

An aerial photograph of a landscape, likely a valley or a rural area, with green fields, brown soil, and dense green forests. The landscape is partially obscured by large, fluffy white clouds that appear to be rising from the ground or a low altitude. The sky above the clouds is a deep, dark blue, suggesting a clear day with high contrast.

Bayerische Klima- Anpassungsstrategie



Bayerische Klima- Anpassungsstrategie

Impressum

Bayerische Klima-Anpassungsstrategie
Ausgabe 2016

Herausgeber:

Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz
Rosenkavalierplatz 2
81925 München
Tel.: +49 89 9214-00 (Durchwahl)
Fax.: +49 89 9214 2266
E-Mail: poststelle@stmuv.bayern.de
Internet: www.stmuv.bayern.de

Konzept und Redaktion

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU),
Referat 81, Susann Schwarzak, Dr. Michael Joneck

Layout:

LfU, Referat 13

Bildnachweis:

siehe S. 218

Druck:

Himmer GmbH Druckerei & Verlag
Steinerne Furt 95, D-86167 Augsburg

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Stand: November 2016
aktualisiert im März 2017 (S. 55)

Auflage: 5.000

INHALT

Vorwort	5
Zusammenfassung	6
Summary	7
Präambel	8
Strategischer Ansatz	9
Klimawandel in Bayern	12
Klimamonitoring	14
Zukünftige Klimaänderung	20
Klimaauswirkung und Klimaanpassung in den betroffenen Handlungsfeldern	24
Klimaauswirkung und Vulnerabilität	26
Klimaanpassung	30
1 Wasserwirtschaft	32
Klimaauswirkungen auf die Wasserwirtschaft	34
Klimaanpassung in der Wasserwirtschaft	39
2 Landwirtschaft	50
Klimaauswirkungen auf die Landwirtschaft	52
Klimaanpassung in der Landwirtschaft	56
3 Wald und Forstwirtschaft	66
Klimaauswirkungen auf Wald und Forstwirtschaft	68
Klimaanpassung in der Forstwirtschaft	71
4 Naturschutz	76
Klimaauswirkungen auf den Naturschutz	78
Klimaanpassung im Naturschutz	81
5 Bodenschutz und Georisiken	92
Klimaauswirkungen auf Bodenschutz und Georisiken	94
Klimaanpassung Bodenschutz und Georisiken	99
6 Menschliche Gesundheit	104
Klimaauswirkungen auf die menschliche Gesundheit	106
Klimaanpassung in der menschlichen Gesundheit	110
7 Katastrophenschutz	114
Klimaauswirkung auf den Katastrophenschutz	116
Klimaanpassung im Katastrophenschutz	117
8 Raumordnung	120
Klimaauswirkungen auf die Raumordnung	122
Klimaanpassung in der Raumordnung	123

9 Städtebau / Bauleitplanung	126
Klimaauswirkungen auf Städtebau/Bauleitplanung	128
Klimaanpassung im Städtebau/Bauleitplanung	130
10 Bauwesen	136
Klimaauswirkungen auf das Bauwesen	138
Klimaanpassung im Bauwesen	139
11 Straßenbau und Verkehr	142
Klimaauswirkungen auf Straßenbau und Verkehr	144
Klimaanpassung im Straßenbau und Verkehr	146
12 Energiewirtschaft	150
Klimaauswirkungen auf die Energiewirtschaft	152
Klimaanpassung in der Energiewirtschaft	155
13 Industrie und Gewerbe	158
Klimaauswirkungen auf Industrie und Gewerbe	160
Klimaanpassung in Industrie und Gewerbe	162
14 Tourismus	166
Klimaauswirkungen auf den Tourismus	168
Klimaanpassung im Tourismus	170
15 Finanzwirtschaft	172
Klimaauswirkungen auf die Finanzwirtschaft	174
Klimaanpassung in der Finanzwirtschaft	175
Klimawandel in den Alpen	178
Rahmenvorgaben und Kompetenzen des Bundes	186
Projekte, Forschungs- und Untersuchungsbedarf	188
Umsetzungsmöglichkeiten der BayKLAS	200
Abkürzungsverzeichnis	205
Glossar	208
Literatur	213

VORWORT

Der Klimawandel ist eine der großen Herausforderungen der Menschheit und er nimmt an Dynamik zu. Das Jahr 2015 markiert einen neuen Rekord der globalen Temperatur. Nach Angaben der Weltorganisation für Meteorologie lag die Durchschnittstemperatur fast ein Grad über dem vorindustriellen Wert. Damit wurde das bisherige Rekordjahr 2014 noch einmal um 0,16 Grad übertroffen. Dies hat gravierende Folgen auch für Bayern. Die Bayerische Klima-Anpassungsstrategie zeigt auf, welche Veränderungen schon jetzt in Bayern zu verzeichnen sind und was in Zukunft zu erwarten ist.

Auch wenn es andere Regionen der Welt wohl schlimmer treffen wird, auch wir in Bayern sind gut beraten auf die Entwicklungen frühzeitig zu reagieren und uns in allen Lebensbereichen bestmöglich an den Klimawandel anzupassen. Deshalb ist die regionale Anpassung an die Folgen des Klimawandels eine der drei Säulen des Bayerischen Klimaschutzprogramms Bayern 2050. Es gilt Bayern klimasicher zu machen. Wesentliche Bereiche sind im Klimaschutzprogramm genannt. Neben Hochwasserschutz und Vorsorge vor Dürre und Trockenheit gilt unser Augenmerk auch den Wäldern und Schutzwäldern im Gebirge sowie den Biotopverbänden.

Die Entscheidung der Weltklimakonferenz von Paris nimmt erstmals in der Geschichte auch die Folgen des Klimawandels in den Blick und thematisiert Klimaanpassung und die bereits aktuell eintretenden Klimaschäden. Damit tritt die Anpassung gleichrangig an die Seite der Emissionsminderung. Die Konferenz von Paris ist somit ein wichtiges Signal für alle Staaten der Welt, sich mit den Folgen des Klimawandels auseinanderzusetzen.

Bayern hat mit seiner Klima-Anpassungsstrategie bereits im Jahr 2009 frühzeitig auf die Herausforderungen der Zukunft reagiert und für wichtige Handlungsfelder einen strategischen Ansatz zum Umgang mit dem Klimawandel vorgelegt. Nun sieben Jahre später und nach der Konferenz von Paris ist es an der Zeit, diesen vorbildlichen Ansatz unter Berücksichtigung des aktuellen Erkenntnisstandes weiter auszubauen.



Horst Seehofer MdL
Bayerischer Ministerpräsident



Ulrike Scharf MdL
Bayerische Staatsministerin für
Umwelt und Verbraucherschutz

ZUSAMMENFASSUNG

Der Klimawandel ist längst in Bayern angekommen und zeigt seine Auswirkungen in allen Bereichen des öffentlichen Lebens. Um die negativen Auswirkungen des Klimawandels möglichst gering zu halten, ist neben der Reduktion von Treibhausgasemissionen eine Anpassung an die klimatischen Veränderungen und ihre Folgen notwendig. Bereits 2009 entwickelte der Freistaat Bayern mit der „Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)“ daher eine der ersten Anpassungsstrategien auf Länderebene. Mit der vorliegenden Broschüre wird die BayKLAS aus dem Jahr 2009 aktualisiert und weiterentwickelt, um die klimasensitiven und verwundbaren Bereiche in Wirtschaft, Gesellschaft, Infrastruktur und Natur Bayerns bestmöglich an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Die „Bayerische Klima-Anpassungsstrategie 2016 (BayKLAS 2016)“ stellt einen Überblick über die bereits beobachteten klimatischen Veränderungen als auch die zukünftig zu erwartenden Veränderungen in Bayern dar. Daraus abgeleitet werden die wichtigsten Folgen für alle klimasensitiven Handlungsfelder der BayKLAS 2016 beleuchtet und bereits bestehende als auch mögliche Klimaanpassungsmaßnahmen in Bayern unter Berücksichtigung ihrer Wirksamkeit, Umsetzung, Dringlichkeit, Verantwortlichkeit, Umsetzungsgrundlage und intersektoralen Vernetzung zwischen den Handlungsfeldern vorgestellt. Schwerpunkte bayerischer Klimaanpassungsmaßnahmen sind:

- Hochwasserschutzmaßnahmen
- Stabilisierung und Sicherung des Wasserhaushalts
- Vorsorge gegen Trockenheit und Dürre
- Erhalt und Renaturierung natürlicher beziehungsweise genutzter Kohlenstoffsinken (z. B. Moore)
- Schutzmaßnahmen für (Berg)Wälder
- Stabilisierung der biologischen Vielfalt und Ökosysteme
- Eindämmung von Georisiken
- Vorsorge gegen Gefahren durch neue Schädlinge und Überträger von Krankheiten
- Verringerung der Folgen von Hitzebelastung
- Schaffung einer nachhaltigen und klimaschonenden Siedlungsentwicklung, Verkehrsinfrastruktur, Energieproduktion und Tourismuswirtschaft

Schutz der Alpen und ihrer natürlichen und naturnahen Lebensräume

- Weiterentwicklung von Forschung und Monitoring
- Aufbauend auf Forschungsvorhaben und praktischen Erfahrungen werden Anpassungsmaßnahmen fortwährend aktualisiert, weiterentwickelt und nachjustiert. Die BayKLAS 2016 zeigt überblicksartig aktuelle und bestehende Klimaprojekte in Bayern und den zukünftigen Forschungsbedarf in den betroffenen Handlungsfeldern.

Eine zentrale Bedeutung bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen kommt der Raumplanung mit ihren formellen und informellen Instrumenten zu. Darüber hinaus sind neben der Akzeptanz und personellen Ressourcen vor allem finanzielle Mittel notwendig. Die BayKLAS 2016 informiert über die Vielzahl an Fördermöglichkeiten zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen für Unternehmen, Kommunen oder Privatpersonen.

SUMMARY

Climate change is already taking place and the consequences are becoming apparent in nearly all areas of our everyday life. To minimize the negative impacts of climate change as much as possible, adaptation to climate change and its impacts is every bit as necessary as a reduction in greenhouse gas emissions. Thus, as one of the first German 'Länder' the Free State of Bavaria published the Bavarian Climate Adaptation Strategy (BayKLAS) in 2009. In the present brochure the BayKLAS has been updated and systematically developed to ensure best possible adaptation to the impacts of climate change in Bavaria in the vulnerable fields of economics, society, infrastructure and nature.

The Bavarian Climate Adaptation Strategy 2016 (BayKLAS 2016) provides an overview of the most pronounced climate changes in Bavaria in the past as well as expected changes in future. It highlights the most significant impacts in the fields of action of the BayKLAS 2016 as well as already existing and possible measures for adaptation. All measures are evaluated according to their effectiveness, level of implementation, priority, responsible party, legal and planning basis and intersectionality with other fields of action. Key objectives of the Bavarian climate adaptation measures are:

- flood protection
- stabilization and protection of the hydrological regime
- precautionary action against drought
- preservation and renaturalization of natural carbon sinks (e. g. peat bogs)
- measures to protect (mountain) forests
- stabilization of biodiversity and ecosystems
- reduction of geological risks
- precautionary action against pests and vectors of diseases
- reduction of the impacts of heat stress
- sustainable and climate-friendly settlement development, transportation infrastructure, energy production and tourism
- protection of the Alps and their natural and semi-natural habitats
- further development of climate research and monitoring

Based on research projects and best practice adaptation measures are continually updated, developed and readjusted. Therefore, the BayKLAS 2016 provides an overview of current and existing climate related projects in Bavaria and the need for further research in all fields of action.

Regarding implementation processes, particular emphasis is placed on spatial planning and its formal and informal instruments. In addition, public acceptance and sufficient human and financial resources are crucial. Finally, the BayKLAS 2016 provides information about funding instruments for the implementation of climate adaptation measures in businesses, municipalities or private households.

PRÄAMBEL

Nachdem mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Die Bundesregierung 2008) und dem Aktionsplan Anpassung (Die Bundesregierung 2011) die entsprechenden Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Klima-Anpassungsstrategien auf nationaler Ebene bereitgestellt wurden, können Anpassungsstrategien auf Ebene der Bundesländer und Kommunen entwickelt und implementiert werden. Die Entwicklung einer Klima-Anpassungsstrategie für den Freistaat Bayern erfolgte mit der „Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)“ bereits im Jahr 2009 (StMUG 2009a), die eine der ersten Anpassungsstrategien eines Bundeslandes darstellt.

Mit dem Klimaprogramm Bayern 2020 wurden seit 2008 rund eine Milliarde Euro in Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen investiert (StMUGV 2007). Am 8. Juli 2014 hat die Staatsregierung die fachlichen Grundzüge des Klimaprogramms Bayern 2050 beschlossen (StMUV 2015a). Im Doppelhaushalt 2015/2016 stehen dafür fast 170 Millionen Euro zur Verfügung. Am 9. Oktober 2014 feierte zudem die Bayerische Klima-Allianz¹ mit der Unterzeichnung einer gemeinsamen Charta ihr zehnjähriges Jubiläum. Mit derzeit fast 40 Partnern aus Umwelt- und kommunalen Spitzenverbänden, Kirchen, Jugendarbeit, Bildung, Wirtschaft, Wissenschaft und Sport erreicht und repräsentiert die Bayerische Klima-Allianz mittlerweile einen bedeutenden Anteil der bayerischen Bevölkerung und versteht sich als Multiplikator des Klimaschutz- sowie Klimaanpassungsgedankens. Auch der Umweltpakt Bayern², eine Vereinbarung zwischen der Bayerischen Staatsregierung und der Bayerischen Wirtschaft, thematisiert in seinem Schwerpunkt „Klima und Energie“ die Klimaanpassung (StMUV 2015d).

Mit der vorliegenden Broschüre wird die Klima-Anpassungsstrategie der Bayerischen Staatsregierung von 2009 aktualisiert und weiterentwickelt. Sie informiert Öffentlichkeit und Entscheidungsträger über die Auswirkung und Betroffenheit des Klimawandels in allen klimasensitiven Bereichen sowie über bestehende und mögliche Anpassungsmaßnahmen in Bayern. Anhand der Bewertung von Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit, Dringlichkeit, Verantwortlichkeit, ihrer fachlichen und gesetzlichen Grundlagen sowie mit

den Querverweisen zu anderen Handlungsfeldern wird die Grundlage für eine zielorientierte Umsetzung geschaffen.

Die Umsetzung kostenwirksamer Maßnahmen ist dabei abhängig von den jeweils zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln und Stellen der öffentlichen Hand. Für Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen stehen zudem eine Reihe an Förderprogrammen auf Ebene der EU, des Bundes und des Freistaates Bayern zur Verfügung (vergleiche Fördermöglichkeiten). Für außerstaatliches Handeln gilt das Prinzip der Freiwilligkeit und Kooperation zwischen der Bayerischen Staatsregierung und den betroffenen Akteuren der verschiedenen Handlungsfelder. Die Weiterentwicklung der BayKLAS dient insbesondere Bürgern, Unternehmen und Kommunen, die ihr Verhalten und ihre Planungen an die sich ändernden Rahmenbedingungen anpassen wollen, als Orientierungsrahmen, Handlungsempfehlung und Umsetzungsgrundlage.

¹
www.klimaallianz.bayern.de/
am 16.03.2016

²
www.umweltpakt.bayern.de/
am 20.10.2016

STRATEGISCHER ANSATZ

Bayern ist auf Grund seiner geografischen Lage bereits heute vom Klimawandel und seinen Folgen stark betroffen. Die mittlere Jahrestemperatur im bayerischen Alpenraum hat sich über die letzten 100 Jahre doppelt so stark erhöht wie im globalen Durchschnitt. Entsprechend den zu erwartenden klimatischen Veränderungen werden sich die beobachteten Klimafolgen zukünftig weiter verschärfen. Die Auswirkungen treffen besonders die sensible Alpenregion, die Mittelgebirge und Flusstäler. Bayern ist deshalb gefordert, vorsorgend geeignete Klimaschutz- und Klima-Anpassungsstrategien zu entwickeln. Vor allem wegen der notwendigen Vorlaufzeit zur Anpassung von Umwelt und Gesellschaft, ist eine frühzeitige Implementierung von Anpassungsstrategien zwingend notwendig. Dabei ist zu beachten, dass Risiken zu minimieren beziehungsweise Entwicklungschancen offensiv zu nutzen sind. Der Begriff „Strategie“ beinhaltet hierbei auch, dass den Unsicherheiten von Klimaprojektionen mit Bandbreiten von Handlungsoptionen begegnet werden kann.

Um sich frühzeitig an die Folgen des Klimawandels anpassen zu können, hat der Freistaat Bayern in den letzten Jahren bereits vielfältige Maßnahmenprogramme und Projekte eingeleitet. Ergänzend zu den bereits in der BayKLAS aus dem Jahr 2009 vorgestellten Maßnahmen, sind folgende Beispiele zu nennen:

Fortführung des **Hochwasserschutz-Aktionsprogramms 2020plus (AP 2020plus)**, um das Hochwasserrisiko in Bayern zu reduzieren. Mit einem Gesamtvolumen von 3,4 Mrd. Euro stellt das AP 2020plus das größte wasserbauliche Infrastrukturprogramm Bayerns dar (StMUV 2014b).

Als Reaktion auf die aktuelle Hochwasserkatastrophe verstärkt der Freistaat den Hochwasserschutz vor Ort. Wegen der Besonderheiten der aktuellen Ereignisse wird dazu der Hochwasserschutz um eine Komponente **Sturzfluten** erweitert. Außerdem wird die Hochwasservorsorge speziell an kommunalen Gewässern intensiviert. Hierfür stellt der Freistaat den Kommunen jährlich rund 23 Millionen Euro zur Verfügung. Um speziell das Thema Sturzfluten aufzuarbeiten, soll die Wasserwirtschaftsverwaltung personell gestärkt werden und in den Jahren 2017 und 2018 insgesamt zusätzlich 12 Millio-

nen Euro einsetzen – vorbehaltlich der Haushaltsverhandlungen im Landtag.

Optimierung bestehender wasserwirtschaftlicher Messnetze und Programme zum **Niedrigwassermanagement** gegen Trockenheit und Dürre. Ausbau und Pflege des **Niedrigwasserinformationsdienstes (NID)**³.

Veröffentlichung der **Wasserversorgungsbilanzen** für jeden Regierungsbezirk bis 2016. Auf der Basis einer umfangreichen Ist-Analyse ist jeweils eine Entwicklungsprognose bis 2025 dargestellt, mit der die Versorgungssicherheit der öffentlichen Trinkwasserversorgungsanlagen unter Beachtung zunehmender Klimafolgen und der gegebenenfalls vorhandene Handlungsbedarf aufgezeigt werden.

Durchführung des **Hochwassernachrichtendienstes (HND)**⁴ und der **Hochwasservorhersage**.

Nach dem **Waldumbauprogramm** sollen auf der Grundlage der im neuen Bayerischen Standortinformationssystem BaSIS berechneten Anbaurisiken für die einzelnen Baumarten bis 2020 von den 260.000 ha akut gefährdeten Fichtenbeständen im Privat- und Körperschaftswald rund 100.000 ha in klimatolerante Mischwälder umgebaut werden. Im **Klimaschutzprogramm Bayern 2050 (KLIP 2050)** ist die Fortsetzung dieses Programms nach 2020 verankert. Im Staatswald sind bis 2033 rund 172.000 ha Fichten- und Kiefern-Reinbestände umzubauen. Neue Akzente werden vor allem durch regionale Schwerpunktsetzungen und **Ansprache spezieller Zielgruppen** (z. B. neue Waldbesitzer, urbane Waldbesitzer, Waldbesitzerinnen) und Multiplikatoren gesetzt. Zunehmendes Gewicht erlangt die aktive **Waldpflege** inklusive Holzbereitstellung (StMELF 2013).

Mit Hilfe der **Bergwaldoffensive (BWO)** und **Waldinitiative Ostbayern (WIO)** soll die Anpassung der Bergwälder in den Alpen sowie in den ostbayerischen Mittelgebirgen vom Frankenwald bis zum Bayerischen Wald fortgesetzt werden (StMELF 2012). Dies erfolgt im Rahmen von integralen Projektgebieten und unter enger Einbindung der Waldbesitzer und weiteren betroffenen Akteuren.

³
www.nid.bayern.de/
am 16.03.2016

⁴
www.hnd.bayern.de/
am 16.03.2016

Die Bayerische Staatsregierung hat mit der Unterzeichnung des **Waldpakts 2020** im August 2013 zugesagt, den Cluster Forst und Holz sowie den Aufbau regionaler Cluster-Initiativen zu unterstützen und sich für günstige Rahmenbedingungen der rund 700.000 Waldbesitzer in Bayern einzusetzen (Bayerische Staatsregierung 2013). Im aktuellen Klimaprogramm Bayern 2050 wurde diese Zusage umgesetzt.

Ausweitung der Fördermaßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in der Landwirtschaft im Rahmen des **Agrarinvestitionsförderprogramms** wie zum Beispiel Witterungsschutz im Obstbau, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz (StMELF 2015a).

Erweiterung des **Kulturlandschaftsprogramms (KULAP)** auf Gewässer-, Boden- und Klimaschutz, auf Biodiversität und auf den Erhalt der Kulturlandschaft. Geförderte Maßnahmen sind zum Beispiel die Umwandlung von Acker in Grünland auf Moorstandorten, Gewässer- und Erosionsschutzstreifen oder die Förderung von Mulch-Bestellverfahren bei Reihenkulturen (StMELF 2016b).

Fortführung der **Renaturierung von Mooren**. Bis 2020 sollen bayernweit 50 Moore wiedervernässt werden. Zudem wird der Förderung einer **klimafreundlichen landwirtschaftlichen Nutzung von Niedermoorstandorten** einschließlich einer **Rückumwandlung von Ackerflächen in wiedervernässtes Grünland** eine herausragende Bedeutung beigemessen. Seit 2008 hat der Freistaat im Rahmen des Klimaprogramms über 15 Mio. Euro in die Renaturierung entwässernder Moore investiert (LfU 2013). Die Begleituntersuchungen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) zeigen, dass diese Maßnahmen einen positiven Klimaeffekt von immerhin 50.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten bewirken (Drösler et al. 2015, unveröffentlicht).

Umsetzung des Naturschutzkonzeptes aus dem **Arten- und Biotopschutzprogramm** durch **BayernNetzNatur-Projekte**, ein Netz aus fast 400 Naturschutzprojekten. In allen bayerischen Landesteilen werden wertvolle Lebensräume für seltene Pflanzen und Tiere neu geschaffen und gepflegt sowie Maßnahmen zum Ressourcen- und Klimaschutz ergriffen⁵.

Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) und **Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien (LNPR)**. Mit beiden Programmen werden ökologisch wertvolle Lebensräume durch naturschonende Bewirtschaftung erhalten und verbessert (StMUV 2014d). Im Rahmen des VNP konnte gemeinsam mit fast 18.000 landwirtschaftlichen Betrieben auf gut 67.000 ha (2 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Bayern) Bewirtschaftungsverträge abgeschlossen werden.

Der Bayerische Ministerrat hat am 1. April 2008 eine Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern, die **Bayerische Biodiversitätsstrategie**, beschlossen (StMUG 2009b). Die konkreten Maßnahmen sind im ressortübergreifend abgestimmten Programm **NaturVielfaltBayern – Biodiversitätsprogramm Bayern 2030** vom Ministerrat 2014 beschlossen worden (StMUV 2014d).

In Bayern wird seit 2007 das **Aktionsprogramm Ambrosiabekämpfung** durchgeführt. Das Aktionsprogramm setzt auf die Aufklärung der Bevölkerung und fordert jeden Finder zu aktivem Handeln auf (StMGP 2014).

Ausweitung der **bayerischen Warn- und Informationsdienste**. Hierbei werden zum Beispiel Hinweiskarten zu Georisiken und alpinen Naturgefahren erstellt beziehungsweise aktualisiert sowie die Online-Standortauskunft und der Risikodialog ausgebaut⁶. Im Forstbereich wurden die Waldbrandwarnung sowie ein Borkenkäfermonitoring mit entsprechenden Waldschutzwarnungen weiterentwickelt⁷.

Im Jahr 2007 wurde ein **Hitzewarnsystem**⁸ zum Schutz der Bevölkerung als Ergänzung zum **Unwetterwarnsystem** eingeführt. Ferner besteht das **Frühwarnsystem für Infektionskrankheiten** des Robert Koch-Instituts sowie der **Lawinenwarndienst (LWD)**⁹.

