Bericht P 3.3.3e, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre.

P 3.3.3f KOSCHKE, L. (2013): Erarbeitung eines online verfügbaren Entscheidungsbaumes, REGKLAM-Bericht P 3.3.3f, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre.

P 3.3.3g WITT, A. (2013): Formulierung Umsetzungsstrategie, REGKLAM-Bericht P 3.3.3g, Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt.

Ausgewählte Abkürzungen

ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
ATT	Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e. V.
AuW	Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
BföS	Büro für ökologische Studien Bayreuth
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BTLNK	Biotopen- und Landnutzungskartierung
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V
BWS	Bruttowertschöpfung
CC	Cross Compliance
CCLM	COSMO-ClimateLimited-areaModelling
CIR	Color Infrared
CLM	Community Land Model
CULTAN	Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition (deutsch: kontrollierte Langzeitammoniumernährung)
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.
DGFZ	Dresdner Grundwasserforschungszentrum e. V.
DGM	Digitales Geländemodell
DIN	Deutsche Industrienorm
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DSS	Decision Support System
dt	Dezitonne
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
ECHAM5	Am Hamburger Max-Planck-Institut (MPI) für Meteorologie entwickeltes globales atmosphärisches Zirkulationsmodell, Version 5
EFH	Einfamilienhaus
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raums
ENVI-met	Speziell für die Anwendung im urbanen Raum konzipiertes 3D-Mikroklimamodell
EROSION-3D	Rasterbasiertes, physikalisch begründetes und computergestütztes Modell zur Simulation von Bodenabtrag, Deposition und Sedimenteintrag in Fließgewässer.
F+E	Forschung und Entwicklung
FFH	Flora-Fauna-Habitat

FNP	Flächennutzungsplan
FSK	Forstliche Standortkartierung
FuE	Forschung und Entwicklung
FWZ	Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse
GIS	Geoinformationssystem
GISCAME	Geographic Information System Cellular Automaton Multicriteria Evaluation
HABIT-CHANGE	Adaptive Management of Climate-induced Changes of Habit Diversity in Protected Areas (Projekt)
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan
HWK	Handwerkskammer
ifo Institut	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e. V.
IHK	Industrie- und Handelskammer
ILE	Integrierte Ländliche Entwicklung
IKSE	Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
IÖR	Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung
IPCC	International Panel on Climate Change
IRKAP	Integriertes Regionales Klimaanpassungsprogramm für die Modellregion Dresden
ISO	International Organization of Standardization
itwh	Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie
K	Kelvin
KliWES	Auswirkungen der Klimaänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt in Einzugsgebieten der sächsischen Gewässer (Projekt)
KMC	Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e. v.
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
KUP	Kurzumtriebsplantagen
LandCaRe-DSS	Land, Climate, Resources – Decision Support System
LAWA	Bund/Länder Arbeitgemeinschaft Wasser
LEADER	Liaison entre actions de développement de l'economie rurale, deutsch: Verbindung zwischen Aktionen zur Entwicklung der ländlichen Wirtschaft
LEP	Landesentwicklungsplan
LfUG	Landesamt für Umwelt und Geologie (Vorgängerbehörde des LfULG)
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LH	Landeshauptstadt
LRT	Lebensraumtypen
LTV	Landestalsperrenverwalltung
MFH	Mehrfamilienhaus
MMK	Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung
N	Stickstoff
Nano-CC-UFS	Nanotechnologie-Kompetenzzentrum „Ultradünne funktionale Schichten"
NE	Natürliches Erbe
NN	Normalnull

NSG	Naturschutzgebiet
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P	Phosphor
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PAR	Photosynthetically Active Radiation
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PET	Psychological Equvivalent Temperature
PDCA	Plan – Do – Check - Act
PM10	Particulate Matter < 10µm
PMV	Predicted Mean Vote
PSM	Pflanzenschutzmittel
REGKLAM	Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden (Projekt)
REMO	Regional Climate Modelling
REPRO	Software für landwirtschaftliche Betriebe (http://www.nachhaltige-landbewirtschaftung.de/repro/
RL	Richtlinie
RPV OE/OE	Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge
RZV	Regional-Wasser/Abwasser-Zweckverband Zwickau/Werdau
S	Schwefel
SAENA	Sächsische Energieagentur
SBS	Staatsbetrieb Sachsenforst
sDSS	Spatial Decision Support System
SEDD	Stadtentwässerung Dresden
SFIV	Sächsischer Fleischer-Innungs-Verband
SHJ	Sommerhalbjahr
SIMON	Sächsisches Informationssystem für Moore und organische Nassstandorte
SMI	Sächsisches Staatsministerium des Innern
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SMWi	Sächsisches Staatministerium für Wirtschaft
SPA	Special Protection Area (Europäisches Vogelschutzgebiet)
SQ	Status quo
SRES	Special Report on Emissions Scenarios
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
ST	Strategisches Thema
SW	Jüngste Wanderungstendenz
TBT	Tributylzinn
THG	Treibhausgase
TROPOS	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e. V.
TU BAF	Technische Universität Bergakademie Freiberg
TUD	Technische Universität Dresden
UFOPLAN	Umweltforschungsplan (Förderprogramm der Bundesrepublik Deutschland)

uV	Untere Variante
UZVR	Unzerschnittene, verkehrsarme Räume
VDI	Verein deutsche Ingenieure
VDLUFA	Verband deutscher landwirtschaflicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VEMAS	Verbundinitiative Maschinebau Sachsen
vTI-baseline	Agrarökonomische Projektionen für Deutschland des Johann Heinrich von Thünen-Instituts Braunschweig (vTI)
VV	Verwaltungsvereinbarung Städtebauförderung 2013
VwV	Verwaltungsverordnung
WE	Wohneinheiten
WET	Waldentwicklungstypen
WEREX IV	Wetterlagen-Regionalisierung-Extreme
WETTREG 2010	Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode 2010
WWF	World Wide Fund for Nature
ZFH	Zweifamilienhaus