Ziel des Klimaschutzprogramms Bayern 2050 ist es, **Bayern bis 2050 klimasicher** zu machen (StMUV 2015a).

Branchenspezifische **Klima-Agenden für Unternehmen** sollen als Navigationshilfe dienen und Anregungen zur Bewältigung klimabedingter Herausforderungen geben.

5

www.bnn.pan-gmbh.com/
am 20.10.2016

6

www.lfu.bayern.de/umwelt-
daten/kartendienste/index.
htm am 16.03.2016

7

www.borkenkaefer.org
am 16.03.2016

8

Der Deutsche Wetterdienst betreibt ein Hitzefrühwarnsystem, das über die Frühwarnvorhersage über bevorstehende Hitzeperioden informiert. Die Informationen erhalten Bezirksregierungen, kommunale Behörden, Rundfunk- und Fernsehsender sowie stationäre Pflegedienste, um gefährdete Personen rechtzeitig informieren und betreuen zu können.

9

www.lawinenwarndienst-
bayern.de/
am 16.03.2016

Fortschreibung des **Umweltpakts Bayern 2015**: Schwerpunktthemen sind neben Klima und Energie unter anderem energieeffizientes Bauen und Sanieren sowie Energieeffizienz im Produktionsprozess, alternative Antriebstechnologien und Umwelttechnik (StMUV 2015d). Zwischen 2010 und 2015 haben sich über 4200 Unternehmen und Verbände aus Handwerk, Handel, Industrie und Dienstleistung am Umweltpakt Bayern beteiligt, womit er zu den erfolgreichsten Umweltvereinbarungen Deutschlands zählt.

Um eine zielorientierte Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen gewährleisten zu können, ist auf staatlicher Seite der Erfahrungsaustausch zwischen den Kommunen, Ländern und dem Bund zu intensivieren. Dabei ist es erforderlich, dass die Strategien der Länder Eingang in den „Aktionsplan Anpassung I + II“ der Deutschen Anpassungsstrategie finden, welche die Bundesregierung gemeinsam mit den Ländern und den anderen betroffenen Kreisen erarbeitet hat (Die Bundesregierung 2011, 2015).

Ein Beispiel aus der Praxis ist der im Rahmen des Projekts C3-Alps¹⁰ entwickelte „Klimacheck“ (StMUV 2015b). Dieser soll kleine Gemeinden in Bayern (< 10.000 Einwohner) schrittweise und systematisch über den Klimawandel und seine Auswirkungen in Bayern informieren und ihnen Anpassungsmaßnahmen und Strategien zur Umsetzung aufzeigen. Insbesondere kleine Kommunen haben häufig nicht die erforderlichen Kapazitäten, um Klimaänderungen und Klimawirkungen in ihrer Komplexität zu erfassen und in die regionale Entwicklungsplanung zu übernehmen. Eine wichtige Rolle kommt der Regionalplanung zu, welche mit ihren formellen und informellen Instrumenten zur Übertragbarkeit von Anpassungsmaßnahmen in die Fläche beitragen kann.

Auf nichtstaatlicher Seite sind der Dialog sowie Vernetzung und Kooperation mit den vom Klimawandel betroffenen Kreisen auszubauen. So haben beispielsweise die Industrie und Handelskammern in Bayern (IHK) zusammen mit der Bayerischen Staatsregierung in den Branchen Tourismus, Verkehr, und Energiewirtschaft Expertenbefragungen und Workshops durchgeführt. Im Zentrum des Interesses standen Fragen hinsichtlich Risiken und Chancen des

Klimawandels für die einzelnen Unternehmen, bereits umgesetzte Maßnahmen sowie Fragen zu Akteuren, die bei der Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsstrategien behilflich sein können (StMUG 2012b und StMUV 2014a).

10
www.c3alps.eu/
am 16.03.2016



Klimawandel in Bayern

KLIMAMONITORING
ZUKÜNFTIGE KLIMAÄNDERUNG



Der globale Klimawandel zeigt seine Folgen auch in Bayern. Diese haben Auswirkungen auf alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und der natürlichen Umwelt. Neben schleichenden Veränderungen durch wärmere Temperatu-

ren und veränderte Niederschlagsbedingungen, stellen vor allem Wetterextreme wie Stürme, Starkregen oder Hitzewellen die Gesellschaft vor neue Herausforderungen.

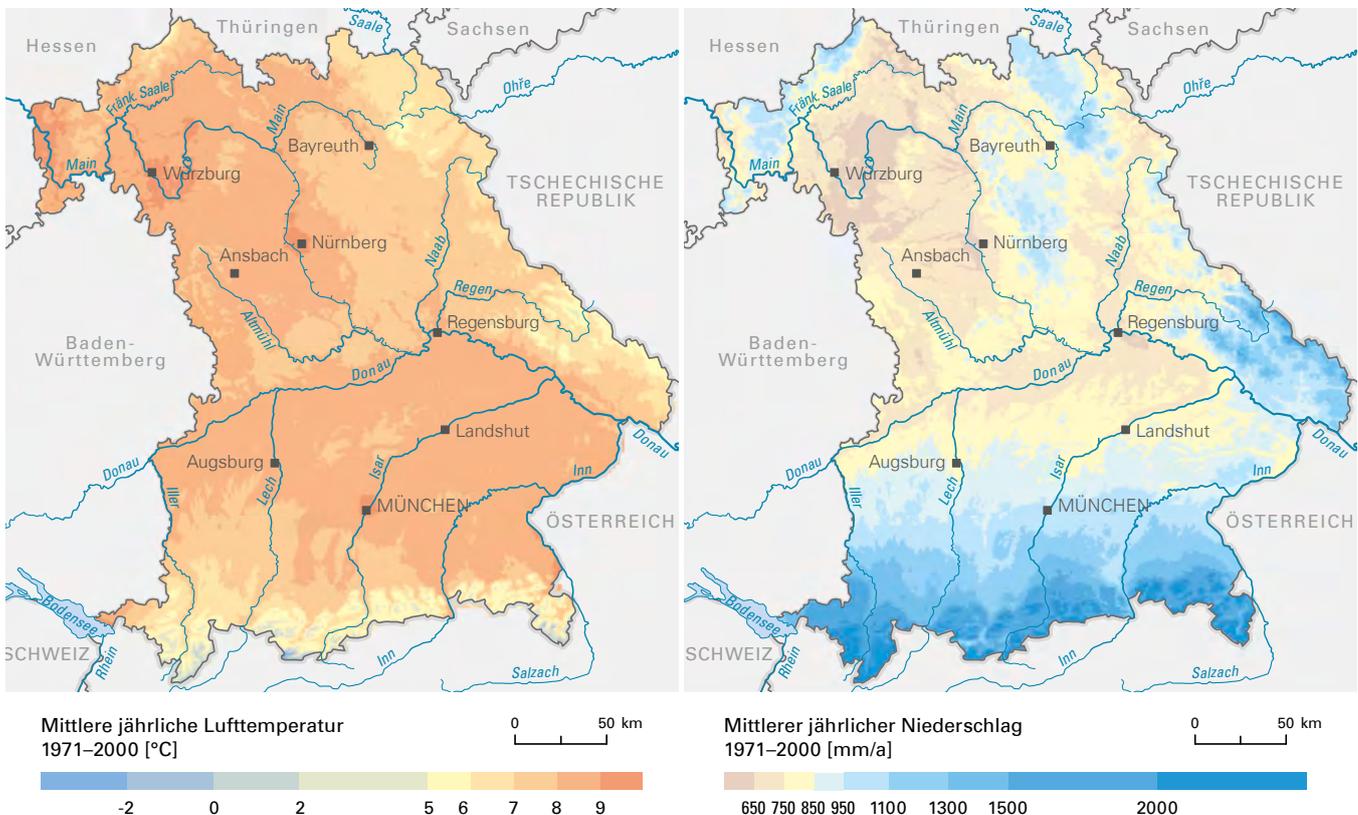
KLIMAMONITORING

In der Klimaforschung gelten 30 Jahre als geeignete Zeitspanne, um einen mittleren Zustand des Klimas darzustellen. Im Folgenden wird der Zeitraum 1971 bis 2000 als Referenzzeitraum festgelegt. Dieser dient zudem als Vergleichszeitraum für zukünftige Verhältnisse. Die Analyse bereits beobachtbarer Klimaänderungen wird als Klimamonitoring bezeichnet. In Bayern wird im Referenzzeitraum 1971 bis 2000 eine mittlere Jahrestemperatur von +7,8 °C beobachtet, wobei diese in Abhängigkeit der Höhenlage regional stark variiert (10 °C in Unterfranken bis -5 °C auf der Zugspitze, Abbildung 1).

Die daraus für Bayern abgeleitete mittlere Anzahl klimatologischer Kenntage im Zeitraum 1971 bis 2000 ergibt 5 Heiße Tage, 32 Sommertage, 109 Tage mit Dauerfrost und 30 Eistage (Tabelle 1). Bezogen auf den langjährigen Zeitraum 1951 bis 2014 wurde die höchste Anzahl Heißer Tage und Sommertage im Hitzesommer 2003 gemessen, während die meisten Frosttage 1973 und die meisten Eistage 1963 auftraten.

Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt im gleichen Zeitraum 933 mm, wobei 533 mm auf das hydrologische Sommerhalbjahr

Abbildung 1
Links: Regionale Verteilung der mittleren Lufttemperatur in Bayern, 1971 bis 2000
Rechts: Regionale Verteilung der mittleren Jahresniederschlagssumme in Bayern, 1971 bis 2000



Fachdaten:
Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft,
Deutscher Wetterdienst

Indikator	Bayern 1971–2000	Minimum 1951–2014	Maximum 1951–2014
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)	5	0 (1956)	24 (2003)
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)	32	17 (1978)	76 (2003)
Frosttage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)	109	76 (1994)	138 (1973)
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)	30	9 (2014)	68 (1963)

Tabelle 1
Mittlere Anzahl der Kerntage [Tage] im Zeitraum 1971 bis 2000 sowie Extremwerte [Tage] im Zeitraum 1951 bis 2014 in Bayern (StMUV 2015c)

(Mai bis Oktober) und 400 mm auf das hydrologische Winterhalbjahr (November bis April) entfallen (Abbildung 1). Aufgrund der räumlich stark differenzierten Orographie Bayerns lassen sich allerdings, wie nachfolgend dargestellt, deutliche regionale Unterschiede der Temperatur- und Niederschlagsentwicklung charakterisieren.

Im Rahmen des Kooperationsvorhabens KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) werden die beobachteten Veränderungen von Temperatur und Niederschlag auf Basis von qualitätsgeprüften langen Messreihen mittels statistischer Trendanalyse ermittelt. Neben der Vergleichbarkeit zukünftiger klimatischer Veränderungen dient die Trend-

analyse der Plausibilitätskontrolle der Modellberechnung zukünftiger Klimakenngrößen wie Temperatur und Niederschlag aus sogenannten Klimaprojektionen. Gemäß dem Klimamonitoring in KLIWA erfolgt die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse für Gebietsmittelwerte, die nach den verschiedenen Flussgebieten Süddeutschlands festgelegt wurden. Dies trifft für die temperaturbasierten Kenngrößen wie Lufttemperatur oder Frosttage zu. Hydrologische Kenngrößen, wie Gebietsniederschlag oder Starkregen, werden anhand der in KLIWA für Bayern festgelegten 20 KLIWA-Untersuchungsgebiete räumlich differenziert. Diese Vorgehensweise ergibt sich aus der höheren räumlichen Variabilität hydrologischer Kenngrößen.

Lufttemperatur

Die Langzeitbeobachtung der mittleren Lufttemperatur im Zeitraum 1931 bis 2010 zeigt für Bayern eine signifikante Erwärmung zwischen $+0,6\text{ °C}$ und $+1,0\text{ °C}$ im Sommerhalbjahr und etwas höher im Winterhalbjahr mit $+1,2\text{ °C}$ bis $+1,4\text{ °C}$ (Abbildung 2)¹¹. Die durchschnittliche Änderung der Jahresmitteltemperatur für ganz Bayern beträgt $+1,1\text{ °C}$. Räumlich am stärksten vom Erwärmungstrend betroffen sind die Alpen und deren Vorland sowie die Bayerische Mittel-

gebirgsregion, während in Unter- und Mittelfranken etwas geringere Änderungen beobachtet werden. Besonders im Alpen- und Mittelgebirgsraum führt der hohe Temperaturanstieg im Winter bereits heute zu negativen Auswirkungen auf den Wintersporttourismus.

Gebietsniederschlag

Generell wird in Bayern eine Umverteilung des Gebietsniederschlagsmaximums vom Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr beobachtet. Allerdings sind die Trends der Gebietsniederschlagshöhe im Zeitraum 1931 bis 2015 weniger signifikant als im Vergleich zur Lufttemperatur und zeigen eine höhere räumliche wie auch zeitliche Variabilität (Abbildung 3).

Im Winterhalbjahr werden in allen 20 KLIWA-Untersuchungsgebieten positive Trends, wenn auch mit unterschiedlicher Stärke und Signifikanz, gemessen. Starke positive Trends mit hoher statistischer Signifikanz von $+15\%$ bis $+22\%$ lassen sich den Regionen Nord- und Mittelbayerns zuordnen. Im nordwestlichen sowie südöstlichen Teil Bayerns sind die Trends

¹¹
Im Text genannte Angaben zu Trends der beobachteten Klimaparameter wurden mittels linearer Trendanalyse berechnet. Das Signifikanzniveau ist wie folgt definiert: nicht signifikant: $< 80\%$; signifikant: $80\text{ bis } < 95\%$; hoch signifikant: $\geq 95\%$

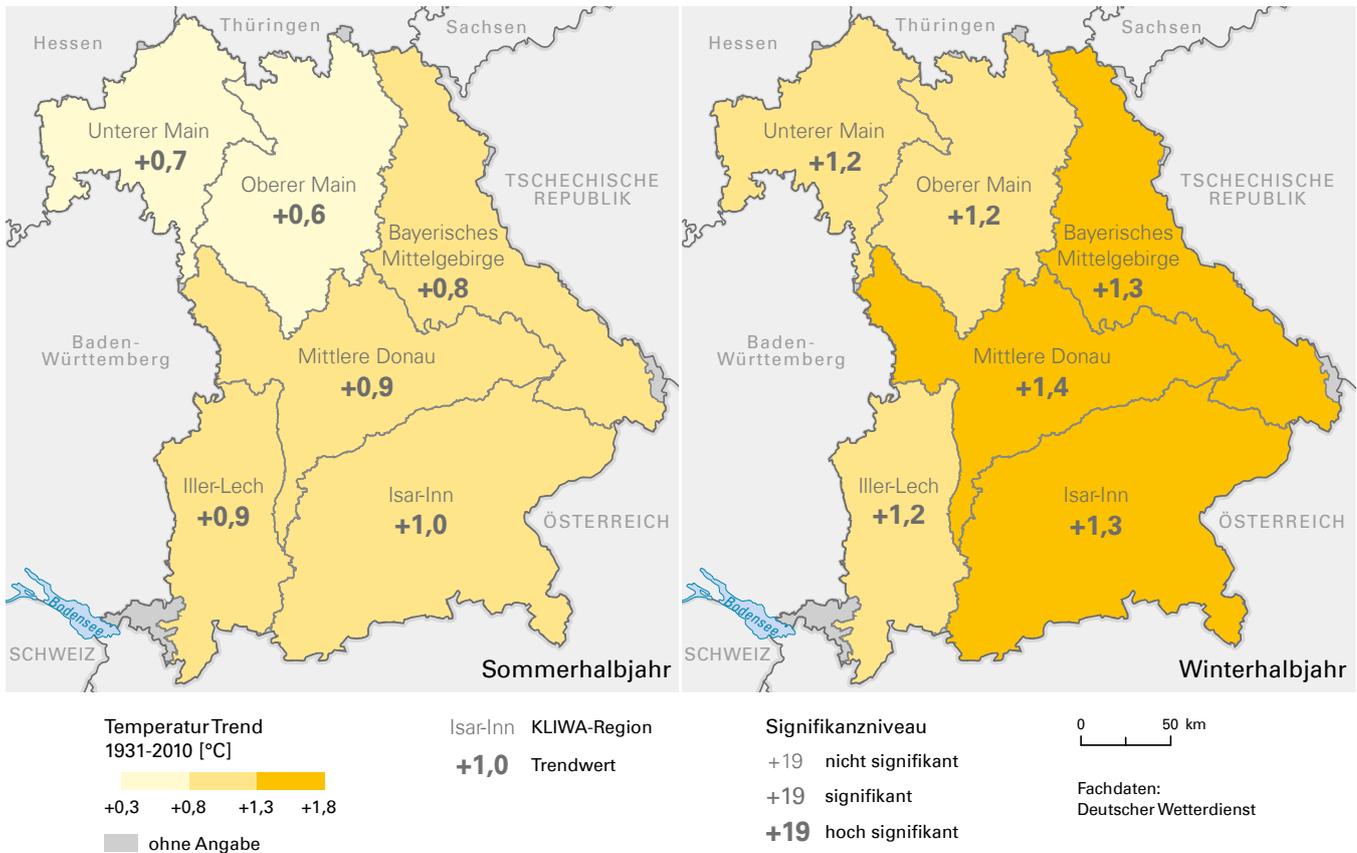


Abbildung 2
Trend der mittleren Lufttemperatur im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr im Zeitraum 1931 bis 2010 (°C/80 Jahre); Daten: DWD

dagegen geringer und zeigen keine statistische Signifikanz.

Im Sommerhalbjahr sind nur schwache und nicht signifikante Trends in positiver als auch negativer Richtung zwischen -13 % und +3 % zu finden. Insgesamt weist die Mehrzahl der untersuchten Gebiete einen leichten Rückgang des Niederschlags auf. Die stärksten Abnah-

men von -6 % bis -13 % treten im Gebiet des unteren Mains auf.

Saisonal betrachtet werden die größten Zunahmen des Gebietsniederschlags für die Wintermonate November und Dezember sowie den Frühjahrsmonat März festgestellt, während im Juni und Juli deutlich negative Trends berechnet werden (Abbildung 4).

Starkniederschlag

Starkniederschläge werden durch die eintägigen maximalen Niederschlagsmengen gekennzeichnet. Ihre Trends zeigen insgesamt gesehen eine hohe räumliche Varianz (Abbildung 5). Dies hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass Starkniederschläge seltene Ereignisse darstellen, die räumlich oft nur lokal auftreten und deswegen vom Messnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) nicht immer erfasst werden. Abbildung 5 zeigt, dass im Winterhalbjahr für fast ganz Bayern flächendeckend signifikant positive Trends ermittelt wurden. Die höchsten Zunahmen sind im Bereich Nordostbayerns

festzustellen. In einigen Bereichen des oberen Maingebiets und den östlich angrenzenden Saale- und Naab-Gebieten liegen die Zunahmen hochsignifikant zwischen +34 % und +44 %. Richtung Süden hingegen lassen Trendstärke und Signifikanz deutlich nach.

Im Sommerhalbjahr werden bisher sowohl eine hohe Variabilität als auch überwiegend keine statistisch signifikanten Trends der eintägigen maximalen Gebietsniederschlagshöhen beobachtet. Im unteren Maingebiet sowie im Südosten Bayerns zeigen sich negative Trends zwi-

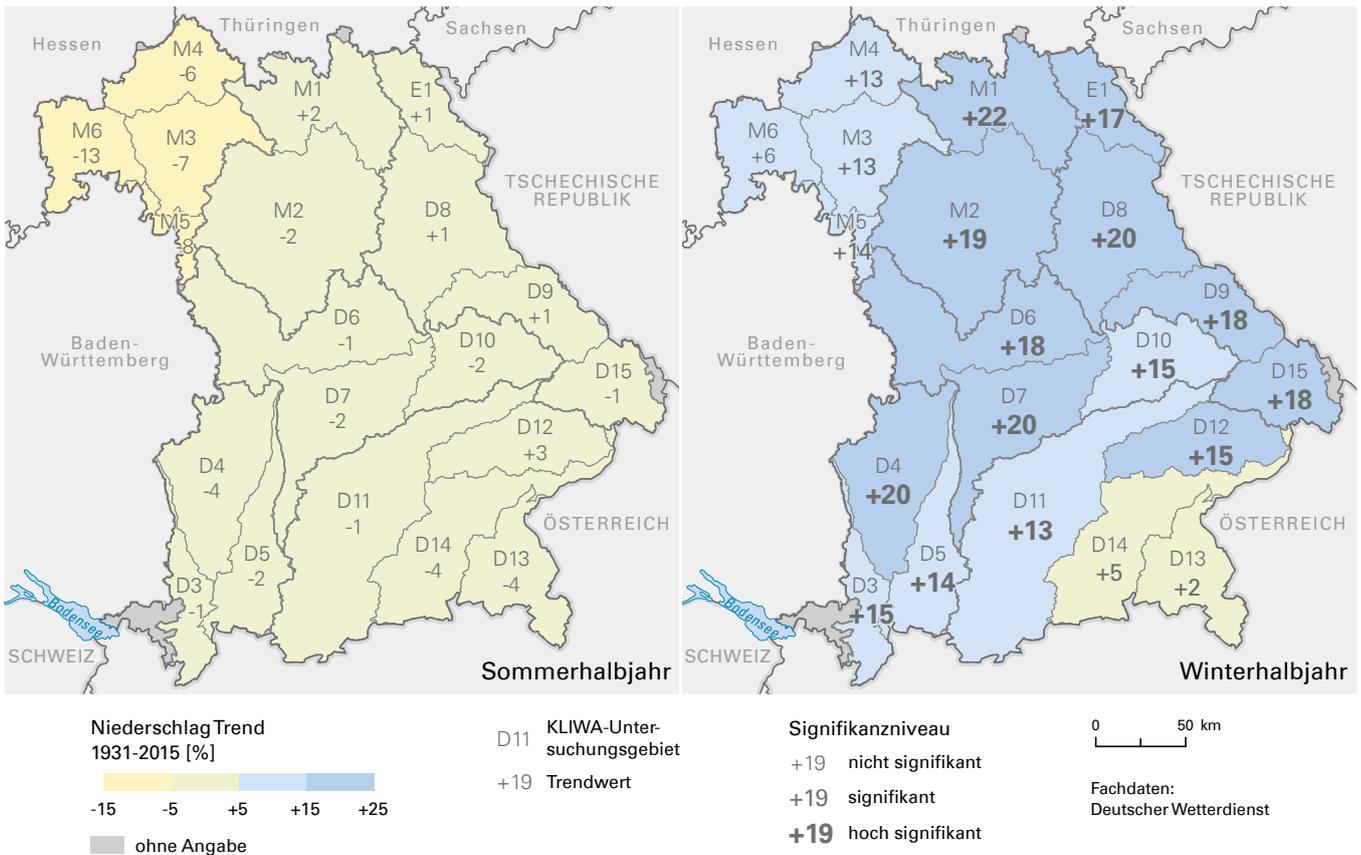


Abbildung 3
Relativer Trend der mittleren Gebietsniederschlagshöhe im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr im Zeitraum 1931 bis 2015 (Änderung in Prozent/80 Jahre), Daten: DWD

schen -2 % und -25 %, während im Südwesten im Gebiet Iller-Lech teilweise signifikante Zunahmen bis zu +19 % ermittelt werden. Weitere Informationen zur Entwicklung hydrometeo-

orologischer Kennwerte in Bayern können neben den KLIWA-Veröffentlichungen aus dem Klima-Report Bayern 2015 (StMUV 2015c) entnommen werden.

Weitere meteorologische Klimakenngrößen

Die vorliegenden Ergebnisse basieren auf Auswertungen von Messreihen im Zeitraum 1931 bis 2010, die im Rahmen der Projekte KLIWA und Klimazukunft Bayern (BayKliZ) des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) erarbeitet wurden.

belegen, dass im Zeitraum von 1931 bis 2010 die Heißen Tage bereits um 2 Tage zugenommen haben. Sommertage traten im Mittel an 25 bis 38 Tagen im Jahr auf. Gemäß Trendanalyse werden in nahezu allen Regionen signifikante bis hoch signifikante Trends von +2 bis +12 Sommertagen berechnet. Die höchsten Zunah-

In Tabelle 2 werden Mittelwert und linearer Trend verschiedener meteorologischer Klimakenngrößen für die sechs KLIWA-Flussgebietsregionen im oben genannten Zeitraum dargestellt. Mit im Mittel 7 Tagen werden die meisten Heißen Tage in der Region des unteren Mains beobachtet. In den Bayerischen Mittelgebirgen treten im Mittel bis zu 2 Heiße Tage auf. Im betrachteten Zeitraum ergibt sich nur für die Region Oberer Main ein signifikanter Trend von +2 Heißen Tagen. Das heißt, die Messdaten

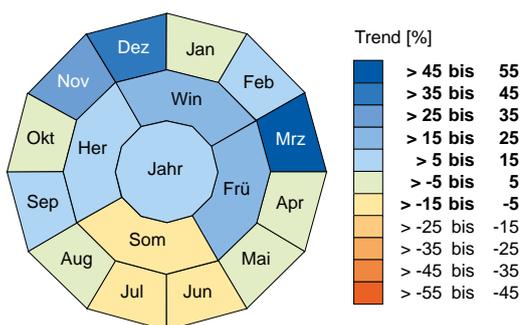


Abbildung 4
Relativer Trend der monatlichen und saisonalen mittleren Gebietsniederschlagshöhe im Zeitraum 1931 bis 2010 (Änderung in Prozent/80 Jahre), Daten: DWD

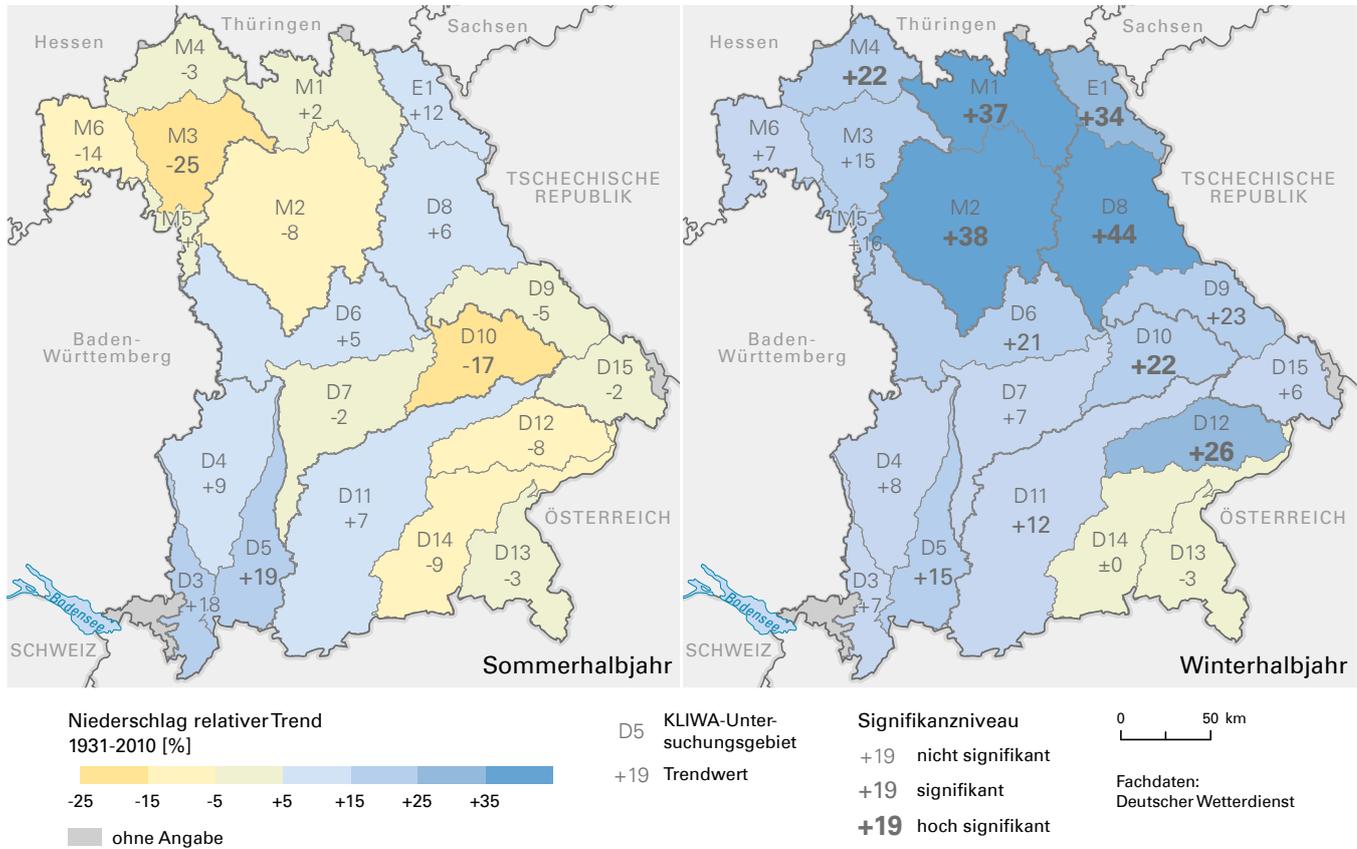


Abbildung 5
Relativer Trend der 1-tägigen maximalen Gebietsniederschlagshöhen im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr im Zeitraum 1931 bis 2010 (Änderung in Prozent/80 Jahre)

men verzeichnen dabei die Regionen Isar-Inn (12 Tage), Oberer Main (10 Tage) und Mittlere Donau (9 Tage). Demgegenüber zeigt die Entwicklung kalter Ereignistage wie Frosttage und Eistage einen signifikant bis hoch signifikant rückläufigen Trend von -12 bis -37 Frosttagen beziehungsweise -6 bis -12 Eistagen.

Abgeleitet aus einer zunehmenden Lufttemperatur verlängert sich die Dauer der Vegetationsperiode in Bayern. Von 1931 bis 2010 lässt sich bereits ein hoch signifikanter Trend mit einer Zunahmen von teilweise über zwei Wochen beobachten.

Die nachfolgenden Ergebnisse für Trockenheitsindex und Wasseräquivalent der Schneedecke beziehen sich aufgrund abweichender Datenverfügbarkeit auf den verkürzten Zeitraum 1951 bis 2010 (Tabelle 3). Der Trockenheitsindex gibt die Anzahl der Tage mit geringer Füllung des Bodenwasserspeichers (< 30 % der nutzbaren Feldkapazität – nFK) an und wird neben der Niederschlagshöhe und Verdunstungsrate maßgeblich durch die Größe des Bodenwasserspeichers beeinflusst. Da die meisten

landwirtschaftlichen Kulturen wie Getreide, Zuckerrüben, Industrie- und Frischgemüse bei einem Absinken der Bodenfeuchte unter 40 % bis 50 % nFK zusätzliche Wasserversorgung benötigen, stellt der Trockenheitsindex einen Worst-Case-Indikator für den Beregnungsbedarf dar.

Im Sommerhalbjahr wird der Trockenheitsindex im Lockergesteinsbereich der Gebiete Iller-Lech und Isar-Inn an nur 14 beziehungsweise 15 Tagen überschritten, während im Bereich Unterer und Oberer Main Überschreitungen von über 70 Tagen gemessen werden. Der langjährige Trend zeigt in allen Gebieten, mit Ausnahme Oberer Main, eine positive Richtung, wobei lediglich im Gebiet Iller-Lech eine Signifikanz nachgewiesen werden kann.

Im Winterhalbjahr wird der Trockenheitsindex aufgrund höherer Niederschlagssummen und geringerer Verdunstungsraten an nur wenigen Tagen (2 bis 5 Tage) überschritten. Anders als im Sommerhalbjahr zeigen Trendanalyse und Signifikanztest signifikante bis hoch signifikante Trends in negativer Richtung.

Tabelle 2
Mittelwert (MW) und Trend verschiedener meteorologischer Klimakenngrößen [Tage] im Zeitraum 1931 bis 2010 nach KLIWA-Regionen

■ nicht signifikant, ■ signifikant, ■ hoch signifikant

Indikator	Unterer Main		Oberer Main		Bayerisches Mittelgebirge		Mittlere Donau		Iller-Lech		Isar-Inn	
	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend
Heiße Tage (Tmax > 30°C)	7	0	5	+2	2	0	5	+1	3	0	3	0
Sommertage (Tmax > 25 °C)	38	+7	33	+10	25	+2	35	+9	27	+4	28	+12
Frosttage (Tmin < 0 °C)	92	-12	109	-20	128	-22	116	-37	122	-18	121	-25
Eistage (Tmax < 0 °C)	21	-8	29	-9	38	-8	31	-6	30	-6	32	-12
Vegetationsperiode	242	+11	229	+11	212	+11	226	+15	221	+12	222	+18

Tabelle 3
Mittelwert (MW) und Trend verschiedener meteorologischer Klimakenngrößen [Trockenheitsindex: Tage; Schneewasseräquivalent: mm] im Zeitraum 1951 bis 2010 nach KLIWA-Regionen für das Sommerhalbjahr (SHJ) und Winterhalbjahr (WHJ)

■ nicht signifikant, ■ signifikant, ■ hoch signifikant

Indikator	Unterer Main		Oberer Main		Bayerisches Mittelgebirge		Mittlere Donau		Iller-Lech		Isar-Inn	
	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend	MW	Trend
Trockenheits-Index SHJ	77	+6	76	-1,5	53	1,7	48	+7,6	14	+5,3	15	+3,4
Trockenheits-Index WHJ	4	-0,4	6	-2,8	5	-1,5	4	-1,8	2	-0,6	4	-1,5
Schneewasser-Äquivalent WHJ	26	-11	44	-17	133	-31	35	-14	177	-67	168	-45

Das Wasseräquivalent der Schneedecke ist definiert als Wasserhöhe (in mm), die in der Schneedecke über einer horizontalen Fläche enthalten ist (KLIWA 2005). Sie dient der Beschreibung der Änderungen des Niederschlags- und Temperaturregimes sowie der Andauer der Schneebedeckung (Tabelle 3). In Bayern fällt der Winterniederschlag infolge der allgemeinen Erwärmung vermehrt als Regen. Für alle Untersuchungsgebiete wird ein abnehmender Trend der Schneedecke im Winterhalbjahr modelliert. Mit Ausnahme der Bayerischen Mittelgebirge sind diese Abnahmen signifikant bis hoch signifikant.

Auch im Österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14) des Austrian Panel on Climate Change (APCC) wird bereits in den letzten Jahrzehnten eine verkürzte Dauer der

Schneebedeckung in Lagen um 1.000 m Höhe beschrieben (APCC 2014). Analog hierzu ist bereits in der Vergangenheit ein deutlicher Rückgang des Anteils an Schneesiederschlag am Jahresniederschlag und eine Abnahme von Schneitagen¹² in den Bayerischen Alpen (IGF 2015) zu verzeichnen. Damit wird nicht nur der für die Grundwasserneubildung relevante Schneespeicher abnehmen, sondern es geht auch die für den Wintersporttourismus wichtige Schneesicherheit in Bayern zurück.

¹² Tage mit einem Tagesmittelwert der Feuchttemperatur ≤ -2 °C werden als Schneitage definiert. Eine technische Beschneigung ist aus meteorologischer Sicht noch möglich.

ZUKÜNFTIGE KLIMAÄNDERUNG

Im Rahmen des Projektes Klimazukunft Bayern (BayKliZ) wird die mögliche Entwicklung des künftigen Klimas für Bayern anhand ausgewählter regionaler Klimaprojektionen abgeschätzt und bewertet. Aus der Differenz zwischen dem Kontrolllauf (Simulationslauf der Vergangenheit) und den modellierten Klimaprojektionen eines zukünftigen Zeitraums wird das so genannte Klimaänderungssignal bestimmt. Für den Kontrolllauf wird der Zeitraum 1971 bis 2000 betrachtet und Änderungssignale für die Jahre 2021 bis 2050 (nahe Zukunft) sowie die Jahre 2071 bis 2100 (ferne Zukunft) ermittelt.

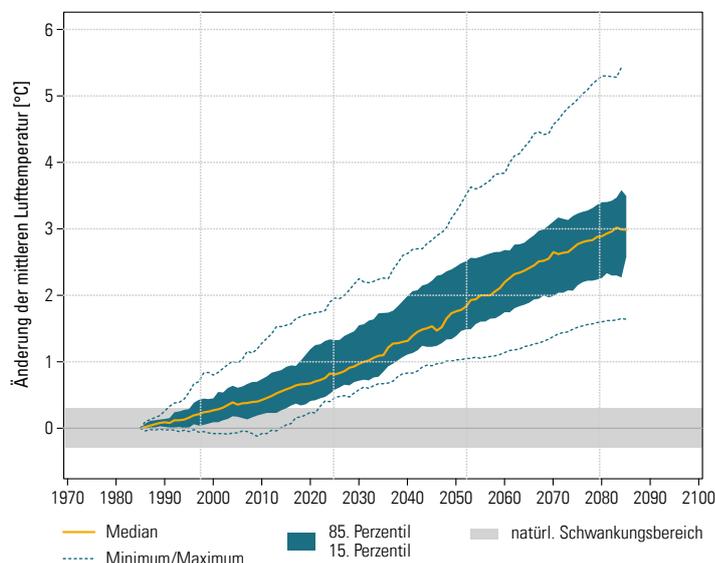
Um die Bandbreite möglicher zukünftiger Klimaänderungen abzubilden und damit Unsicherheiten zu minimieren, ist in der Klimaforschung die Verwendung einer Bandbreite an Klimaszenarien und/oder Klimamodellen beziehungsweise -projektionen zur gängigen Praxis geworden. Man spricht dann von der Verwendung eines Ensembles. Aktuell liegt für Bayern ein Ensemble von insgesamt 31 regionalen Klimaprojektionen vor. Die Grundannahmen über die mögliche zukünftige sozio-ökonomische und ökologische Entwicklung werden bisher anhand des SRES-Emissionsszenarios A1B abgebildet (vergleiche 4. Sachstandsbericht, IPCC 2007). Mit Einführung der RCP-Szenarienfamilie (vergleiche 5. Sachstandsbericht, IPCC 2013) werden die vorhandenen SRES-Szenarien ergänzt. Diese werden in Zukunft im Projekt BayKliZ ebenfalls berücksichtigt. Erste Ergebnisse hierzu werden für Ende 2016 erwartet.

In Abbildung 6 ist die Bandbreite der Änderung des 30-jährigen gleitenden Mittelwerts der Jahrestemperatur in Bayern im Zeitraum 1971 bis 2100 gegenüber dem Kontrollzeitraum 1971 bis 2000 dargestellt. Bis Mitte des Jahrhunderts (nahe Zukunft) zeigen 50 % der Klimaprojektionen einen Temperaturanstieg von $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, bis Ende des Jahrhunderts (ferne Zukunft) von $+3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Der natürliche Schwankungsbereich der Temperatur liegt bei $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ab dem Jahr 2020 verlassen alle Klimaprojektionen diesen Bereich und stellen ein eindeutiges Klimaänderungssignal dar.

Die Änderung des Niederschlags weist eine größere Variabilität und Bandbreite als die der Temperatur auf (Abbildung 7). Im Sommerhalbjahr bewegen sich die Änderungssignale bis Mitte des 21. Jahrhunderts im Bereich der natürlichen Schwankung. Erst zum Ende des 21. Jahrhunderts wird ein rückläufiger Niederschlagstrend von im Mittel -10% modelliert, wobei 50 % der Klimaprojektionen den natürlichen Schwankungsbereich verlassen.

Im Winterhalbjahr wird ein etwas deutlicherer Trend hin zu höheren Niederschlägen, vor allem zum Ende des 21. Jahrhunderts, projiziert. Hier verlassen etwa 50 % der Klimaprojektionen den Bereich der natürlichen Schwankung von $\pm 10\%$. Auch unter Berücksichtigung des in der Vergangenheit beobachteten Trends erscheint eine weitere Zunahme der Niederschläge plausibel.

Abbildung 6
Änderung des 30-jährigen gleitenden Mittelwerts der Jahrestemperatur [$^{\circ}\text{C}$] in Bayern auf Basis von 31 regionalen Klimaprojektionen und dem Emissionsszenario A1B bis Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zum Kontrollzeitraum 1971 bis 2000, orange = Median (50 % der Daten), blaugrau = Bandbreite (zwischen 15. und 85. Perzentil) der Daten, gestrichelte Linien = Minimum/Maximum, grau = natürlicher Schwankungsbereich Mittelwert 1971 bis 2000



Die Ergebnisse zeigen somit, dass Aussagen zur künftigen Temperaturänderung belastbarer sind als Niederschlagsänderungssignale.

Tabelle 4 stellt die Spannweite zwischen dem 15. Perzentil und dem 85. Perzentil des Klimaprojektionsensembles für Temperatur und Niederschlag dar, welche wie folgt interpretiert werden können:

- 15. Perzentil: Das 15. Perzentil teilt einen geordneten Datensatz in zwei Teile von denen 15 % kleiner oder gleich diesem Perzentil sind und 85 % höhere Klimaänderungssignale darstellen. Das bedeutet zum Beispiel, dass 26 der 31 hierfür ausgewerteten Klimaprojektionen ein höheres Klimaänderungssignal als das 15. Perzentil zeigen.
- 85. Perzentil: Das 85. Perzentil teilt einen geordneten Datensatz in zwei Teile von denen 85 % kleiner oder gleich diesem Perzentil sind und 15 % höhere Klimaänderungssignale darstellen. Das bedeutet zum Beispiel, dass 26 der 31 hierfür ausgewerteten Klimaprojektionen ein niedrigeres Klimaänderungssignal als das 85. Perzentil zeigen, 5 Klimaprojektionen ein höheres.

Der Bereich zwischen den gewählten Perzentilen umfasst somit 70 % des betrachteten Ensembles womit den Extremwerten einzelner Modelle kein zu hohes Gewicht beigemessen wird.

In Bayern wird somit ein Temperaturanstieg zwischen +0,9°C und +1,7°C in der nahen Zukunft und +2,3°C bis +3,6°C zum Ende des 21. Jahrhunderts projiziert. Wie in Abbildung 6 dargestellt, ist jedoch auch eine Temperaturerhöhung von +4,5°C möglich. Die Diskrepanz des Temperatur- und Niederschlagsänderungssignals zum Klima-Report Bayern 2015 (StMUV 2015) resultiert einerseits aus einer abweichenden Referenzperiode und andererseits aus dem verwendeten Klimaprojektionsensemble. Die Auswertungen im Klima-Report Bayern 2015 basieren auf einer Ensembleauswertung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) von 16 Klimaprojektionen, während in der BayKLAS 2016 31 Klimaprojektionen durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) ausgewertet wurden. Der DWD verwendet als Referenzperiode den Zeitraum 1961 bis 1990 (klimatologische Referenzperiode nach WMO), das LfU eine aktuellere Referenzperiode, nämlich den Zeitraum von 1971 bis 2000.

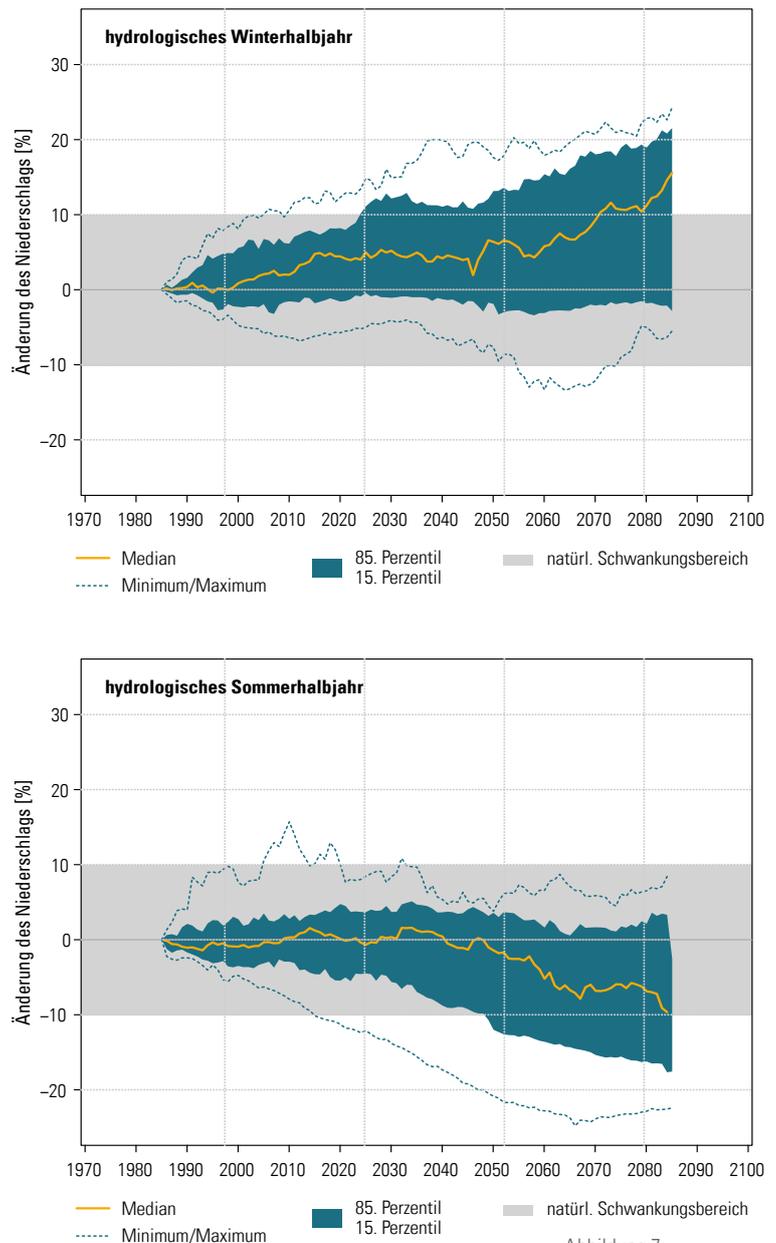


Abbildung 7: Änderung des 30-jährigen gleitenden Mittelwerts des Niederschlags [%] im Winterhalbjahr (oben) und Sommerhalbjahr (unten) in Bayern auf Basis von 31 regionalen Klimaprojektionen und dem Emissionsszenario A1B bis Ende des 21. Jahrhunderts im Vergleich zum Kontrollzeitraum 1971 bis 2000, orange = Median (50 % der Daten), blaugrau = Bandbreite (zwischen 15. und 85. Perzentil) der Daten, gestrichelte Linien = Minimum/Maximum, grau = natürlicher Schwankungsbereich Mittelwert 1971 bis 2000

Referenzperiode nach WMO), das LfU eine aktuellere Referenzperiode, nämlich den Zeitraum von 1971 bis 2000.

Die Niederschlagsentwicklung zeigt für die hydrologischen Halbjahre keine einheitliche Tendenz. Zur Mitte des Jahrhunderts wird eine Änderung im Winterhalbjahr von -1 bis +11 % und in der fernen Zukunft von -2 bis +21 % modelliert. Im Sommerhalbjahr werden in der nahen Zukunft Abnahmen als auch Zunahmen zwischen -7 und +5 % erwartet. In der fernen Zukunft reicht die Spannweite von +3 bis zu einer Abnahme von 17 %.

Indikator	Δ 2021-2050	Δ 2071-2100
Temperatur [°C] Jahresmittel	▲ +1,1 (+0,9 – +1,7)	▲ +3,1 (+2,3 – +3,6)
Niederschlag [%]		
hydrologisches Winterhalbjahr	▲ +5 (-1 – +11)	▲ +16 (-2 – +21)
hydrologisches Sommerhalbjahr	◀▶ +1 (-7 – +5)	▼ -9 (-17 – +3)

Tabelle 4
 Darstellung des Medians (und der Bandbreite zwischen 15. und 85. Perzentil) der Änderung von Temperatur [°C] und Niederschlag [%] für Bayern 2021 bis 2050 und 2071 bis 2100 basierend auf Ergebnissen des BayKliZ-Projektes (31 regionale Klimaprojektionen für das Emissionsszenario A1B) – Veränderung im Vergleich zum Kontrolllauf 1971 bis 2000
 ▲ zunehmende Tendenz, ▼ abnehmende Tendenz, ◀▶ keine eindeutige Richtung

Mit zunehmender Lufttemperatur verändert sich auch die Anzahl klimatologischer Kenntage (Tabelle 5). So wird eine signifikante Zunahme der mittleren Anzahl Heißer Tage (+1,1 bis +25 Tage), Sommertage (+4 bis +43 Tage) und Tropennächte (0 bis +16 Nächte), insbesondere zum Ende des 21. Jahrhunderts, projiziert. Demgegenüber wird eine deutliche Abnahme der Anzahl an Frosttagen (-6 bis -55 Tage) und Eistagen (-6 bis -26 Tage) erwartet. Dies bedingt andererseits eine Verlängerung der Vegetationsperiode sowie eine Verringerung der Schnee-

deckendauer, vor allem in den mittleren und tieferen Lagen Bayerns. Laut StMUV (2012) wird eine Verkürzung der mittleren Schneedeckendauer um 30 bis 60 Tage in allen Höhenlagen projiziert und nimmt „besonders in Lagen bis 1.500 Meter die Schneesicherheit dramatisch ab“.

Die Veränderungen der genannten Klimagrößen lassen deutliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt Bayerns erwarten. So ist damit zu rechnen, dass Verschiebungen im Jahresgang



Hochwasser in Polling, Juni 2016

Indikator	Δ 2021 – 2050	Δ 2071 – 2100
Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)	▲ +2 (+1 – +9)	▲ +13 (+6 – +25)
Sommertage ($T_{\max} > 25\text{ °C}$)	▲ +9 (+4 – +19)	▲ +30 (+12 – +43)
Tropennacht ($T_{\min} > 20\text{ °C}$)	▲ +1 (+0 – +5)	▲ +5 (+1 – +16)
Frosttage ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)	▼ -20 (-16 – -27)	▼ -47 (-38 – -55)
Eistage ($T_{\max} < 0\text{ °C}$)	▼ -10 (-6 – -16)	▼ -21 (-14 – -26)

Tabelle 5

Darstellung des Medians (und der Bandbreite zwischen 15. und 85. Perzentil) der Änderung ausgewählter klimatologischer Kenn-tage [Tage] für Bayern 2021 bis 2050 und 2071 bis 2100 basierend auf Ergebnissen des BayKliZ-Projekts (29 beziehungsweise 25 regionale Klimaprojektionen für das Emissionsszenario A1B) – Veränderung im Vergleich zum Kontrolllauf 1971 bis 2000

▲ zunehmende Tendenz, ▼ abnehmende Tendenz, ◀▶ keine eindeutige Richtung

des Abflussverhaltens der Fließgewässer mit höheren mittleren Abflüssen im Winterhalbjahr und einem zeitweilig weiteren Rückgang der Abflüsse in den abflussschwachen Monaten auftreten. Die erwartete Temperaturzunahme im Winter verringert die Zwischenspeicherung von Niederschlag als Schnee, was vermehrt zu Winterhochwasser führen kann. Dies verstärkt gleichzeitig den Rückgang der Abflüsse, insbesondere im Frühjahr.

An aerial photograph showing a flooded residential and industrial area. A large river flows through the center, with muddy water inundating surrounding fields and parts of a town. In the foreground, a large white industrial building with a grey roof is visible, along with a parking lot and a road. The background shows more residential buildings and green fields, all partially submerged in water. A dark blue vertical bar is located in the top left corner.

Klimaauswirkung und Klimaanpassung in den betroffenen Handlungsfeldern

KLIMAAUSWIRKUNG UND VULNERABILITÄT
KLIMAAANPASSUNG



KLIMAAUSWIRKUNG UND VULNERABILITÄT

Der Klimawandel in Bayern ist durch einen Anstieg der Lufttemperatur, eine Veränderung der Niederschlagsverhältnisse mit Abnahmen im Sommer- und Zunahmen im Winterhalbjahr sowie einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität extremer Witterungsereignisse charakterisiert. Die Auswirkungen dieser klimatischen Veränderungen sind bereits heute spürbar. Basierend auf Ergebnissen von Klimaprojektionen für Bayern werden sich die oben beschriebenen klimatischen Änderungen vor allem bis zum Ende des 21. Jahrhunderts sehr wahrscheinlich weiter verstärken, sofern es (auch global betrachtet) nicht gelingt, geeignete Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen.

Direkte, also primäre Folgen des Klimawandels, wirken sich zunächst auf die natürliche Umwelt (Boden, Wasser, Natur, Landschaft) und den Menschen aus. Daraus abgeleitet ergeben sich sekundäre Folgen für alle gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereiche wie z. B. den Tourismus oder die Energiewirtschaft (Abbildung 8). Teilweise haben die Auswirkungen des Klimawandels in einem Handlungsfeld (z. B. Wasserwirtschaft) Wechselwirkungen auf die Folgen in mehreren anderen Handlungsfeldern (z. B. Landwirtschaft). Daher verfolgt die BayKLAS einen integralen Ansatz und stellt ebenso die Vernetzung zu anderen Handlungsfeldern dar. Dies wird im laufenden Text durch den Vermerk „→Handlungsfeld“ gekennzeichnet.

Wie vulnerabel (verwundbar) wir gegenüber dem Klimawandel sind, hängt von einer Reihe an Faktoren ab (Abbildung 9). So führen Klimaänderungssignale zu Klimaauswirkungen, die in Bayern regional unterschiedlich ausfallen und sowohl Chancen als auch Risiken verursachen können. Zunehmende Temperaturen und erhöhte Sonneneinstrahlung können beispielsweise die Qualität im Obst- und Weinbau steigern, während langanhaltende Trockenphasen, Starkregenereignisse oder Hitzeperioden zu Ernteausfällen oder Strahlungsschäden (Blatt- und Fruchtflecken) führen können. Daneben werden die Klimaauswirkungen von der Sensitivität, sprich der Empfindlichkeit des betroffenen Systems, beeinflusst. Die Anpassungskapazität beschreibt die Fähigkeit, sich an veränderte Bedingungen anzupassen. Sie kann die Auswirkungen von Klimaänderungen verringern, wenn sie für konkrete Anpassungsmaßnahmen genutzt wird. Schlussendlich ergibt sich aus der Verschneidung von Klimaauswirkung und Anpassungskapazität die Vulnerabilität (Verwundbarkeit) eines Systems beziehungsweise einer Nutzung gegenüber dem Klimawandel.

Im Auftrag der Bundesregierung wurde mit dem Aktionsplan Anpassung bereits im Jahr 2011 eine Vulnerabilitätsstudie für Deutschland gefördert (Die Bundesregierung 2011). Im Netzwerk Vulnerabilität, einem wissenschaftlichen Konsortium aus 16 Behörden und Institutionen, wurde



Abbildung 8
Vom Klimawandel primär
(Kreis) und sekundär (Pfeile)
betroffene Bereiche

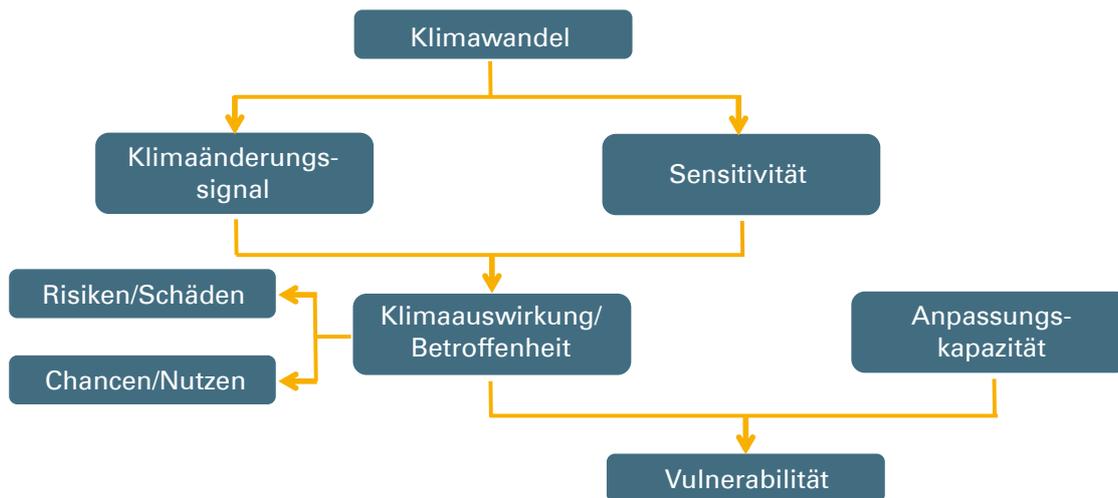


Abbildung 9 Wirkungszusammenhänge im Vulnerabilitätskonzept (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

daher im Zeitraum 2011 bis 2015 die „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ handlungsfeldübergreifend analysiert und als Teil des Fortschrittsberichts zur Deutschen Anpassungsstrategie veröffentlicht (adelphi/PRC/EURAC 2015). Dabei wurden deutschlandweit die Regionen und Systeme identifiziert, die besonders von den Änderungen des Klimas gefährdet, das heißt vulnerabel, sind. Unter Berücksichtigung der teilweise langen Anpassungszeiten weisen die Handlungsfelder Wald und Forstwirtschaft, Bauwesen, Menschliche Gesundheit, Biologische Vielfalt und Fischerei zum Teil geringe Anpassungskapazitäten und somit eine teilweise hohe Vulnerabilität auf. Durch ein hohes Schadenspotenzial von Hochwasser und Hitze können insbesondere in den Bereichen Wasserwirtschaft, Menschliche Gesundheit und Infrastrukturen schwere negative Folgen auftreten. Die meisten Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern bestehen laut der Studie für Wasserwirtschaft, Finanzwirtschaft, Industrie und Gewerbe, Menschliche Gesundheit und Biologische Vielfalt.

Der Fokus der Untersuchung lag auf Aussagen zur Gegenwart sowie der nahen Zukunft (2021 bis 2050). Um die Ungewissheit der zukünftigen klimatischen und sozioökonomischen Entwicklung zu kommunizieren und die Bandbreite möglicher Entwicklungen abzubilden, wurden zwei Szenariokombinationen untersucht:

Starker Wandel: Für die Klimaprojektionen wurde das 85. Perzentil der Ergebnisse des Klimamodellensembles des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verwendet. Des Weiteren wird eine relativ starke sozioökonomische Entwicklung mit einem Wirtschaftswachstum von 1,1 Prozent,

einer durchschnittlichen täglichen Flächeninanspruchnahme von 59 Hektar und einem Bevölkerungsrückgang auf 79 Millionen Einwohner im Jahr 2030 angenommen.

Schwacher Wandel: Für die Klimaprojektionen wurde das 15. Perzentil der Ergebnisse des Klimamodellensembles des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verwendet. Des Weiteren wird eine geringere sozioökonomische Entwicklung mit einem Wirtschaftswachstum von 0,5 Prozent, einer durchschnittlichen täglichen Flächeninanspruchnahme von 49 Hektar und einem Bevölkerungsrückgang auf 76 Millionen Einwohner im Jahr 2030 angenommen.

Die Einschätzung der Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels beruht dabei auf quantitativen als auch qualitativen Bewertungsverfahren:

- Quantifizierung der Wirkungsketten basierend auf Wirkmodellen
- Indikatorbasierte Analysen
- Abfragen von Expertenwissen durch Interviews

Basierend auf den Ergebnissen der Vulnerabilitätsstudie Deutschlands können für Bayern folgende räumliche Schwerpunkte der Folgen des Klimawandels zusammengefasst werden (Abbildung 10):

Die Region Würzburg zeichnet sich durch ein warmes Klima aus, welches sich im Zuge des Klimawandels räumlich ausdehnen wird. Damit verbunden ist eine Zunahme von Hitzewellen und heißen Tagen sowie Tropennächten zu erwarten. Besonders betroffene Handlungsfelder sind menschliche Gesundheit, Forstwirtschaft, Landwirtschaft und der Verkehr.

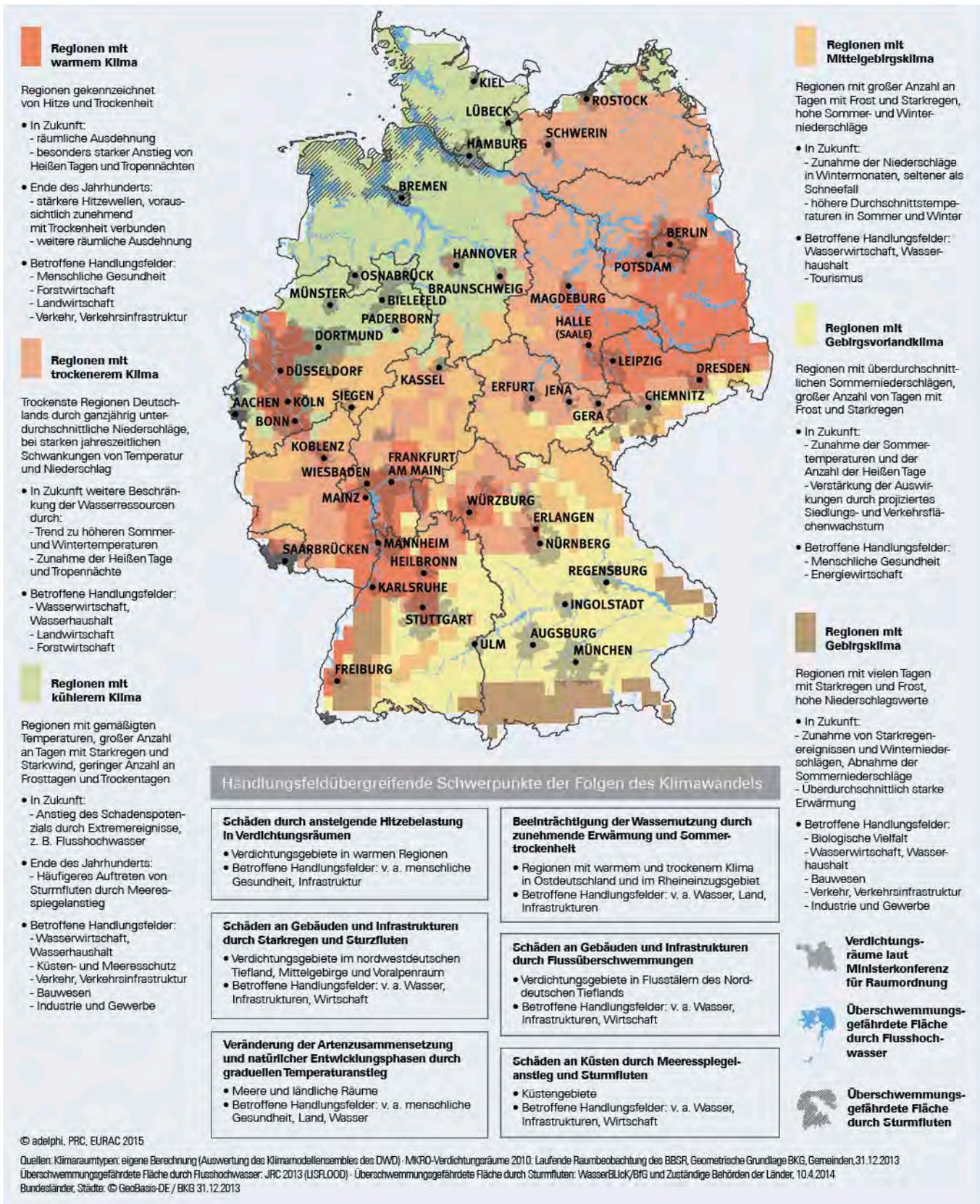


Abbildung 10 Regionale Betroffenheit und handlungsfeldübergreifende Folgen des Klimawandels in Deutschland (nahe Zukunft)

Der Nordwesten Bayerns (Mittel- und Unterfranken) gehört bereits heute zu den trockensten Regionen Deutschlands. Die zukünftig abnehmenden Niederschläge und steigenden Temperaturen im Sommer werden zu einer weiteren Beschränkung der Wasserressourcen führen. Dies hat insbesondere Auswirkungen auf die Wasser-, Land- und Forstwirtschaft in Bayern.

Im Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirge im Nordosten Bayerns herrscht Mittelgebirgsklima mit hohen Sommer- und Winterniederschlägen. Zukünftig wird hier vor allem mit einer Abnahme des Schneefalls im Winter gerechnet. Betroffene Handlungsfelder sind die Wasserwirtschaft und der Tourismus.

Die Regionen Fränkische Alb, Unterbayerisches Hügelland und Donau-Iller-Lech-Platten können dem Gebirgsvorlandklima zugeordnet werden. Infolge zukünftig steigender Temperaturen und verstärktem Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum ergibt sich für die Handlungsfelder Menschliche Gesundheit und Energiewirtschaft eine erhöhte Betroffenheit.

Am stärksten vom Klimawandel betroffen zeigen sich die Alpen. Gekennzeichnet durch ein niederschlagsreiches, kühles Gebirgsklima führt die überdurchschnittliche Erwärmung hier zu einer besonders hohen Betroffenheit in den Bereichen biologische Vielfalt, Wasserwirtschaft, Bauwesen, Verkehr, Tourismus sowie Industrie und Gewerbe.

KLIMAAANPASSUNG

Mit dem Klimaprogramm Bayern 2020 (StMUGV 2007), der Studie Klimaanpassung Bayern 2020 (LfU 2008a bis 2008c) und der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (StMUG 2009a) wurden bereits klimasensitive Handlungsfelder für Bayern ermittelt und erste Handlungsansätze beschrieben.

Nachfolgend werden für insgesamt 15 Handlungsfelder die dringlichsten Handlungsziele sowie bestehende beziehungsweise in Planung oder Vorbereitung befindende Klimaanpassungsmaßnahmen in Form von Maßnahmenkatalogen dargestellt. Die Anpassungsmaßnahmen werden jeweils bewertet hinsichtlich:

Wirksamkeit: Das Kriterium bewertet die Effektivität der genannten Maßnahme zur Nutzung von Chancen und Minderung der Folgen des Klimawandels. Es wird zwischen einer geringen, mittleren und hohen Wirksamkeit der Maßnahme unterschieden.

Zeitliche Umsetzung: Das Kriterium beschreibt den Umsetzungsstand der genannten Maßnahme. Dieser kann in Umsetzung, in Vorbereitung oder in Planung sein.

Zeitliche Dringlichkeit: Das Kriterium bewertet den Zeithorizont, der zur Einleitung der genannten Maßnahme empfohlen wird. Es wird zwischen laufend, kurz- (bis 3 Jahre), mittel- (3 bis

10 Jahre) und langfristig (kann später/ > 10 Jahre erfolgen) unterschieden.

Verantwortlichkeit: Das Kriterium benennt Verantwortlichkeiten, die die Einleitung aber auch die Umsetzung der genannten Maßnahme adressieren. Verantwortlich können staatliche oder kommunale sowie nicht staatliche Adressaten (z. B. Unternehmen, Verbände und gesellschaftliche Gruppierungen), aber auch die Bürger selbst sein. Sofern staatliche Stellen benannt sind, ist das jeweilige Ressort gemeint.

Umsetzungsgrundlage: Das Kriterium benennt gesetzliche, planerische oder verwaltungstechnische Grundlagen beziehungsweise Instrumente der genannten Maßnahme.

Querverweis: Mit dem Kriterium werden die Wechselwirkungen und Vernetzungen zu anderen klimasensitiven Handlungsfeldern der BayKLAS aufgezeigt (integraler Ansatz). Die Auswirkungen der genannten Maßnahme auf andere Handlungsfelder können sowohl Synergien als auch Konfliktpotenziale beinhalten.

Die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen ist abhängig von der Verfügbarkeit der erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen sowie der Akzeptanz und Kooperation der jeweiligen Akteure.

Prinzipien

Bei der Auswahl der bestehenden und weiterführenden Maßnahmen zur Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels werden mehrere grundlegende Prinzipien beachtet:

Wirksamkeit: Die Maßnahmen tragen zur Nutzung von Chancen bei und mindern dauerhaft die Risiken des Klimawandels.

Nachhaltigkeit: Die Maßnahmen tragen zum Ausgleich aller Interessen (Ökonomie, Ökologie, Gesellschaft) bei und ermöglichen eine dauerhaft umwelt- und sozialgerechte Entwicklung von Gesellschaft und Wirtschaft. Dabei besitzen eine nachhaltige, umweltverträgliche Landnutzung sowie erneuerbare Ressourcen künftig

mehr denn je eine entscheidende Bedeutung für die nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft und Wirtschaft. Wegen der starken Kopplung von biologischer Vielfalt und Klimawandel müssen bei allen Anpassungsmaßnahmen – soweit möglich – der Erhalt der biologischen Vielfalt beziehungsweise deren Stärkung bedacht werden.

Umweltverträglichkeit: Die Maßnahmen sollten nicht zu signifikant negativen Auswirkungen auf die Umwelt führen. Die Prüfung der verschiedenen Aspekte erfolgt durch die bestehenden Umweltfolgenprüfungen (z. B. UVP, SUP, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung), die für bestimmte Projekte, formelle Pläne, zum

Teil Politiken und konkrete Projekte rechtlich verankert sind. Umgekehrt sollten bei Projektplanungen und -genehmigungen künftig verstärkt auch mögliche Auswirkungen des Klimawandels sowie etwaige positive oder negative Rückwirkungen auf Klimaschutz- und Anpassungsziele ins Kalkül gezogen werden.

Wechselwirkungen zwischen Klimaschutz und Anpassung: Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen selbst stehen in Wechselwirkung zueinander. Zielkonflikte entstehen dort, wo Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Nachverdichtung von Siedlungsgebieten zur Energieeffizienzsteigerung) Klimaanpassungsmaßnahmen behindern oder gar ausschließen (z. B. offen halten von Freiflächen für Bepflanzung/Frischluftschneisen). Es können sich aber auch Synergien ergeben. So reduziert beispielsweise eine verbesserte Wärmedämmung der Gebäude den Heizenergieverbrauch im Winter und verhindert im Sommer ein starkes Aufheizen der Gebäude. Bei der Umsetzung der BayKLAS sollten Synergien genutzt und Zielkonflikte möglichst vermieden werden.

Integrative Ansätze: Die Bayerische Staatsregierung setzt auf das Prinzip der Kooperation und Solidarität, wodurch Zielkonflikte rechtzeitig erkannt und wenn möglich vermieden werden. Effektive Managementansätze mit Synergieeffekten für mehrere Handlungsfelder sollen vorrangig unterstützt werden (z. B. Renaturierung von Gewässern als Anpassung an verstärkte Hochwasserrisiken und zur Umsetzung der Ziele des Naturschutzes).

Kooperation und Akzeptanz: Die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen bedarf einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz sowie einer hohen Bereitschaft zur Kooperation aller betroffenen Akteure. Mittels Sensibilisierung, Information, Dialog, Erfahrungsaustausch, Aus- und Fortbildung, fachgerechter Beratung und insbesondere Vernetzung aller Beteiligten soll ermöglicht werden Handlungsnotwendigkeiten zu verstehen.

Umsetzbarkeit: Staatliche, aber auch kommunale Akteure spielen grundsätzlich eine wichtige Rolle bei der Einleitung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Bei der Klimaanpassung handelt es sich jedoch um eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, weswegen je nach

Maßnahme auch Unternehmen, gesellschaftliche Gruppierungen oder die Bürger selbst für die Umsetzung von Maßnahmen verantwortlich sein können. Die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist dabei von finanziellen und personellen Ressourcen abhängig. Insbesondere die ordnungsrechtlichen Regelungen zur Energieeffizienz im Bauwesen (EnEV und EEWärmeG) stehen zudem unter dem Vorbehalt der wirtschaftlichen Vertretbarkeit.

Unsicherheiten und Robustheit: Unsicherheiten bestehen sowohl hinsichtlich der zukünftigen Klimakenngrößen als auch hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels in allen Handlungsbereichen. Politik und Gesellschaft müssen diesen Unsicherheiten bei der Auswahl der Anpassungsmaßnahmen Rechnung tragen. Da das Vorsorgeprinzip hierbei an praktische und finanzielle Grenzen stößt, kommt es besonders auf die Nutzung von Synergien an sowie auf Maßnahmen, die unabhängig vom Ausmaß des Klimawandels positive Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt bedingen und generell die Toleranz gegenüber dem Klimawandel erhöhen („No-Regret-Policy“).

Flexibilität: Die Maßnahmen sollten so flexibel gestaltet sein, dass sie mit vergleichsweise geringem (Kosten)-Aufwand an veränderte Auswirkungen des Klimawandels angepasst werden können.

Sonderrolle Wasser: Von besonderer Bedeutung für Anpassungsmaßnahmen ist die künftige Verfügbarkeit der Lebensgrundlage Wasser. Der vom Wasserkreislauf bestimmte Wasserhaushalt ist ein Querschnittsfaktor, der nicht nur das Aufgabenfeld Wasserwirtschaft, sondern auch andere Sektoren unseres gesellschaftlichen Umfeldes, insbesondere des Naturraumes und der wasserbezogenen Wirtschaftsbereiche wie Energieerzeugung, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei oder Tourismus betreffen wird. Die Veränderungen des Wasserhaushalts sind deshalb eine wichtige Grundlage, die bei der Konzeption von Anpassungsmaßnahmen für eine Reihe von Klimawandel betroffener Sektoren von Bedeutung und sachgerecht zu berücksichtigen sind.

Wasserwirtschaft

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Grundwasser

Oberflächenwasser

Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

KLIMAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Niedrigwasser

Maßnahmen im Bereich Hochwasser

Maßnahmen im Bereich Gewässerökologie

Allgemeine Maßnahmen der Wasserwirtschaft



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE WASSERWIRTSCHAFT

Der Klimawandel führt zu Veränderungen im Niederschlags- und Verdunstungsregime mit erheblichen Folgen für den Wasserhaushalt und damit auf die Bewirtschaftung der Gewässer, vor allem auf den Hochwasserschutz, die Wasserver- und -entsorgung, den Gewässerschutz sowie Ausbau und Unterhaltung der Gewässer in Bayern. Auch im Hinblick auf die Biozönose sind erhebliche Veränderungen zu erwarten. Im Sommer werden die Niederschläge tendenziell abnehmen und die Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden zunehmen. Gleichzeitig steigt die Niederschlagsintensität, welche sich in Starkregenereignissen und Hochwasser äußern kann. Im Winter zeigt sich eine Zunahme der Niederschläge. Aufgrund der stark differenzierten Topographie, der jeweiligen Einzugsgebietscharakteristik (Größe, Geologie, Landnutzung etc.) und der hydromorphologischen Kenngrößen (Abflussmenge, Breiten- und Tiefenverhältnis etc.) werden die nachfolgend genannten Auswirkungen in Bayern räumlich unterschiedlich ausgeprägt sein.

Zusätzlich verstärken anthropogene Faktoren wie die intensive landwirtschaftliche Nutzung, die Flächenversiegelung an den Gewässern und in deren Einzugsgebieten sowie der

technische Gewässerbau die Folgen auf Oberflächen- und Grundwasser. Zudem haben die Veränderungen des Wasserhaushalts Auswirkungen auf nahezu alle nachfolgend dargestellten Handlungsfelder.

Tabelle 6 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Wasserwirtschaft“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Demnach stellen die durch Starkregen oder langanhaltende Niederschläge verursachten Hochwasser und Überschwemmungen entlang der Flussgebiete das höchste Schadenspotenzial dar. Alle anderen Klimawirkungen zeigen in naher Zukunft und unter einem starken Wandel ein erhöhtes Gefährdungspotenzial. In einzelnen Regionen können bereits gegenwärtig auch Risiken durch Niedrigwasser auftreten.

Tendenziell ist aufgrund der hohen technischen und administrativen Kompetenz eine mittlere bis hohe Anpassungskapazität für die Wasserwirtschaft festzustellen. Für die nahe Zukunft ist eine mittlere Vulnerabilität zu erwarten, die sich besonders bei den bereits trockenen Regionen im Nordwesten Bayerns sowie entlang von Donau und Main auswirkt.

Tabelle 6
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Wasserwirtschaft“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: schwacher Wandel	Nahe Zukunft: starker Wandel
Abfluss	gering	gering	mittel
Flusshochwasser und Sturzfluten	mittel	mittel	hoch
Auswirkungen auf Kanalnetz und Kläranlagen	mittel	mittel	hoch
Wasserverfügbarkeit aus Grundwasser	gering	gering	mittel
Wasserverfügbarkeit aus Oberflächengewässern	gering	gering	mittel
Trinkwasserverfügbarkeit	gering	gering	mittel
Talsperrenbewirtschaftung	gering	gering	mittel
Gewässerzustand	gering	gering	mittel

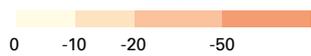
Grundwasser

Der Schutz des Grundwassers ist vor allem für die öffentliche Wasserversorgung in Bayern von besonderer Bedeutung. Die dargestellten Veränderungen im Niederschlagsregime, zuneh-

mende Verdunstungsraten aufgrund höherer Temperaturen und Einstrahlung sowie verlängerte Vegetationsperioden bedingen eine geänderte Verfügbarkeit des Grundwasserdargebots.



Mittlere Änderung der Grundwasserneubildung auf Basis von WETTREG2006
Absolute Änderung 2021-2050 gegenüber 1971-2000 [mm/a]

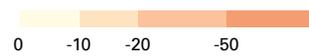


— Grenze naturräumlich hydrogeologischer Einheit

Fachdaten: Kooperation KLIWA



Mittlere Änderung der Grundwasserneubildung auf Basis von WETTREG2010
Absolute Änderung 2021-2050 gegenüber 1971-2000 [mm/a]



— Grenze naturräumlich hydrogeologischer Einheit

Fachdaten: Kooperation KLIWA



Mittlere jährliche Grundwasserneubildung 1971-2000 [mm/a]

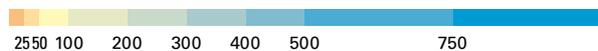


Abbildung 11
Mittlere jährliche Grundwasserneubildung (GWN) aus Niederschlag in Bayern 1971 bis 2010 (unten), und mittlere Änderung der GWN in der nahen Zukunft 2021 bis 2050 gegenüber dem Referenzzeitraum 1971 bis 2000 in mm/a (Änderungssignal auf Basis von WETTREG2006/ECHAM5/A1B und WETTREG2010/ECHAM5/A1B¹³)

13
Das Niederschlagssignal der Projektion WETTREG2006 lässt sich eher im Mittelfeld des verwendeten Ensembles einordnen, während die Projektion WETTREG2010 trocken bis sehr trocken ausfällt.

Während die Grundwasserneubildung (GWN) in der jüngsten Vergangenheit in Südbayern bislang relativ stabil war, wird südlich der Donau eine Abnahme der GWN für die nahe Zukunft vorausgesagt (Abbildung 11). Die stärksten Rückgänge werden im Sommerhalbjahr auftreten und können zusätzlich durch intensive Nutzung auch bei ergiebigen Grundwasserleitern zu sinkenden Grundwasserständen führen. In Regionen mit gering ergiebigen Grundwasserleitern werden für die örtliche Wasserversorgung zu einem hohen Anteil Quellen genutzt. In diesen Regionen (z. B. Ostbayerisches Kristallin, Moränenland sowie in Bereichen des Nordbayerischen Schichtstufenlandes) kann es aufgrund des erhöhten Trinkwasserbedarfs während (sommerlicher) Niedrigwasserperioden zum Teil zu verstärkten Engpässen bei der Versorgung kommen, sofern kein zusätzlicher Wasserbezug von einer leistungsfähigen Anlage möglich ist. Zusätzlich wird das nutzbare Grundwasserdargebot durch vermehrte landwirtschaftliche Beregnung während Trockenperioden verringert.

Der erhöhte Niederschlagseintrag im Winter führt aufgrund der begrenzten Aufnahmefähigkeit des Bodenspeichers nur bedingt zu höheren Grundwasserneubildungsraten, um die sommerlichen Defizite ausgleichen zu können. In einzelnen Landesteilen mit gut durchlässigen Böden und geringen Flurabständen kann der zusätzliche Niederschlagseintrag andererseits während der Wintermonate zu steigenden Grundwasserständen und somit zur verstärkten Vernässungsgefahr → **Bauwesen** führen. Zudem können erhöhte Stoffverlagerungen aus der Bodenzone ins Grundwasser erfolgen. Dies betrifft zum Beispiel Nitrat, das bei Trockenheit im Sommer von den Pflanzen weniger angenommen und dann unter feuchteren Bedingungen im Winter verstärkt ausgewaschen wird → **Gesundheit**. Demgegenüber können Verdünnungsprozesse gegenläufig und dadurch kompensierend wirken. Auch können hohe Grundwasserstände in Folge von Hochwasserereignissen und Starkniederschlägen (mit lokalen Überflutungen) zeitweilig zu einer Änderung des Grundwasserströmungsverhaltens führen.

Oberflächenwasser

Beobachtete und zukünftig verstärkt auftretende Niederschlagsdefizite, erhöhte Verdunstung und gesteigerter Wasserbedarf (Kühlwasser, Trinkwasser, Beregnung etc.) im Sommerhalbjahr führen zu einer Reduzierung des Abflussdargebots sowie der Wasserstände (Niedrigwasser) von Stand- und Fließgewässern. Stand-

und Fließgewässer mit kleinen Einzugsgebieten verlanden beziehungsweise trocknen in warmen und niederschlagsarmen Sommern häufiger aus → **Naturschutz**. Niedrigwasserperioden wirken sich zudem negativ auf die Wasserkraftnutzung → **Energiewirtschaft**, auf Brauch- und Kühlwasser, die Schifffahrt → **Verkehr** und den



Murenabgang in Oberstdorf im Juni 2015



ökologischen Zustand der Gewässer aus, da die Fließgeschwindigkeit verringert und Wassertemperaturen erhöht sind. Die klimatische Wasserbilanz zeigt ebenfalls bereits gegenwärtig regional bedeutsame Defizite im Sommer aufgrund höherer Verdunstung und abnehmenden Niederschlägen → **Landwirtschaft**. Tendenziell verschlechtert sich die Gewässerqualität der Oberflächengewässer bei höheren Temperaturen und während trockener Perioden aufgrund von eingeschränkten Verdünnungsverhältnissen bei gleichbleibender Abwassermenge. Zusätzlich zur im Mittel der letzten 30 Jahre bereits erhöhten Gewässertemperatur um $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ wird bis Mitte des 21. Jahrhunderts eine weitere Erhöhung um $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ erwartet.

Durch verminderte Sommerzuflüsse in Trockenzeiten und erhöhte Nährstoffeinträge bei Starkniederschlägen steigt die Gefahr von Algenblüten zum Beispiel durch Cyanobakterien (Blaualgen). Dies bewirkt wiederum nachteilige wirtschaftliche Folgen in einzelnen Regionen, wenn touristische Nutzungen wie Baden oder Wasserwandern eingeschränkt sind → **Tourismus**.

Bei einer Zunahme der Niederschlagsintensität und Starkregenereignisse, insbesondere nach Trockenperioden, kann es lokal zu einer Zunahme der Nährstoff- und Feinsedimenteinträge kommen, wodurch sich der ökologische Zustand der Gewässer verschlechtert → **Naturschutz**. Zudem erhöht eine Zunahme der Intensität und Häufigkeit konvektiver Starkniederschläge insbesondere im Sommer die räumlich begrenzte Überflutungs- beziehungsweise Hochwassergefahr von Straßen und Grundstücken auch unabhängig von der Lage am Gewässer → **Städtebau**. Besonders an kleineren Gewässern und Wildbächen können Starkregenereignisse vermehrt zur Überlastung des Gewässers führen. Aus einer Zunahme von Starkregenereignissen können auch Auswirkungen auf die morphologischen Prozesse in den Fließgewässern resultieren. Eine verstärkte Sohlerosion mit vielfältigen Folgen (z. B. Grundwasserabsenkung, Gefährdung von Brückenbauwerken etc.) kann die Konsequenz sein → **Boden**, → **Bauwesen**. Mit steigenden Temperaturen im Winter nimmt der Anteil von Schnee am Gesamtniederschlag ab, wodurch sich die Wasserspeicherung in Form von Schnee zeitlich

Starkregenereignisse, wie im Juni 2016 in Bayern, steigern die Überschwemmungs- und Hochwassergefahr.

reduziert. Der Niederschlag kommt somit vermehrt zum unmittelbaren Abfluss und die Gefahr von winterlichem Hochwasser nimmt zu. Besonders im Alpenraum ist mit einem häufigeren Auftreten von Extremen wie Starkniederschlägen und den entsprechenden Folgen (Hochwasser, Murgang etc.) zu rechnen.

Zunehmende Temperaturen können sich auch auf die Gewässerökologie und -qualität auswirken. Neben direkten Auswirkungen, zum Beispiel durch Temperaturstress auf Fische, können vielfältige Wechselwirkungen wie Schwankungen im Sauerstoffgehalt und pH-Wert sowie Veränderungen der Stoffumsätze

und des Lösungsverhaltens insgesamt zu einer Verschlechterung des ökologischen Zustands der Gewässer führen → **Naturschutz**. In Seen werden dauerhaft Veränderungen der physikalischen Schichtungsverhältnisse erwartet, die sich negativ auf den Stoffumsatz und die ökologischen Verhältnisse und auf vielfältigen Nutzungen auswirken werden. Im Projekt KLIWA werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerökologie detailliert untersucht¹⁴. Dabei zeigte sich, dass vor allem Seen, Fließgewässeroberläufe sowie kalte alpine Gewässer durch klimatische Veränderungen besonders betroffen sind.

Wasserversorgung und Abwasserentsorgung



Wasserkammer eines Reinwasserbehälters

Während langanhaltender Trockenperioden bei gleichzeitig erhöhtem Trinkwasserbedarf (Spitzenwasserbedarf) kann es in der öffentlichen Wasserversorgung vereinzelt zu lokalen Engpässen kommen. Insbesondere wenn bei Quelfassungen das Wasserdargebot stark zurückgeht und kein zusätzlicher Wasserbezug von einer leistungsfähigen Anlage möglich ist. Mit Ausnahme weniger Einzelfälle kann die Wasserversorgung in Bayern nach den aktuellen Wasserversorgungsbilanzen großräumig als gesichert gelten. Dabei wird vorausgesetzt, dass der Vorrang der öffentlichen Wasserversor-

gung auch bei verstärkten Nutzungskonflikten zu anderen Handlungsfeldern vor allem in Zeiten geringer Niederschlagsmengen beachtet wird, wie beispielsweise bei der land- und forstwirtschaftlichen Bewässerung, der Kühlwasserversorgung oder der künstlichen Beschneidung → **Land- und Forstwirtschaft**, → **Tourismus**, → **Energiewirtschaft**, → **Industrie und Gewerbe**.

Kapazitäten der Abwasserableitung werden anhand von Bemessungsereignissen ermittelt. Ziel ist eine schadlose Ableitung bis zu einem Regenereignis mit einer definierten Eintrittshäufigkeit (1 mal in 1 Jahr bis 1 mal in 10 Jahren ist mit einem Kanalüberstau zu rechnen). Durch die Zunahme von Starkregenereignissen kann es dazu kommen, dass ein Kanalüberstau zukünftig eher häufiger auftritt. Bei einem Neubau oder einer wesentlichen Änderung wird daher ein Sicherheitsfaktor bei der Ermittlung der Bemessungsregen empfohlen. Für Grundstücksentwässerungsanlagen ist die Notwendigkeit einer Rückstausicherung zu prüfen (DIN 1986).

¹⁴
www.fliessgewaesserbiologie.
kliwa.de/
am 16.03.2016

KLIMAAANPASSUNG IN DER WASSERWIRTSCHAFT



„Ein modernes und vorsorgendes Hochwasserrisiko-management erfordert die Nutzung natürlicher Rückhalteflächen und technische Schutzmaßnahmen bei gleichzeitiger Reduzierung der Oberflächenversiegelung.“

Prof. Dr.-Ing. F. Wolfgang Günthert, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Landesverband Bayern

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) haben sich die EU-Staaten verpflichtet, Flüsse, Seen und das Grundwasser auf einem hohen Niveau zu schützen. Auf Bundesebene wird die Richtlinie im Wasserhaushaltsgesetz (WHG¹⁵) und dazugehörigen Verordnungen, wie der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) und der Grundwasserverordnung (GrwV), umgesetzt. Grundsätzliches Ziel der WRRL ist das Erreichen des „guten Zustands“ der Gewässer bis 2015, spätestens aber bis 2027 (BMU 2013). Als Referenz gilt die natürliche Vielfalt an Pflanzen und Tieren in den Gewässern, ihre unverfälschte Gestalt und Wasserführung und die natürliche Qualität der Gewässer. In den alle sechs Jahre zu erstellenden Bewirtschaftungsplänen der Flussgebiete werden auch die Auswirkungen des Klimawandels auf den Zustand der Gewässer und die Maßnahmen zur Erreichung des guten Zustands berücksichtigt. Damit ist die WRRL ein wichtiger und zentraler Baustein zum Schutz der Gewässer vor den Folgen des Klimawandels. Die Grundlage hierfür bildet das EU-Leitlinien-Dokument „Flussgebietsmanagement im Klimawandel“ (Europäische Kommission 2009). Ein weiterer wichtiger Bestandteil bildet der Klima-Check, bei dem alle Maßnahmen zur Umsetzung der WRRL auf ihre Wirksamkeit unter dem Einfluss des Klimawandels, aber auch in ihrer Wirksamkeit auf den Klimawandel geprüft werden (LAWA 2013).

Darüber hinaus haben sich die Mitgliedstaaten im Rahmen der Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRM-RL) darauf verständigt, die negativen Folgen von Hochwasser für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftlichen Tätigkeiten zu reduzieren. Dabei sollen alle Arten von Hochwasser betrachtet und mögliche Folgen des Klimawandels berücksichtigt werden.

Die rechtliche Grundlage für die Erreichung und Sicherung eines guten ökologischen, chemischen und quantitativen Zustands der Grund- und Oberflächengewässer sowie für die Reduzierung der Risiken infolge von Hochwasserereignissen stellen das WHG und das Bayerische Wassergesetz (BayWG¹⁶) dar. Auf Basis umfangreicher Datengrundlagen, Berechnungen, Auswertungen, laufender Erhebungen an Pegel-, Güte- und Grundwassermessstellen sowie durch Einbindung aller relevanten Fachstellen inklusive der Öffentlichkeit wurden die Maßnahmenprogramme nach WRRL und die Hochwasserrisikomanagementpläne erarbeitet. Diese strategischen Pläne werden turnusmäßig aktualisiert. Mit dem „Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020“ (AP 2020) und dessen Fortführung „Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus“ (AP 2020plus), das auch die stetige Verbesserung des Hochwassernachrichtendienstes und der Hochwasservorhersage beinhaltet, sind bereits wichtige Maßnahmen in der Umsetzung oder abgeschlossen, um das Hochwasserrisiko in Bayern zu reduzieren (StMUV 2014b). Gegen Trockenheit und Dürre werden das Niedrigwassermanagement und der Niedrigwasserinformationssdienst gezielt weiter ausgebaut.

Die Wasserwirtschaftsverwaltung in Bayern schafft insbesondere einen strategisch-rechtlichen Rahmen für Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Wasserwirtschaft“ beim Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) unter Beteiligung des Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), des Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWi) und des Staatsministeriums des Innern, für Bau und Verkehr (StMI).

¹⁵
www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/
am 16.03.2016

¹⁶
www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayWG
am 16.03.2016

Als Vorhabensträger für Maßnahmen an Gewässern 1. und 2. Ordnung sowie an Wildbächen setzt die staatliche Wasserwirtschaftsverwaltung selbst Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel um, wie zum Beispiel mit der Errichtung von Hochwasserschutzanlagen. Mögliche zukünftige klimatische Veränderungen werden hierbei bereits mit einem Klimazuschlag bei der Bemessung von Hochwasserschutzanlagen berücksichtigt. Über staatliche Förderprogramme lenkt und unterstützt der Freistaat die Kommunen. Denn den Kommunen kommt als Träger der Ausbau- und Unterhaltungslast an den Gewässern 3. Ordnung, als Betreiber beziehungsweise Verantwortliche der Daseinsvorsorge, vor allem der Wasserver- und Abwasserentsorgung, und als Träger öffentlicher Interessen eine große Verantwortung für die Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu.

Aber auch Industrie und Gewerbe können durch Einhaltung der staatlichen Vorgaben und freiwilliges Engagement hierzu beitragen. Und nicht zuletzt kann jeder einzelne Bürger durch einen nachhaltigen sorgsam Umgang mit der Ressource Wasser eine erfolgreiche Anpassung an den Klimawandel im Handlungsfeld Wasserwirtschaft unterstützen.

Veränderungen des Wasserhaushalts haben Auswirkungen auf nahezu alle dargestellten Handlungsfelder. Ganz besonders betroffen ist jedoch das Handlungsfeld „Wasserwirtschaft“ selbst. Eine besondere Herausforderung stellt auch die dezentrale Organisation der Wasserversorgung in Bayern mit 2.056 Gemeinden und mehr als 3.500 Wasserversorgungsanlagen dar.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMUV unter Beteiligung der Ressorts des StMELF, StMWi, StMI, untere Wasserrechtsbehörde, untere Bauaufsichtsbehörde, Wasserwirtschaftsämter, Träger der Infrastruktureinrichtungen, Städte und Gemeinden
Einbeziehen weiterer Akteure	Wasserforum Bayern, Wasserverbände, Eigentümer
Intersektorale Vernetzung	Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz, Georisiken, Gesundheit, Katastrophenschutz, Städtebau/Bauleitplanung, Bauwesen, Straßenbau und Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe, Tourismus, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Zentrales Handlungsziel ist die Stabilisierung des Wasserhaushalts in Bayern einschließlich der Sicherung der Ver- und Entsorgung von Trink-, Brauch- und Abwasser. Unter Berücksichtigung zunehmender Extremereignisse gilt es, die negativen Folgen von Hochwasser durch ein konsequentes Hochwasserrisikomanagement aller Beteiligten zu verringern. Hierfür werden der technische Hochwasserschutz, der natürliche Wasserrückhalt, die Hochwasservorhersage aber auch die Hochwasservorsorge weiter verstärkt. Der Erhalt möglichst naturnaher ökologischer Verhältnisse und der natürlichen Lebensraumfunktion der aquatischen Ökosysteme ist zur Aufrechterhaltung der vielfältigen Ökosystemdienstleistungen zum Beispiel durch konsequente Umsetzung der WRRL erforderlich. Dabei ist eine abgestimmte Koordination der Nutzeransprüche zu gewährleisten. Eben-

so ist eine Anpassung der landwirtschaftlichen Nutzung mit zeitnaher Umsetzung gewässerschonender Maßnahmen erforderlich, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässer soweit möglich zu minimieren. Die Strukturen der öffentlichen Trinkwasserbereitstellung müssen, bei zunehmend häufigeren, klimabedingten Extremereignissen, eine ausreichende Resilienz bei Bedarf und Ressourcenverfügbarkeit aufweisen.

Maßnahmen im Bereich Niedrigwasser

Tabelle 7

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wasserwirtschaft (Niedrigwasser),

*Nummerierung gemäß LAWA-Maßnahmenkatalog (LAWA 2015)

Schwerpunkt: Niedrigwasser (NW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
NW_01 *45–58	Reduzierung der Verluste bei der Wasserverteilung, Maßnahmen zur wassersparenden Bewässerung, Anpassung der behördlichen Genehmigungen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WRRL
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe
NW_02 *65	Förderung des natürlichen Wasserrückhalts z. B. durch Bereitstellung von Überflutungsräumen durch Rückverlegung von Deichen, Wiedervernässung von Feuchtgebieten, Moorschutzprojekte, Wiederaufforstung im EZG	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Wasserbehörden
		Umsetzungsgrundlage	WRRL, Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Raumordnung
NW_03 *74, 75	Gewässerentwicklung und Auenrenaturierung, Aktivierung ehemaliger Feuchtgebiete zur Förderung des natürlichen Wasserrückhalts (z. B. naturnahe Ausgestaltung von Gewässerrandstreifen und Gewässerbett), Wiederanschluss von Geländestrukturen (z. B. Altarme, Seitengewässer) mit Retentionspotenzial	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Wasserbehörden
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, HWRM-RL, WRRL, Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Raumordnung
NW_04	Sicherung der für die öffentliche Wasserversorgung nutzbaren Grundwasservorkommen durch Vorrang- und Vorbehaltsgebiete in den Regionalplänen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	HWRM-RL, LEP, BayLpIG
		Querverweis	Naturschutz, Raumordnung
NW_05 *502	Fortführung der Grundlagenforschung, Sicherung und Entwicklung des Monitorings zur Unterstützung des Wissens- und Erfahrungstransfers, um wirksame Maßnahmen zur Umsetzung der WRRL zu entwickeln, anzupassen und zu optimieren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	WRRL, Forschungsprogramme
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Naturschutz, Straßenbau und Verkehr
NW_06	Anpassung und Optimierung des Pegelmessnetzes an Niedrigwassersituationen durch genaue Beobachtung der Abflüsse als Grundlage für Vorsorge und Warnsysteme	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Wasserbehörden, Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Landwirtschaft, Energiewirtschaft

Schwerpunkt: Niedrigwasser (NW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
NW_07	Ausbau und Pflege der Niedrigwasserinformationsdienste (NID) zur Verbesserung der Vorsorge und Warnsysteme	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Wasserbehörden
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Straßenbau und Verkehr
NW_08	Entwicklung von Prognose- und Wasserhaushaltsmodellen zur Abschätzung von Niedrigwasserereignissen und Grundwasserneubildungsraten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, Forschungsprogramme
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft
NW_09	Erstellung von Bedarfsprognosen und Wasserbilanzen für kommunale Wasserversorgungsanlagen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung bzw. abgeschlossen
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Industrie und Gewerbe
NW_10	Initiierung von Maßnahmen zum örtlichen oder regionalen Verbund von Anlagen und Errichtung zusätzlicher Wassergewinnungsanlagen („Zweites Standbein“) für öffentliche Wasserversorgung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune bzw. Wasserversorgungsunternehmen
		Umsetzungsgrundlage	WHG, Bayerische Gemeindeordnung
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
NW_11	Ermittlung der Bedarfsdeckung von Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Unternehmen, Landwirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	WHG
		Querverweis	Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe
NW_12	Entwicklung von lokalen Niedrigwassermanagementkonzepten für extreme Niedrigwasserereignisse zur Sicherung der Wasserversorgung und -bedarfsdeckung aller Wassernutzer, z. B. Festlegung von Alarmstufen, kartographische Erfassung wasserarmer Gebiete etc.	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Wasserwirtschaftsverwaltung, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Straßenbau und Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe, Tourismus
NW_13	Verstärkte Überwachung von Gewässernutzungen, um bestehende Festlegungen im Niedrigwasserfall besser überprüfen zu können	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe, Tourismus

Schwerpunkt: Niedrigwasser (NW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
NW_14	Reinigung von kommunalen, industriellen und gewerblichen Abwasser, ggf. auch Aufbereitung und Wiederverwendung von Abwasser v. a. bei Industrie und Gewerbe	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend bzw. kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen, Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Industrie und Gewerbe
NW_15	Einsatz wassersparender Technologien in Kraftwerken wie z. B. Kühltürme mit Verfahren der Nass- und Trockenkühlung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Energiewirtschaft
NW_16	Sensibilisierung der verschiedenen Nutzergruppen hinsichtlich ihres Wasserverbrauchsverhaltens, Förderung der Reduzierung der Wasserentnahme	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Bevölkerung
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe, Tourismus

Maßnahmen im Bereich Hochwasser

Tabelle 8

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wasserwirtschaft (Hochwasser), * Nummerierung gemäß Handlungsanleitung zur Aufstellung von HWRM-Plänen (StMUV 2014c)

Schwerpunkt: Hochwasser (HW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
HW_01 *301.1	Integration des vorbeugenden Hochwasserschutzes in die Regionalpläne	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	In Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend bzw. kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Regionale Planungsverbände
		Umsetzungsgrundlage	Hochwasserrisikomanagement-Pläne
		Querverweis	alle Handlungsfelder
HW_02 *302.1	Ermittlung und rechtliche Sicherung von Überschwemmungsgebieten bzw. Wildbachgefährdungsbereichen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, Hochwassergefahrenkarten, AP 2020plus
		Querverweis	alle Handlungsfelder
HW_03 *303.2, 303.3	Integration des vorbeugenden Hochwasserschutzes in die Bauleitpläne	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	In Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend bzw. kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Städte und Gemeinden
		Umsetzungsgrundlage	Hochwasserrisikomanagement-Pläne, Bauleitplanung
		Querverweis	alle Handlungsfelder
HW_04 *310.1, 310.2	Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Wasserrückhaltung in der Fläche	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus, FlurbG
		Querverweis	Landwirtschaft, Naturschutz
HW_05 *311.1, 311.2	Erhöhung des Wasserrückhaltes im Rahmen des Maßnahmenprogramms WRRL bzw. auf der Grundlage eines Gewässerentwicklungskonzepts	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Vorbereitung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayWG, WRRL, BayLplG
		Querverweis	Naturschutz, Raumordnung
HW_06 *312.1	Reduzierung der Versiegelung von Flächen und dezentrale Versickerung des Niederschlagswassers zum Wasserrückhalt und zur Entlastung von Abwasseranlagen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Grundstückseigentümer
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Naturschutz, Raumordnung, Städtebau

Schwerpunkt: Hochwasser (HW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
HW_07 *315.1, 315.2, 315.3	Erstellen und Umsetzen von Rückhaltekonzepten an Gewässern unter Berücksichtigung des Klimaänderungsfaktors	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend bzw. kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft, Städtebau, Bauwesen, Raumordnung
HW_08 *316.1	Optimierte Steuerung und optimierter Betrieb sowie Sanierung von Hochwasserschutzanlagen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen
HW_09 *317.2	Umsetzung der Konzepte für den technischen Hochwasserschutz unter Berücksichtigung des Klimaänderungsfaktors bei der Bemessung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen, Raumordnung
HW_10 *318.1, 318.2	Laufende Überwachung und Unterhaltung aller technischen Schutzanlagen, regelmäßige vertiefte Überprüfung und ggf. Sanierung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	dauerhaft
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus
		Querverweis	Bauwesen
HW_11 *322.1, 322.2	Optimierung des Pegelmessnetzes und der Hochwassernachrichtendienste sowie Fortschreibung der Wasserhaushaltsmodelle	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus
		Querverweis	alle Handlungsfelder
HW_12 *324.1 - 324.4	Notfallplanung und -übungen für alle betroffenen Nutzergruppen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Bürger
		Umsetzungsgrundlage	HWRM-RL
		Querverweis	Gesundheit
HW_13	Überprüfung der Bemessungsansätze und Dimensionierung der wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen wie Kanal- und Versorgungssysteme sowie Regenrückhaltebecken	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Fachvereinigungen
		Umsetzungsgrundlage	AP 2020plus
		Querverweis	Bauwesen

Schwerpunkt: Hochwasser (HW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
HW_14 *325.6	Erstellung lokaler Hochwassergefahren- und -risikokarten und/oder Listen lokal betroffener Objekte sowie von Hochwasserrisikomanagementplänen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (Aktualisierung lt. Gesetz alle 6 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Bürger
		Umsetzungsgrundlage	WHG, EG-HW-RL ¹⁷ , BayWG, AP 2020plus
		Querverweis	alle Handlungsfelder
HW_15 *502.1	Fortführung der Grundlagenforschung über zukünftige Entwicklung von lokalen Starkregenereignissen sowie Monitoring und Datensicherung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung, Projekte wie z. B. ClimEx
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, AP 2020plus
Querverweis	alle Handlungsfelder		
HW_16	Schutz von Wasserversorgungsanlagen und abwassertechnischen Anlagen gegen Hochwasser und optimierte sowie flexible Steuerung der Entwässerungssysteme	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	laufend
		Verantwortlichkeit	Kommune, Betreiber
		Umsetzungsgrundlage	Hochwassergefahrenkarten, AP 2020plus
Querverweis	Bauwesen		

17

EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie 2007/60/
EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom
23.10.2007

Maßnahmen im Bereich Gewässerökologie

Tabelle 9

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wasserwirtschaft (Gewässerökologie), *Nummerierung gemäß LAWA-Maßnahmenkatalog (LAWA 2015)

Schwerpunkt: Gewässerökologie (GÖ)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
GÖ_01 *1-8	Ausbau und Optimierung kommunaler Kläranlagen zur Reduktion von Stofffrachten, Verbesserung der Reinigungseffizienz, Verbesserung der dezentralen Abwasserentsorgung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Verantwortlichkeit	Betreiber
		Umsetzungsgrundlage	WRRL
		Querverweis	Landwirtschaft, Gesundheit, Straßenbau und Verkehr, Energiewirtschaft
GÖ_02 *17	Reduzierung der Belastungen durch Wärmeeinleitungen z. B. Neubau von Kühlanlagen, Aufstellen von Wärmelastplänen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WRRL
		Querverweis	Naturschutz, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe
GÖ_03 *18-44	Reduzierung punktueller und diffuser Stoffeinträge z.B. Sanierung von Altlastenstandorten und Deponien, Entsiegelung von Flächen, Begrünung, Gewässerrandstreifen, technische Filteranlagen, konservierende Bodenbearbeitung an Talsperren, Überwachungsmonitoring	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WRRL, WHG, Regionalplanung
		Querverweis	Landwirtschaft, Gesundheit, Bodenschutz, Straßenbau und Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe
GÖ_04 *70-74	Habitatverbesserung im Gewässer, Profil und (See)uferbereich z. B. durch Einbringen von Störsteinen oder Totholz zur Erhöhung der Strömungsdiversität, Erhöhung des Totholzdargebots, Anlage von Kieslaichplätzen, Ufer- oder Sohlgestaltung, Laufveränderung, Wiederherstellung von naturnahen, typspezifischen Uferhabitaten für Flora und Fauna	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WRRL, Regionalplanung, Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Naturschutz
GÖ_05	Milderung der Auswirkungen hoher sommerlicher Temperaturen durch naturnahe Uferbepflanzung und Verbesserung der Gewässerstruktur	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	Regionalplanung
		Querverweis	Naturschutz, Raumordnung
GÖ_06	Untersuchung und Quantifizierung der Auswirkungen möglicher Vegetations- und Landnutzungsänderungen auf die Grundwasserqualität	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Forschungsprogramme
		Querverweis	Gesundheit

Schwerpunkt: Gewässerökologie (GÖ)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
GÖ_07	Berücksichtigung der Biodiversität bei Maßnahmen des Hochwasserschutzes und der Gewässerentwicklung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Naturschutz
GÖ_08	Belüftungs- und Sauerstoffreglement bei sinkenden Sauerstoffkonzentrationen, z. B. durch Turbinenbelüftung	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre), nach Bedarf
		Verantwortlichkeit	StMUV, Wasserkraftbetreiber
		Umsetzungsgrundlage	AMÖ, ADÖ
		Querverweis	Naturschutz, Energiewirtschaft
GÖ_09	Betreiben von Gewässerwarndiensten mit entsprechenden Meldestufen für Gewässerqualität und -ökologie z. B. Alarmplan staugeregelter Main	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Landwirtschaft, Gesundheit, Energiewirtschaft, Straßenbau und Verkehr
GÖ_10	Analyse und Reduzierung von Geruchsbelastungen aus dem Kanalsystem	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Gesundheit
GÖ_11 *28	Reduzierung des Nährstoffgehalts durch Extensivierungsverfahren im Einzugsgebiet	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Gesundheit
GÖ_12	Fortführung und Entwicklung des Gewässerökologiemonitorings und der Modellierung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Naturschutz
GÖ_13	Verschärfung der gesetzlichen Mindestanforderungen in See-Einzugsgebieten hinsichtlich Nährstoffeinträgen/Ausbaugröße	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Naturschutz

Allgemeine Maßnahmen der Wasserwirtschaft

Tabelle 10

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wasserwirtschaft (Allgemeine Maßnahmen Wasserwirtschaft)

Allgemeine Maßnahmen in der Wasserwirtschaft (WA)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
WA_01	Sensibilisierung der Öffentlichkeit, Intensivierung des Dialogs, der Kooperation und Beteiligung aller betroffenen Akteure bei Festlegung von Anpassungsmaßnahmen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Bürger
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
WA_02	Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung bei der Genehmigung neuer Wassernutzungen und beim Erlass wasserrechtlicher Bescheide	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	WRRL, WHG, BayWG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
WA_03	Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung bei der Aufnahme der Anpassungserfordernisse in Umweltzielen der Wasserrahmenrichtlinie und im Gewässermanagement	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WRRL
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe
WA_04	Konsequente Umsetzung der WRRL und HWRM-RL	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WRRL, HWRM-RL, WHG, Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	alle Handlungsfelder

Landwirtschaft

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Pflanzen- und Weinbau
Tierhaltung
Teichwirtschaft

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Pflanzen- und Weinbau
Maßnahmen im Bereich Tierhaltung
Maßnahmen im Bereich Teichwirtschaft
Maßnahmen im Bereich ländliche Entwicklung
Allgemeine Maßnahmen in der Landwirtschaft



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE LANDWIRTSCHAFT

Die Landwirtschaft in Bayern ist unmittelbar von den Witterungs- und Klimabedingungen abhängig. Die einzelnen Bereiche wie Pflanzenbau, Tierhaltung und Teichwirtschaft können dabei sehr unterschiedlich auf klimatische Veränderungen reagieren. Grundsätzlich muss sich die Agrarwirtschaft auf längere Vegetationsperioden, einen höheren CO₂-Gehalt der Luft, zunehmende Trockenheit im Sommerhalbjahr, vor allem in Franken, häufigere und intensivere Starkregenereignisse und Überflutungen und damit zum Beispiel auf Veränderungen bei der Nährstoffverfügbarkeit und beim Schaderregeraufkommen einstellen. In der Landwirtschaft birgt der Klimawandel somit sowohl Chancen als auch Risiken. Diese sind wiederum unterschiedlich für die einzelnen Sektoren und Anbauregionen.

Tabelle 11 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Die größte Bedeutung mit überwiegend positiven Effekten haben demnach die agrarphänologische Phase und die

Wachstumsperiode. In Zukunft steigt in Süddeutschland allerdings die Gefahr von Trocken-/Hitzeschäden und Extremereignissen wie Hagel und Starkregen sowie die Ausbreitung von Schadorganismen, die einen Rückgang der Erträge zur Folge haben können.

Der Agrarsektor gilt durch eine Vielzahl an Produktionsmaßnahmen (z. B. Bodenbearbeitung, Fruchtfolgegestaltung, Sortenwahl, Pflanzenschutz) für graduelle Klimaveränderungen als anpassungsfähig. Häufigeres Auftreten von extremen Witterungsbedingungen (länger anhaltende Trockenphasen wie zum Beispiel im Frühjahr 2015 in Nordbayern, Stürme, Hagel) sind durch Produktionsmaßnahmen nur im Ausnahmefall (Bewässerung) ausgleichbar und bewirken erhebliche Schäden bis hin zum totalen Ertragsausfall. Zusätzlich können mögliche Probleme durch fehlende finanzielle Ressourcen oder fehlende rechtliche Rahmenbedingungen (z. B. Anpassung der Bewässerung) auftreten. Insgesamt ist die Vulnerabilität der Landwirtschaft in Bayern als mittel einzustufen.

Tabelle 11
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Agrophänologische Phasen und Wachstumsperiode	mittel	mittel	hoch
Ertrag	gering	gering	gering
Trocken- und Frostschäden	gering	gering	mittel
Schädlinge und Pflanzengesundheit	gering	gering	mittel
Schäden durch Extreme	gering	gering	mittel

Pflanzen- und Weinbau

Im Pflanzenbau ist durch die verlängerte Vegetationsperiode bei einzelnen Pflanzen, bei denen die Vegetationszeit bisher begrenzend wirkte (z. B. Mais), mit etwas höheren Erträgen sowie einer Ausweitung der Anbauggebiete zu rechnen, soweit Spätfrostgefährdung und Wasserversorgung dies ermöglichen. Wärmeliebende Arten und Sorten können vermehrt im Freiland angebaut werden und es steigt die Perspektive für eine Zweitkulturnutzung. Für den Weinbau ist vor allem durch eine Verlängerung der Vegetationsperiode potenziell eine Qualitätssteigerung der Trauben, insbesondere von spätrei-

fenden Sorten, möglich. Von einer besseren Traubenreife kann somit beispielsweise das eher kontinental geprägte Weingebiet Franken profitieren (StMUV 2015c). Andererseits bleibt das Spätfrostisiko zum Beispiel auch im Obstbau zukünftig eine potenzielle Gefahr durch den frühzeitigen Vegetationsbeginn.

Im Futterbau und der Grünlandbewirtschaftung ist durch den früheren Vegetationsbeginn eine Anpassung der Beweidung erforderlich. Auf den Futterflächen reduziert sich die Ertragssicherheit hinsichtlich Menge und Qualität. Durch all-



Weinbau in Unterfranken

gemein höhere Temperaturen steigen die Anforderungen an die Futterhygiene, insbesondere im Hinblick auf eine mögliche Belastung mit Mykotoxinen (Schimmelpilzgifte).

Die zunehmende CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre steigert das Pflanzenwachstum von C3-Pflanzen (z. B. Weizen, Kartoffeln und Zuckerrüben), deren Temperaturoptimum aber in einem Bereich von 15°C bis 25°C liegt. Für C4-Pflanzen (z. B. Mais, Zuckerrohr, Miscanthus, verschiedene Hirsearten) stellt die heute vorliegende CO_2 -Konzentration in der Luft das Optimum dar. Im Vergleich zu C3-Pflanzen erreichen sie hiermit im Durchschnitt nahezu die doppelte Photosyntheseleistung. Das Temperaturoptimum der C4-Pflanzen liegt zudem bei 30°C bis 40°C . Deshalb werden sich zukünftig die Wachstumsbedingungen von C4-Pflanzen eher verbessern. Allerdings kann eine zu hohe CO_2 -Konzentration auch negative Auswirkungen auf Qualitätseigenschaften wie beispielsweise den Rohproteingehalt von Getreide und Futterpflanzen bewirken und zu einer Veränderung der chemischen Zusammensetzung des pflanzlichen Gewebes führen (BMU 2008). Der CO_2 -Düngeeffekt sollte daher nicht überbewertet werden.

Weiterhin gefährden Hitze- und Trockenstress pflanzenempfindliche Wachstumsphasen, wie etwa die Blatt- und Blütenbildung, die Frucht-

bildung oder Abreife. In Trockenphasen ist mit Ertragseinbußen vor allem auf sandigen und tonigen Böden (z. B. Nürnberger Sandachse, Steigerwaldvorland) zu rechnen. Feldfrüchte mit erhöhtem Wasserbedarf wie Feldgemüse, Mais, Kartoffeln oder Rüben sind von Trockenperioden besonders betroffen. Insbesondere im Feldgemüseanbau wird es notwendig, Wasserknappheit durch wassersparende Produktionstechniken und vor allem durch Systeme zur Speicherung von Wasser auszugleichen. Dies stellt künftig einen erheblichen Kostenfaktor dar und kann in bestimmten Gebieten zur Unwirtschaftlichkeit der Produktion führen. Bei Freilandkulturen im Obst- und Gemüsebau können verstärkte UV- und Sonneneinstrahlung Strahlungsschäden an Blättern, Früchten und Weinreben hervorrufen. Dagegen stellt extreme Hitze



Sonnenbrand an Reben

Links:
Maiszünslerlarve in aufgeschnittenem Maisstängel

Rechts:
Sporenlager von Braun- und Gelbrost auf einem Weizenblatt



Kulturen im geschützten Anbau, besonders unter Glas, vor eine große Herausforderung. Hier müssen durch Kühlprozesse die Temperaturen für ein gutes Pflanzenwachstum zunehmend reguliert werden → **Energiewirtschaft**. Andererseits könnten höhere Temperaturen zu einer Abnahme der Bodenhumusgehalte und damit zu einer Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit und anderen Bodenfunktionen führen → **Boden und Georisiken**.

Mit der Zunahme von Starkniederschlägen und Hagelereignissen steigt die Gefahr von Wassererosion und Bodenabschwemmung, insbesondere nach längeren Trockenperioden → **Boden und Georisiken**. Infolgedessen werden Nährstoffe und Humus hangabwärts verlagert oder in Gewässer eingeleitet → **Wasserwirtschaft**. Des Weiteren werden Schäden wie zum Beispiel das Aufplatzen der Beeren oder Fäulnis an Sonderkulturen des Garten-, Obst- und Weinbaus beobachtet. Aber auch schwere Stürme können zu erheblichen Ertragseinbußen, Schäden an Gewächshäusern und erhöhter Winderosion beitragen → **Industrie und Gewerbe**, → **Finanzwirtschaft**. Grundsätzlich beeinträchtigt die Zunahme der saisonalen Witterungsunterschiede (z. B. langanhaltende Trockenperioden, Starkniederschläge) und das häufigere

Auftreten von Extremereignissen (Starkregen, Hagel, Sturm, Hitze, Dürre) die landwirtschaftliche Planungs- und Ertragssicherheit. Die Landwirtschaft steht damit auch vor der Notwendigkeit großer technischer Investitionen zum Schutz der Produktion.

Indirekt beeinflusst werden Ertrag und Qualität von Kulturpflanzen durch die Zunahme von wärmeliebenden Unkräutern, Schädlingen und Krankheitserregern. Schädlinge wie der Apfelbaumwickler, Kartoffelkäfer oder Maiszünsler finden durch eine verlängerte Vegetationszeit und mildere Winter immer bessere Überlebensbedingungen vor und können schon heute teilweise mehrere Generationen ausbilden. Besonders in Mittel- und Unterfranken nehmen Vorkommen und Häufigkeit des Maiszünslers stetig zu.

Weiterhin richtet die Kirschessigfliege zunehmend hohe Schäden im bayerischen Obst- und Weinbau an. Neben Krankheiten durch wärmeliebende Pilze und Bakterien, wie die Dürrefleckenkrankheit der Kartoffel, Rostpilze im Getreide, Apfelschorf und Apfelmehltau, können neue, bisher nicht bekannte Krankheiten, Schädlinge oder Unkräuter auftreten.

Tierhaltung

Der Tierhaltung, allen voran der Rinder- und Schweinehaltung, kommt in Bayern eine hohe Bedeutung zu. Unabhängig davon, ob diese Tiere im Stall oder Freiland gehalten werden, sind sie von klimatischen Veränderungen betroffen. Mit zunehmenden Temperaturen, erhöhter

Luftfeuchte oder Trockenheit können sich Nahrungsaufnahme, Wohlbefinden und Produktivität der Tiere verringern. Durch zunehmenden Hitzestress können Milch-, Wachstums- und Reproduktionsleistung der Tiere beeinträchtigt werden. Im Bereich der Tierernährung ist mit

stärker schwankenden Grobfutterqualitäten und Erntemengen zur rechnen. Des Weiteren steigt das Risiko der Einschleppung neuer Infektionserreger insbesondere auch Parasiten und das (erneute) Auftreten von Tierseuchen → **Gesundheit**). Der Ausbruch der seit 2006 auftretenden Blauzungenkrankheit (ursprünglich aus Südafrika) bei Wiederkäuern ist mit erheblichen wirtschaftlichen Einbußen verbunden und wahrscheinlich auf den Klimawandel zurückzuführen. Überträger solcher Krankheiten können Gnitzen und andere Stechmücken oder Zecken sein, deren Verbreitung durch mildere Temperaturen begünstigt wird.

Weiterhin zeigen sich auch Honigbienen und Wildbienen vom Klimawandel betroffen.

Teichwirtschaft/Fischerei

Besonders betroffen von steigenden Temperaturen sind wechselwarme Organismen wie Fische und Makroinvertebraten (Wasserwirbellose), deren Körpertemperatur stetig der ihrer Umgebung entspricht. Insgesamt ist die Anpassungsfähigkeit einzelner Arten oder bestimmter Nahrungsnetze gegenüber veränderten Umweltbedingungen als gering einzustufen. Während des Hitzesommers 2003 konnte ein Massensterben von Muscheln und Fischarten (v. a. Aale) im Main beobachtet werden. In den heißen und trockenen Sommern 2014 und 2015 kam es zu vermehrten Notabfischungen von Karpfenteichen. Insgesamt musste in Forellen- und Karpfenteichwirtschaften die Fütterung reduziert werden. Gewinnverluste durch Wassermangel in teichwirtschaftlichen Betrieben sind nicht auszuschließen. Im Lauf des Sommers 2015 verendeten in den voralpinen Gewässern, zum Beispiel der Traun, einige Salmoniden (Lachsfische) infolge des Temperaturstress. Es kann zu Verschiebungen des Artenspektrums in den Gewässern kommen.

Des Weiteren beeinflussen Temperatur und Wasserverhältnisse neben der Artenzusammensetzung auch die Reproduktion, das Wander- und das Laichverhalten beziehungsweise die Entwicklung von Tieren und Pflanzen → **Naturschutz**. Bereits in der Vergangenheit eingeschleppte Arten (z. B. Blaubandbärbling) mit besserer Adaption an höhere Temperaturen

Während die Honigbiene als Generalist sich dem verändernden Nahrungsangebot anpassen kann, sind viele Wildbienenarten mit spezialisierter Ernährungsweise durch die Gefahr der mangelnden Synchronisation zwischen Bienenvorkommen und Blühzeiten der Pflanzen betroffen. Direkte Auswirkungen auf die Honigbienen sind vor allem bei den Bienenkrankheiten und –schädlingen zu befürchten. Erkrankungen können sich in ihrer Schadwirkung verstärken (z.B. die parasitische Milbe *Varroa destructor*), und neue, exotische Schädlinge können sich etablieren. So stellt die in jüngster Vergangenheit eingewanderte asiatische Hornisse *Vespa velutina* eine große Bedrohung für Honigbienen durch das Abtöten ganzer Bienenvölker dar.

könnten sich ausbreiten und heimische Spezies verdrängen. Hohe Temperaturen erhöhen zudem den Stoffwechsel und den Energieverbrauch, so dass der Nahrungsbedarf zunimmt.

Im Winter wird bei Temperaturen über 10 °C die Winterruhe von Wasserorganismen beeinträchtigt und folgend Energieverluste der Fische durch ausbleibende Eisbedeckung und höhere Wassertemperaturen bewirkt. Fehlende Eisbedeckung erhöht ebenso das Risiko der Fraßverluste und der Beunruhigung durch Kormorane. Eine zunehmende Gefahr könnten neue Fischkrankheiten bedeuten. So führen höhere Wassertemperaturen beispielsweise auch zu verbesserten Überlebenschancen ausgesetzter wärmeliebender Aquarienfische und fremdländischer Krebstiere. Damit steigt das Risiko für die Einschleppung exotischer Fischseuchen in freie Gewässer. Als Folge von starken Niederschlägen und Hochwasser werden die Einträge von Schadstoffen und Sedimenten zunehmen und die Gewässerböden als Laich- und Nahrungshabitate beeinträchtigt → **Naturschutz**. Neben dem Eintrag von Sedimenten führen Nährstofffrachten aus Spülstößen aus kommunalen Kläranlagen unter den Bedingungen der Teichwirtschaft zur Eutrophierung und zu starken Problemen.

KLIMAAANPASSUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT



„Wasser- und energieeffiziente Anbauverfahren mit standort- und klimaangepassten Pflanzensorten sind bei sich ändernden Klimaverhältnissen grundlegende Voraussetzungen für eine nachhaltige Nahrungsmittel- und Rohstoffherzeugung.“

Jakob Opperer,
Präsident Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

In Bayern werden 47 % der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt (Stand: 31.12.2014¹⁸). Mit zunehmender Trockenheit, häufigeren Starkniederschlagsereignissen und verlängerter Vegetationszeit wird die bayerische Landwirtschaft bereits jetzt durch den Klimawandel beeinflusst. Um die negativen Folgen des Klimawandels zu mindern und Chancen effektiv zu nutzen, sind neben Anpassungsmaßnahmen insbesondere gezielte Umsetzungsinstrumente notwendig.

Mit dem Agrarinvestitionsförderprogramm gewährt der Freistaat beispielsweise Zuwendungen zur Unterstützung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen, umweltschonenden, tiergerechten und multifunktionalen Landwirtschaft. Gefördert werden investive Maßnahmen in landwirtschaftlichen Unternehmen unter Berücksichtigung der Verbesserung des Verbraucher-, Tier-, Umwelt- und Klimaschutzes. Als gesetz-

liche Grundlage dient das Bayerische Gesetz zur nachhaltigen Entwicklung der Agrarwirtschaft und des ländlichen Raumes (Bayerisches Agrarwirtschaftsgesetz – BayAgrarWiG¹⁹).

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ beim Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) unter Beteiligung des Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV). Hinzu kommt eine Vielzahl an öffentlichen Akteuren, die bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen einbezogen werden.

Klimaanpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft sind zudem intersektoral mit den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz, Gesundheit, Raumordnung und Finanzwirtschaft vernetzt.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMELF unter Beteiligung des Ressorts des StMUV
Einbeziehen weiterer Akteure	u. a. Bayerischer Bauernverband, ARGE Jagdgenossenschaften, Landesvereinigung für den ökologischen Landbau, Naturschutzverbände, Jagdverbände
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz, Gesundheit, Raumordnung, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Neben der Sicherung der Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln, soll die Landwirtschaft auch einen Beitrag zum Umwelt- und Naturschutz leisten. Durch angepasste Bewirtschaftungssysteme, wie z. B. dem ökologischen Landbau, sollen die Auswirkungen des Klimawandels gemindert beziehungsweise soll zur Reduzierung klimarelevanter Emissionen beigetragen werden. Große Bedeutung erhal-

ten auch die Ziele, die Wasserversorgung der Kulturpflanzen durch geeignete Maßnahmen zu verbessern sowie Gefahren durch neue Schädlinge und Krankheiten so gering wie möglich zu halten.

¹⁸
www.statistik.bayern.de/
statistik/gebiet/
am 16.03.2016

¹⁹
www.gesetze-bayern.de/
Content/Document/
BayAgrarWiG
am 16.03.2016

Maßnahmen im Bereich Pflanzen- und Weinbau

Tabelle 12
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft (Pflanzen- und Weinbau)

Schwerpunkt: Pflanzen- und Weinbau (PW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
PW_01	Züchtung und Anbau von trockenstresstoleranten und hitzeverträglichen Pflanzen und Sorten wie z.B. Getreidesorten, Obstunterlagen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung und Zuchtunternehmen
		Umsetzungsgrundlage	Förderprogramme, Forschungsförderung
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
PW_02	Entwicklung neuer umweltverträglicher Behandlungsstrategien im Pflanzenschutz als Reaktion auf verändertes Schaderregeraufkommen infolge des Klimawandels und unter Berücksichtigung des integrierten Pflanzenschutzes sowie des Pflanzenschutzes im ökologischen Landbau	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung, z. B. amtlicher Pflanzenschutzdienst
		Dringlichkeit	kurz- und mittelfristig (bis 3 bzw. bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, PflSchG, Förderprogramme
		Querverweis	Naturschutz
PW_03	Schonende Nutzung der Ressourcen Wasser und Boden z. B. durch ausreichende Humusversorgung, mulchende Bestellverfahren, Direktsaat, Zwischenfruchtanbau, pfluglose Bodenbearbeitung, bodenschonendes Befahren	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Boden und Georisiken
PW_04	Anpassung der Sorten- und Artenauswahl an die Verfügbarkeit von Wasser	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_05	Weiterentwicklung des ökologischen Landbaus im Hinblick auf den Klimawandel, um Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Umweltleistungen zu steigern	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
PW_06	Anbau- und Nutzungsempfehlungen für Energiepflanzen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, StMWi
		Umsetzungsgrundlage	EEG, BayAgrarWiG
		Querverweis	Naturschutz, Energiewirtschaft
PW_07	Anpassen von Genehmigungs-, Kontroll- und Förderinstrumenten, um negative Auswirkungen von Bewässerungsmaßnahmen auf den Grundwasserspiegel und wasserabhängige Biotoptypen zu vermeiden (z. B. wasserrechtliche Genehmigung)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	WHG
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz

Schwerpunkt: Pflanzen- und Weinbau (PW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
PW_08	Entwicklung von Kriterien für die Anpassung der Landnutzung zum Schutz vor klimabedingt möglicherweise zunehmender Bodenerosion, Humusabbau und Strukturveränderungen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Naturschutz, Boden und Georisiken
PW_09	Weiterentwicklung und Pflege des Monitoringsystems für den Bodenwassergehalt landwirtschaftlich genutzter Flächen im Rahmen der agrarmeteorologischen Messstationen (Klimakenngrößen)	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_10	Überprüfen der Notwendigkeit von Entwässerungsmaßnahmen auf Grenzertragsstandorten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz
PW_11	Weiterentwicklung von Anbausystemen zur effizienten Wassernutzung sowie effizientes Wasser- und Nährstoffmanagement z. B. Zweinutzungssysteme, Mischanbau, dauerhaft mehrjährige Nutzungssysteme	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (<3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_12	Einbindung neuer Kulturen in die Fruchtfolge und ggf. mittel- bis langfristig Ersetzung von weniger gut angepassten Arten	Wirksamkeit	gering bis mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Naturschutz
PW_13	Optimierung der Standortansprüche und Wassernutzungseffizienz bei Feldfrüchten durch Züchtungen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis >10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Züchter
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_14	Veränderung des Anbauspektrums von Feldfrüchten an neue Klimabedingungen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Planung
		Dringlichkeit	langfristig (> 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
PW_15	Diversifizierung des Fruchtarten- und Sortenspektrums zur Vermeidung von Ernteeinbußen durch Klimaextreme und Streuung des Anbaurisikos	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Züchter, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Finanzwirtschaft

Schwerpunkt: Pflanzen- und Weinbau (PW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
PW_16	Effektives Monitoring ²⁰ und Prognose ²¹ bestehender und neuer Schaderreger sowie Bekämpfung dieser, z. B. über amtlichen Pflanzenschutzwarndienst Bayern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, PflSchG
		Querverweis	
PW_17	Lagespezifische Analyse der Eignung von Regionen für eine sukzessive Erweiterung der Weinanbauflächen und ggf. Standortwechsel	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	langfristig (> 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Weinrecht
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Raumordnung
PW_18	Anbau frostharter und frühreifer Sorten sowie Entwicklung von Frostschadensprävention in Sonderkulturen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung oder Vorbereitung
		Dringlichkeit	hoch (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte, Winzer, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Förderprogramme
		Querverweis	
PW_19	Schutz der Pflanzen v. a. Obstbäume, Beerensträucher und Reben vor Strahlungsschäden, Hagel und Feuchte (v. a. Kirschen), z. B. durch Bedachungssysteme, Folien, Schutznetze	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen, Landwirte, Winzer
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
PW_20	Schaffung von für das Kleinklima geeigneten Landschaftsstrukturen wie z. B. Windschutzstreifen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (< 3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Bauleitplanung
		Querverweis	Naturschutz
PW_21	Optimierung von wassersparenden Bewässerungsverfahren (Tropfbewässerung, bedarfsgerechte Bewässerungssteuerung) und Bereitstellung notwendiger Infrastruktur wie Brunnen, Wasserspeicher, Pumpen, Leitungen etc.	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (< 3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayWG, BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_22	Computergestützte Steuerung der Klimabedingungen im Gewächshaus	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (< 3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	

20

Monitoringprogramm der wichtigsten Schädlinge und Krankheiten in Bayern: www.lfl.bayern.de/ips/warndienst am 16.03.2016

21

Prognosemodelle zur Berechnung des Infektions- und Ausbreitungsrisikos in Bayern: www.isip.de am 16.03.2016

Schwerpunkt: Pflanzen- und Weinbau (PW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
PW_23	Entwicklung neuer Anbauverfahren und Sortimentzusammensetzungen v. a. für wirtschaftlich wichtige Kulturen wie Gurken und Tomaten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (< 3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	
PW_24	Nutzung neuer Düngungsformen/Applikationsverfahren wie z.B. platzierte Düngung als Streifenablage, Unterfußdüngung, zeitlich verzögerte Nitrifikation und allmähliche Nährstofffreisetzung, Blattdüngung etc.	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Düngeverordnung
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_25	Gewährleistung der Humusreproduktion durch Belassen von Ernteresten auf dem Feld, Zufuhr organischer Substanz über Düngung, Zwischenfrüchte und angepasste Fruchtfolge	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Bodenschutz und Georisiken
PW_26	Standortabhängige Anpassung von Saatterminen und -dichten, z.B. Verhinderung des Überwachsens von Pflanzenbeständen im Herbst durch spätere Aussaat oder zeitigere Aussaat von Sommerkulturen zur max. Nutzung der Winterfeuchte der Böden	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
PW_27	Optimierung der Kulturführung von gering wärmebedürftigen Kulturen im geschützten Anbau unter Ausnutzung der Temperaturerhöhung im Winter, Ausweitung des Anbaus von Winterungen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
PW_28	Reduzierung der Hitzestressbelastung bei Zierpflanzen und Stauden durch Eindeckmaterialien (Schirme, Folien etc.) und aktiver Kühlverfahren (Boden, Matten, Luft) oder Sprühnebeleinsatz	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_29	Ausweitung der Bewässerung unter Berücksichtigung der Initiative zur Gründung von Bewässerungsverbänden sowie rechtlichen Rahmenbedingungen; Planung von dezentralen Sammelbecken für Winter-Niederschlagswasser für die Bewässerung	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
PW_30	Entwicklung von Modellen zur regionalen Ertragsschätzung landwirtschaftlicher Fruchtarten unter Berücksichtigung des Klimawandels	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Förderprogramme
		Querverweis	

Schwerpunkt: Pflanzen- und Weinbau (PW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
PW_31	Düngebedarfsermittlung mittels N_{min} -Methode bzw. das Sollwertverfahren (DSN) und ggf. Anpassung an tatsächlichen witterungsabhängigen Düngebedarf der Pflanzen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte, StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Düngeverordnung
		Querverweis	
PW_32	Anpassung der Düngezeitpunkte wie z. B. Vorverlegung der Spätdüngung bei Vorsommertrockenheit v. a. bei Weizen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
PW_33	Teilschlagbezogene Landwirtschaft (Precision Farming)	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
PW_34	Zweikulturnutzung	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Planung
		Dringlichkeit	Langfristig (> 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft

Maßnahmen im Bereich Tierhaltung

Tabelle 13

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft (Tierhaltung)

Schwerpunkt: Tierhaltung (TH)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
TH_01	Anpassung der Stall- und Tierhaltungsanlagen an die zu erwartenden Witterungsbedingungen durch Einsatz von Kühlsystemen, Konditionierung der Zuluft, wärmegeämmte Dachflächen, Ventilatoren, Klimatisierung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
TH_02	Anwendung bzw. Entwicklung von witterungsabhängigen Verfahren zur Futtermittellagerung und -konservierung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Verantwortlichkeit	Landwirte, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Förderprogramme
		Querverweis	

Schwerpunkt: Tierhaltung (TH)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
TH_03	Anpassung der Weideführung an Trockenphasen mittels durchgängiger Bereitstellung von Futter auf Rinderweiden und durch Einbeziehung geeigneter Standorte als Weideflächen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	kurzfristig (< 3 Jahre) bzw. laufend
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Raumordnung
TH_04	Verminderung der Wärmebelastung in Freilandhaltung z. B. durch Einsatz von Wassersprengern, Kühlung der Liegebereiche der Tiere, Errichtung von Unterständen oder schattenspendende Bepflanzung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Verantwortlichkeit	Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
TH_05	Epidemiologische Vorsorgemaßnahmen gegen Krankheiten in Abhängigkeit des Klimawandels	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre) bzw. laufend
		Verantwortlichkeit	StMGP, StMUV (Tiergesundheit, Tierseuchenbekämpfung), Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	
TH_06	Angepasstes Bewässerungsmanagement in allen Haltungssystemen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Wasserwirtschaft, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
TH_07	Anpassung der Zuchtstrategien an klimatische Veränderungen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
TH_08	Förderung von Tierzucht- und Managementmaßnahmen in der Tierhaltung	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	
TH_09	Wissenstransfer insbesondere im Hinblick auf angepasste Formen der Landbewirtschaftung, Tierhaltung, Tierernährung und Tiergesundheit	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (< 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Gesundheit

Maßnahmen im Bereich Teichwirtschaft/Fischerei

Tabelle 14
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft (Teichwirtschaft/Fischerei),

Schwerpunkt: Teichwirtschaft (TW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
TW_01	Berücksichtigung der klimatischen Veränderungen (Hitzeperioden, Wassermangel) in der Teichwirtschaft	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
TW_02	Teichablass während Niedrigwasserphasen im Herbst	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, StMUV, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	TierSchG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
TW_03	Aufgabe von wasserunsicheren Teichen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
TW_04	Durchführung eines konsequenten Schilfschnitts	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
TW_05	Temporäre Futterreduzierung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
TW_06	Vertiefung von Teichen zur Absicherung der Produktion	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	Planung erforderlich
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Zuständigkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft

Schwerpunkt: Teichwirtschaft (TW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
TW_07	Vertiefung von Teichen zur Schaffung eines Wasservorrates im Winter für die Beregnung von landwirtschaftlichen Kulturen im Sommer (Bewässerungsteichwirtschaft)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	Planung erforderlich
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Zuständigkeit	StMELF, Teichwirte, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
TW_8	Elektrifizierung bzw. solare Möglichkeiten zur Notbelüftung von Karpfenteichen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Zuständigkeit	StMELF, Teichwirte, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	TierSchG
		Querverweis	
TW_09	Erhalt einer fischverträglichen Wasserqualität (Kontrolle des Eintrages von Sediment und Nährstoffen; Verhinderung der Erwärmung durch Beschattung)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	Planung notwendig
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Zuständigkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	TierSchG
		Querverweis	
TW_10	Erforschung der Haltung neuer Fischarten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	Planung notwendig
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Zuständigkeit	StMELF, Teichwirte
		Umsetzungsgrundlage	TierSchG, BayAgrarWiG
		Querverweis	

Maßnahmen im Bereich Ländliche Entwicklung

Tabelle 15
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft (Ländliche Entwicklung)

Schwerpunkt: Ländliche Entwicklung (LE)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
LE_01	Initiative „boden:ständig“ zum Boden- und Gewässerschutz	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommunen, Landwirte
		Umsetzungsgrundlage	FlurbG
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz

Allgemeine Maßnahmen in der Landwirtschaft

Tabelle 16

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft (Allgemeine Maßnahmen Landwirtschaft)

Schwerpunkt: Allgemeine Maßnahmen in der Landwirtschaft (AL)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
AL_01	Überprüfung bestehender landwirtschaftlicher Monitoringsysteme auf Ergänzungsbedarf durch weitere Klimaindikatoren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Förderprogramme
		Querverweis	
AL_02	Vernetzung bereits bestehender bzw. Entwicklung neuer Monitoringsysteme zum frühzeitigen Erkennen neuer Krankheiten bei Pflanzen und Tieren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (< 3 bis 10 Jahre) bzw. laufend
		Verantwortlichkeit	StMELF, StMUUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Förderprogramme
		Querverweis	Gesundheit
AL_03	Bereitstellung von Forschungsergebnissen, Beratung, Aufklärung und Empfehlungen an die Landwirte	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken, Gesundheit
AL_04	Förderung von Investitionen zur Implementierung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, Förderprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken, Gesundheit
AL_05	Betriebliche Anpassung einschließlich Risikomanagement wie z. B. Diversifizierung des Betriebes, Rücklagenbildung, Nutzung von Versicherungen, Verträgen und Terminkontrakten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
		Querverweis	Finanzwirtschaft

Wald und Forstwirtschaft

KLIMAAUSWIRKUNGEN

- Waldwachstum
- Waldstruktur und Baumartenverteilung
- Extremereignisse und Schädlinge
- Holzproduktion

KLIMAAANPASSUNG

- Maßnahmen im Bereich Grundlagen
(Klimaforschung Wald – Forst – Holz)
- Maßnahmen im Bereich operative Umsetzung
im Wald
- Flankierende Maßnahmen im Bereich
der Forstwirtschaft



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF WALD UND FORSTWIRTSCHAFT

Die Wälder und mit ihnen rund 700.000 Waldbesitzer in Bayern zählen zu den Hauptbetroffenen des Klimawandels. Zusätzlich zu Schadstoff- und Stickstoffeinträgen beeinflussen die hohe Geschwindigkeit und das Ausmaß der Klimaveränderung die Anpassungsfähigkeit der Wälder in Bayern. Steigende Temperaturen und zunehmende Extremereignisse wie Trockenphasen und heftige Stürme haben Auswirkungen auf das Waldwachstum, die Baumartenzusammensetzung, die Risiken durch abiotische und biotische Schadensfaktoren und damit auf die Stabilität von Waldökosystemen insgesamt. Sie wirken sich auch auf viele Menschen und Wirtschaftssektoren aus, denn Holzproduktion und Schutz vor Naturgefahren werden ebenfalls beeinträchtigt. Insgesamt sind die privaten Wälder und Waldbesitzer aufgrund überdurchschnittlich vieler Risikobestände und ungünstiger Strukturen (unter anderem geringe Betriebs- und Parzellengrößen) besonders gefährdet.

Tabelle 17 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Bedeutsam sind vor allem die Klimawirkungen auf die Nutzfunktion der Wälder und die Schäden durch Schadorganismen. Wegen der vielfältigen Anpassungsoptionen im Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ und den gleichzeitig langen Anpassungszeiten sowie hohen Kosten des

Waldumbaus ist die Anpassungskapazität insgesamt als mittel einzuschätzen. Für die nahe Zukunft lässt sich aufgrund der bereits zu beobachtenden Betroffenheit und des fortschreitenden Klimawandels eine mittlere bis teilweise hohe Vulnerabilität ableiten.

Für Bayern werden sogar noch stärkere Konsequenzen als im Rest von Deutschland erwartet. Dies hängt mit der hier besonders häufigen vulnerablen Kombination von Baumarten wie Fichte und Kiefer mit problematischen neuen Klimatypen zusammen. Das von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) entwickelte Bayerische Standortinformationssystem (BaSIS) gibt die Anbaurisiken der wichtigsten Waldbäume auf unterschiedlichen Standorten wieder. Als besonders gefährdet gelten Standorte, die bereits heute zu trocken sind, für die kritische Zukunftsprognosen vorliegen und jene mit wenig angepassten Beständen. Für ganz Bayern ist mit spürbaren Auswirkungen und Anpassungsbedarf zu rechnen, mit regionalen Schwerpunkten insbesondere in den warm-trockenen Gebieten in Franken, im Tertiärhügelland und in der Schotterebene sowie im Alpenraum. Dort besteht besonderer Handlungsbedarf. Im Alpenraum beeinträchtigt eine stärkere Erwärmung als im Flachland die Schutzwirkung der Bergwälder vor allem bei flachgründigen exponierten Standorten, mit Auswirkungen bis weit ins Alpenvorland.

Tabelle 17
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: schwacher Wandel	Nahe Zukunft: starker Wandel
Baumartenzusammensetzung	gering	gering	mittel
Nutzfunktion	mittel	gering	hoch
Schutzfunktion	gering	gering	mittel
Schäden durch Schadorganismen	mittel	mittel	hoch
Hitze- und Trockenstress	gering	gering	mittel
Waldbrandrisiko	gering	gering	mittel
Schäden durch Windwurf	mittel	mittel	mittel

Waldwachstum

Aufgrund zunehmender Lufttemperaturen verlängert sich die forstliche Vegetationsperiode, die maßgeblich das Waldwachstum beeinflusst. Damit kann in gewissen Bereichen das Potenzial eines höheren Holzzuwachses einhergehen.

In den höheren Lagen der Mittelgebirge und Alpen werden die größten Veränderungen erwartet. Allerdings hängt das Wachstum der Gehölze stark vom Standort und von der Wasserverfügbarkeit ab, die sich ihrerseits verändert.

Trockenstress und Hitze verringern dagegen Wuchsleistung, Zuwachsraten, Stabilität und Vitalität der Bäume. Zudem erhöhen diese Faktoren die Anfälligkeit der Waldbäume gegenüber bestehenden oder neu auftretenden Schädlin-

gen und Krankheiten. Besonders die Fichte, mit 42 % die häufigste Baumart Bayerns, zeigt eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Trockenheit (Absterben der Feinwurzeln) sowie Borkenkäferkalamitäten.

Waldstruktur und Baumartenverteilung

Bereits heute lässt sich eine Verschiebung der Baumartenverteilung und Waldstruktur aufgrund klimatischer Veränderungen beobachten. Betroffen sind vor allem an kühl-feuchte Bedingungen angepasste Arten, die zunehmend durch wärmeliebende und trockenheitsverträglichere Arten verdrängt werden. Höhere Lagen gewinnen durch niederschlagsreichere Bedingungen und mäßigere Temperaturen für die Forstwirtschaft an Bedeutung. Im Gegensatz zur Fichte werden die Zuwächse der Buche nicht nur in den Hochlagen der Mittelgebirge ansteigen, sondern auch in den tiefer gelegenen Mittelgebirgslagen. In den wärmeren Hügelländern erreicht die Eiche zunehmende Konkurrenzskraft gegenüber der Buche und einen

Anstieg der Wachstumsleistung. Die Buche ist unter diesen trockenen Bedingungen gefährdeter als die Eiche. Auch die Kiefer kommt mit höheren Lufttemperaturen nicht gut zurecht. Zukünftig ist durch den prognostizierten Klimawandel davon auszugehen, dass sich die Klimaareale und die Verbreitung der Waldgesellschaften weiter in die Höhe als auch polwärts verschieben. Weiterhin kann die häufigere Vermehrung von Schadinsekten unter wärmeren Bedingungen die Baumartenverteilung und Waldstruktur negativ beeinflussen. Abbildung 12 zeigt beispielhaft die unterschiedliche und teilweise gegenläufige Entwicklung der Klimarisiken für die Baumarten Fichte, Buche und Eiche.

Abbildung 12
Anbaupotenzial am östlichen
vorderen Bayerischen Wald
(Daten: Beispielausschnitt
östlich von Deggendorf,
BaSIS)



Anbaupotenzial von Baumarten

- sehr hohes Risiko, als Mischbaumart in sehr geringen Anteilen möglich
- hohes Risiko, als Mischbaumart in geringen Anteilen möglich
- erhöhtes Risiko, als Mischbaumart in mäßigen Anteilen möglich
- geringes Risiko, als führende Baumart mit hohen Mischbaumanteilen möglich
- sehr geringes Risiko, als führende Baumart möglich

Fachdaten:
Bayerisches Standortinformationssystem (BaSIS)

Extremereignisse und Schädlinge

Extremereignisse haben die größten Auswirkungen auf Waldökosysteme. Gewitterstürme, Orkane oder Hagel haben bereits in der Vergangenheit häufig zu Schäden in Bayerns Wäldern und zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen geführt (z. B. Orkane „Kyrill“ 2007 oder „Niklas“ 2015). Regionen, die durch Trockenstress, wechselfeuchte Standorte oder Fichten dominierte Bestände charakterisiert sind, zeigen dabei eine größere Anfälligkeit gegenüber Stürmen. Des Weiteren erhöht sich die Gefahr für Mensch und Infrastruktur durch herabstürzende Äste oder umstürzende Bäume → **Katastrophenschutz**, → **Straßenbau und Verkehr**. Insgesamt wächst im Alpen-

raum die Bedeutung der Schutzfunktion der Bergwälder vor Naturgefahren, wie Steinschläge, Lawinen, Muren oder Hochwasser → **Wasserwirtschaft**, → **Georisiken**. Saisonale Witterungsunterschiede sowie Extremereignisse reduzieren außerdem die forstwirtschaftliche Planungs- und Ertragsicherheit.

Trockenstress und Hitze treten zunehmend häufiger und ausgeprägter auf. Sie begünstigen bestehende (z. B. Borkenkäfer, Eichenprozessionsspinner) oder neu auftretende Schädlinge und Krankheiten. Allein in Mittelfranken entstanden bis zum Jahr 2006 rund 5.600 Hektar Kahlflächen durch Trockenheit und Borkenkäfer in Folge des extrem heißen und trockenen Sommers 2003. Experten erwarten, dass sich in den kommenden Jahren weitere bisher nicht heimische Schadinsekten ausbreiten und negative Folgen auf die Waldökosysteme haben werden → **Naturschutz**, → **Gesundheit**.

Unter zunehmenden und lang anhaltenden Trockenphasen sowie hohen Temperaturen steigt das Risiko der Waldbrandgefahr deutlich an → **Gesundheit**. Obwohl menschliches Handeln als Hauptgrund für Waldbrände gilt, begünstigen oder verringern klimatische Verhältnisse das Waldbrandrisiko. Besonders betroffen sind die teilweise trockenen und einstrahlungsreichen Waldregionen nördlich der Donau, aber auch südexponierte Bergänge in den Alpen. In Verbindung mit stärkerer Thermik und im Bergland erschwelter Zugänglichkeit wird die Ausbreitungstendenz von Waldbränden zudem intensiviert.

Holzproduktion

Aufgrund der Folgen des Klimawandels und der notwendigen Anpassung der Baumartenzusammensetzung muss, insbesondere in warm-trockenen Regionen, langfristig mit einem veränderten Rohholzangebot (weniger Nadelholz, mehr Laubholz, mehr Schadholz) und entsprechenden Auswirkungen auf die Rohstoffversorgung der Holzwirtschaft gerechnet werden → **Industrie und Gewerbe**.

Borkenkäferschäden können bei Trockenheit und Hitze stark zunehmen



KLIMAAANPASSUNG IN DER FORSTWIRTSCHAFT



„Die Gretchenfrage für jeden Waldbesitzer lautet: Welche Bäume pflanze ich für meine Enkel? Je früher wir uns auf den nicht mehr vermeidbaren Klimawandel einstellen, desto besser für alle.“

Prof. em. Dr. Hartmut Graßl, Klimaforscher, bis 2005 Direktor am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg und bis 2015 Vorsitzender des Bayerischen Klimarats

Mit extrem langen Bewirtschaftungszeiträumen von der Bestandsgründung bis zur Holzernte hat die Forstwirtschaft kaum eine Möglichkeit, kurzfristige Anpassungsmaßnahmen umzusetzen. Daher muss sie wie kein anderer Wirtschaftszweig frühzeitig auf den Klimawandel reagieren. Als flächenmäßig walddreichstes Land in Deutschland mit mehr als einem Drittel Waldanteil haben Waldökosysteme in Bayern traditionell eine hohe Bedeutung. Aufgrund ihrer vielfältigen und überlebenswichtigen Funktionen (Klimaschutz, Holzproduktion, Naturgefahren, Erholung, Lebensraum etc.) sind sie in besonderem Maße an die Folgen des Klimawandels anzupassen beziehungsweise zu schützen.

Eine wichtige Rolle nehmen private und körperschaftliche Waldbesitzer ein, denen 58 % beziehungsweise 12 % der Waldfläche gehören. Mit der Anpassung ihrer Wälder kommt eine enorme Herausforderung und Aufgabe auf sie zu, die sie alleine nicht bewältigen können. Der Freistaat Bayern unterstützt sie nach dem Grundsatz „Eigenverantwortung und Solidarität“ gezielt durch nachfolgend genannte Maßnahmen. Ziel ist dabei stets die Hilfe zur Selbsthilfe.

Einen rechtsverbindlichen Rahmen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung bilden das Bayerische Waldgesetz (BayWaldG)²² sowie das Bundeswaldgesetz (BWaldG)²³. Weiter hat

der Freistaat mit dem Waldumbauprogramm, der Bergwaldoffensive, der Waldinitiative Ostbayern sowie der Initiative Zukunftswald Bayern bereits wichtige umsetzungsorientierte Maßnahmenprogramme zur Anpassung der bayerischen Wälder an den Klimawandel auf den Weg gebracht. Daneben gibt das neu entwickelte und bundesweit bisher einmalige Bayerische Standortinformationssystem (BaSIS) den Waldbesitzern eine Vorstellung vom Wald der Zukunft in ihrer Region und bietet eine wichtige Entscheidungshilfe zum Aufbau von klimatoleranten Waldbeständen.

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Wald und Forstwirtschaft“ beim Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) unter Beteiligung des Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV). Hinzu kommen eine Vielzahl an öffentlichen Akteuren (unter anderem Bayerische Staatsforsten AöR, Städte und Gemeinden mit eigenem Waldbesitz, Verbände) und die 700.000 privaten Waldbesitzer, die bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen einzubeziehen sind. Klimaanpassungsmaßnahmen in der Forstwirtschaft sind zudem intersektoral mit den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz und Georischen, Gesundheit, Energiewirtschaft, Tourismus sowie Industrie und Gewerbe vernetzt.

Handlungsziele

Zentrales Handlungsziel ist die Erhaltung und Entwicklung von klimatoleranten zukunftsfähigen Waldbeständen gegenüber den zu erwartenden Klimaveränderungen, unter Wahrung der biologischen Vielfalt. Nur so können die vielfältigen und lebenswichtigen Funktionen und die

Leistungsfähigkeit der Wälder langfristig erfüllt und nachhaltig gesichert werden. Eine wichtige Rolle kommt dabei der Weiterentwicklung der Forschung und des Monitorings zu.

²² www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVwV97419 am 16.03.2016

²³ www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/ am 16.03.2016

Verantwortlichkeit	Ressort des StMELF unter Beteiligung des Ressorts des StMUV
Einbeziehen weiterer Akteure	<p>a) Öffentlich: Bayerische Forstverwaltung, Bayerische Staatsforsten</p> <p>b) Eigentümervertreter: Forstliche Zusammenschlüsse (Forstbetriebsgemeinschaften, Waldbesitzervereinigungen, Forstwirtschaftliche Vereinigungen), Gemeindegtag, Städtetag, Bayerischer Waldbesitzerverband, Bayerischer Bauernverband, ARGE Jagdgenossenschaften, Grundbesitzerverband</p> <p>c) Berufsständisch: Bayerischer Forstverein, Bund deutscher Forstleute, Gewerkschaft IG Bauen – Agrar – Umwelt, VHBB – Führungskräfte bayerischer Verwaltungen, Weihenstephaner Forstingenieure, Verband freiberuflicher Forstsachverständiger, Verband der Forsttechniker</p> <p>d) Sonstige: Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft, Bund Naturschutz, Cluster Forst und Holz in Bayern, Deutscher Alpenverein, Forstexperten, Jagdverbände, Landesbeirat Holz Bayern, Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, LBB, Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Verein für Standorterkundung, Verein zur Förderung der Waldforschung</p>
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz und Georisiken, Gesundheit, Energiewirtschaft, Tourismus, Industrie und Gewerbe

Maßnahmen im Bereich Grundlagen (Klimaforschung Wald – Forst – Holz)

Tabelle 18
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wald und Forstwirtschaft (Grundlagen)

Schwerpunkt: Grundlagen (GF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
GF_01	Beobachtung und Analyse der Auswirkungen des Klimawandels sowie der ergriffenen Maßnahmen; bei Bedarf Weiterentwicklung und Ergänzung der Monitoringsysteme (z. B. Bundeswaldinventur, Waldklimastationen, Waldzustands-, Bodenzustandserhebung; Etablierung eines forstgenetischen Monitorings)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	Bund, StMELF, StMUV
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG, Forschungsprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken, Industrie und Gewerbe
GF_02	Bereitstellung und Weiterentwicklung fachlicher Grundlagen (z. B. Prognoseinstrumente, Entscheidungshilfen wie Bayerisches Standortinformationssystem) für Waldbesitzer und Forstpersonal (u. a. hinsichtlich Baumarteneignung, Standort, Waldumbau, Forstgenetik, Waldnaturschutz, Extremereignisse)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG, Forschungsprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken
GF_03	Beobachtung, Bewertung und Information der Öffentlichkeit bzgl. biotischer und abiotischer Kalamitätsrisiken für die Wälder und Betriebe, als Grundlage für Prävention, Abwehr und Schadensbewältigung	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, BaySF
		Umsetzungsgrundlage	BayWaldG, Forschungsprogramme
		Querverweis	Naturschutz
GF_04	Entwicklung von innovativen Holzprodukten aus klimatoleranteren Baumarten als Anreiz für Waldbesitzer zum Waldumbau und als Alternative für die Holzwirtschaft	Wirksamkeit	mittel
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Cluster Forst&Holz
		Umsetzungsgrundlage	KLIP 2050
		Querverweis	Bauwesen, Industrie und Gewerbe
GF_05	Rascher gegenseitiger Wissens- und Erfahrungstransfer zwischen Forschung und Praxis	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, BaySF, Hochschulen, Waldbesitzer
		Umsetzungsgrundlage	BayWaldG
		Querverweis	

Maßnahmen im Bereich operative Umsetzung im Wald

Tabelle 19

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wald und Forstwirtschaft (operative Umsetzung)

Schwerpunkt: Operative Umsetzung (OF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
OF_01	Stärkung von Kompetenzen der Waldbesitzer zum Umgang mit dem Klimawandel durch Aufklärung, Beratung, Aus- und Fortbildung (u.a. Bildungsprogramm Wald, Regionale Waldbesitzertage)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Waldbesitzer
		Umsetzungsgrundlage	BayWaldG, BayAgrarWiG
		Querverweis	
OF_02	Finanzielle Förderung der Waldbesitzer für die Stabilisierung und Anpassung der Wälder an den Klimawandel	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Waldbesitzer
		Umsetzungsgrundlage	BayWaldG, WALDFÖPR 2015, GAK, Alpenkonvention
		Querverweis	
OF_03	Waldumbau in klimatolerantere Mischwälder im Staatswald (rd. 172.000 ha von 2008 bis 2033, davon bis 2013 rund 40.000 ha umgesetzt)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	BaySF
		Umsetzungsgrundlage	BayWaldG, StaatsforstenG
		Querverweis	Naturschutz, Boden und Georisiken
OF_04	Waldumbau in klimatolerantere Mischwälder im Privat- und Körperschaftswald – Waldumbauprogramm – Projekte „Initiative Zukunftswald Bayern“ (rd. 260.000 ha insgesamt, davon rd. 100.000 ha von 2008 bis 2020, davon bis 2014 rd. 42.000 ha umgesetzt)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Forstliche Zusammenschlüsse, Waldbesitzer, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, Waldumbauprogramm, BayWaldG, Biodiversitätsprogramm 2030 Bayern
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken
OF_05	Projekte Bergwaldoffensive (BWO) in den bayerischen Alpen (integrierte Maßnahmen im Bergwald, z. B. Waldumbau, Intensivierung von Schutzwaldpflege und -sanierung in Verbindung mit einer effektiven Schalenwildregulierung; inkl. Beteiligung aller Betroffenen)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommunen, Waldbesitzer, Jäger
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG, Bergwaldoffensive, Alpenkonvention
		Querverweis	Naturschutz, Boden und Georisiken, Wasserwirtschaft, Bauleitplanung,
OF_06	Projekte Waldinitiative Ostbayern (WIO) in den nord- und ostbayerischen Grenzgebirgen (integrierte Maßnahmen, z. B. Waldumbau, Intensivierung von von Pflege und Sanierung in Verbindung mit einer effektiven Schalenwildregulierung; inkl. Beteiligung aller Betroffenen)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommunen, Waldbesitzer, Jäger
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG, Waldinitiative Ostbayern
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken

Schwerpunkt: Operative Umsetzung (OF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
OF_07	Mitwirkung an regionalen Konzepten zur Bewältigung von Extremereignissen (z. B. Orkan, Dürre, Schädlinge), um Holz aus Kalamitätsnutzungen hochwertig zu verwerten und Folgeschäden für Wälder und Forstbetriebe zu vermeiden	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	mittelfristig (3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	BaySF, Forstliche Zusammenschlüsse, Verbände, Holzwirtschaft, Genehmigungsbehörden, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG
		Querverweis	Naturschutz, Boden und Georisiken, Bauleitplanung, Industrie und Gewerbe
OF_08	Maßnahmen zum Erhalt einer hohen genetischen Vielfalt zur Risikostreuung und Wahrung der Anpassungsfähigkeit der Bestände (u. a. Ausweisung von Generhaltungsbeständen, Einlagerung von Saatgut in die Genbank, Anbauversuche zur Prüfung weiterer Herkünfte heimischer Baumarten, Prüfung nicht-heimischer Baumarten)	Wirksamkeit	mittel
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, BaySF
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG, FoVG, Forschungsprogramme
		Querverweis	Naturschutz
OF_09	Moorschutz im Wald (insbesondere Renaturierung von Hochmooren im Staatswald) zum Erhalt der Moore als Lebensraum und Kohlenstoffspeicher	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, BaySF
		Umsetzungsgrundlage	BayWaldG, Biodiversitätsprogramm 2030 Bayern
		Querverweis	Naturschutz, Bodenschutz

Flankierende Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft

Tabelle 20

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Wald und Forstwirtschaft (Flankierende Maßnahmen)

Schwerpunkt: Flankierende Maßnahmen (FF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
FF_01	Information und Dialog mit der Gesellschaft (v. a. Politik, Verbände, Öffentlichkeit)	Wirksamkeit	mittel
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, alle öffentlichen Akteure (s.o.)
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG
		Querverweis	
FF_02	Abbau der strukturellen Nachteile im Kleinprivatwald (v. a. Unterstützung effizienter forstlicher Zusammenschlüsse, bedarfsgerechte Erschließung, Waldneuordnungen)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, Waldbesitzer
		Umsetzungsgrundlage	BWaldG, BayWaldG, Förderprogramme
		Querverweis	Naturschutz, Industrie und Gewerbe
FF_03	Sicherung der Waldverjüngung durch angepasste Schalenwildbestände (gesetzlicher Grundsatz „Wald vor Wild“)	Wirksamkeit	hoch
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, BaySF, Jagdgenossenschaften, Jäger
		Umsetzungsgrundlage	BayJG, BayWaldG
		Querverweis	
FF_04	Schaffung von Leuchtturm- und Referenzprojekten für vorbildhafte Holzverwendung und innovative Holzprodukte (inkl. Öffentlichkeitsarbeit)	Wirksamkeit	mittel
		zeitliche Umsetzung	in Umsetzung
		zeitliche Dringlichkeit	läuft
		Verantwortlichkeit	StMELF, StMI, StMWi
		Umsetzungsgrundlage	KLIP 2050
		Querverweis	Bauwesen

Naturschutz

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Biodiversität

Phänologie

Ökologische Funktionen und Beziehungen

KLIMAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Schutz der Arten-
und Sortenvielfalt

Maßnahmen im Bereich Vielfalt der Lebensräume

Maßnahmen im Bereich Verbesserung des Biotopverbunds

Maßnahmen im Bereich Erleben und Erforschen
der biologischen Vielfalt



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DEN NATURSCHUTZ

Der Erhalt der biologischen Vielfalt (Biodiversität) ist wichtig, um Stabilität und Leistungsfähigkeit von Ökosystemen zu erhalten und ist eine wesentliche gesellschaftspolitische Vorsorgemaßnahme. Neben einer intensiven Landnutzung durch den Menschen verstärken der Klimawandel und die damit einhergehende Verschiebung der Habitatbedingungen die Änderung der Lebensräume und Bestände vieler Tier- und Pflanzenarten. Begünstigt durch wärmere Temperaturen werden neue Arten nach Bayern zuwandern und sich ausbreiten. Gleichzeitig gehen Experten davon aus, dass sich der gegenwärtige Rückgang der biologischen Vielfalt in den nächsten Jahrzehnten bundesweit um 5 bis 30 Prozent fortsetzen wird (BfN 2006). Bereits heute sind über 1.400 der nahezu 25.000 bewerteten Arten nach den Roten Listen Bayerns vom Aussterben bedroht (StMUG 2010a). Dazu gehören der Böhmisches Enzian oder Tierarten wie die Zwerglibelle, Kleine Hufeisennase, Birkhuhn und Moorfrosch. Als ausgestorben oder verschollen gelten in Bayern 181 Pflanzen- und 915 Tierarten.

Tabelle 21 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Viel-

falt für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Während die Bedeutung der Klimawirkungen gegenwärtig als gering einzustufen sind, ist in naher Zukunft (starker Wandel) mit erheblich negativen Folgen durch die Ausbreitung invasiver Arten und die Verschiebung von Lebensräumen zu rechnen. In Bayern werden vor allem der Alpenraum mit seiner hohen Anzahl an kältetoleranten Arten und die höheren Lagen der Mittelgebirge betroffen sein. Studien belegen, dass bereits spezialisierte Pflanzen der Hochlagen zunehmend von Pflanzenarten tieferer Lagen verdrängt werden (GLORIA²⁴). Aber auch für Feuchtgebiete und Talauen zeichnen sich starke Auswirkungen ab.

Während die Anpassungskapazität der Ökosystemleistungen als mittel bis hoch eingeschätzt wird, wird im Bereich invasiver Arten und Verschiebung von Arealen eine geringe Anpassungsfähigkeit ermittelt. Daraus ergibt sich eine hohe bis mittlere Vulnerabilität gegenüber der Ausbreitung invasiver Arten und der Verschiebung von Lebensräumen sowie eine geringe bis mittlere Vulnerabilität bezüglich der Veränderung von Ökosystemleistungen in naher Zukunft.

Tabelle 21
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Biologische Vielfalt“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Ausbreitung invasiver Arten	gering	gering	hoch
Areale von Arten	gering	gering	mittel
Ökosystemleistungen	gering	gering	mittel
Biotope und Habitate	gering	gering	mittel

Biodiversität

Infolge wärmerer Temperaturen, milderer Winter und zunehmender Trockenphasen im Sommerhalbjahr ist in Bayern eine Ausbreitung von wärme- und trockenheitsliebenden Arten zu erwarten. Hinzu kommt eine Verdrängung und Arealveränderung einheimischer Arten durch Ausbreitung von Neobiota (Neophyten, Neozoen), die vom Klimawandel begünstigt wird. Zuwanderungen von Arten wie zum Beispiel Wespenspinner oder Feuerlibelle aus dem Mittelmeerraum werden bereits beobachtet. Allgemein ist bei einer Temperaturerhöhung von 1 °C mit einer Verschiebung der Vegetationszonen

um etwa 200 bis 300 Kilometer in Richtung der Pole beziehungsweise um 200 Höhenmeter zu rechnen (StMUG 2010a). Doch der Klimawandel erfolgt schneller, als sich viele Arten daran anpassen können. Von einem hohen Artenverlust werden vor allem Arten betroffen sein, die auf seltene Landschaftsstrukturen angewiesen sind, eine geringe Reproduktionsleistung aufweisen oder sich pro Jahr nur über sehr kleine Distanzen ausbreiten, so dass ihre Arealverschiebung nicht mit dem Klimawandel mithalten kann.

24
www.gloria.ac.at/
am 16.03.2016

Zunehmendes Hitze- und Trockenstressrisiko beeinträchtigen insbesondere Arten in den niederen Lagen Bayerns. Im Alpenraum ist die Ausbreitung der Arten in die Höhe begrenzt und mit einem Flächenverlust an geeigneten Lebensräumen verbunden. Ergebnisse aus dem Projekt GLORIA belegen, dass einzelne Grasarten in den Alpen nur um bis zu 4 Meter pro Jahrzehnt nach oben gewandert sind (vergleiche GLORIA-Projekt). Hinzu kommen Barrieren wie Fließgewässer oder Verkehrswege, die die Ausbreitung begrenzen können. Dem gegenüber ist mit einer Benachteiligung von kälte- und feuchteliebenden Arten bis zum Artenverlust zu rechnen. Vor allem hochangepasste sensible Arten wie das Schneehuhn, der Alpensalamander oder der Gletscherhahnenfuß gehören zu den durch den Klimawandel bedrohten Arten im Alpenraum. Durch die Änderung von Standorteigenschaften oder infolge von Extremereignissen wie Dürre und Hochwasser kann eine Veränderung der Artenzusammensetzung hervorgerufen werden. Darauf kann wiederum eine Entkoppelung von Nahrungsketten oder eine Störung symbiotischer Beziehungen erfolgen.

Phänologie

Verursacht durch den Klimawandel lässt sich bereits heute eine Verlängerung der Vegetationsperiode in Bayern feststellen. Dazu gehören Beobachtungen wie ein frühzeitiger Beginn der Blüte und des Blattaustriebs von Pflanzen sowie eine später einsetzende Laubfärbung. Der phänologische Beginn des Frühlings wird z. B. durch den Beginn der Haselnuss- oder Apfelblüte angezeigt (Abbildung 13). Für den Zeitraum 1961 bis 2010 wurde ein signifikanter Trend von 23 Tagen zeitigerem Beginn der Haselnussblüte berechnet (LfU 2014a).

Ebenfalls festzustellen sind zeitigere Schlupftermine von Insekten, zum Teil auch eine stärkere Vermehrung bestimmter Arten. Auch können sich mehrere Generationen im Jahr ausbilden. Hinzu kommen Verhaltensänderungen bei zahlreichen Arten wie zeitigere Brutzeiten oder ein verändertes Zug- und Überwinterungsverhalten. Standvögel wie die Blaumeise und Kohlmeise können von milderem Wintern profitieren und früh im Jahr die günstigen Brutplätze besetzen, während Langstreckenzieher wie z. B. der



Trauerschnäpper das Nachsehen haben. Des Weiteren führen eine veränderte Reproduktion und Wachstumsraten sowie die Einwanderung neuer Arten zu geänderten Konkurrenzverhältnissen.

Oben:
Alpensalamander

Unten:
Gletscherhahnenfuß

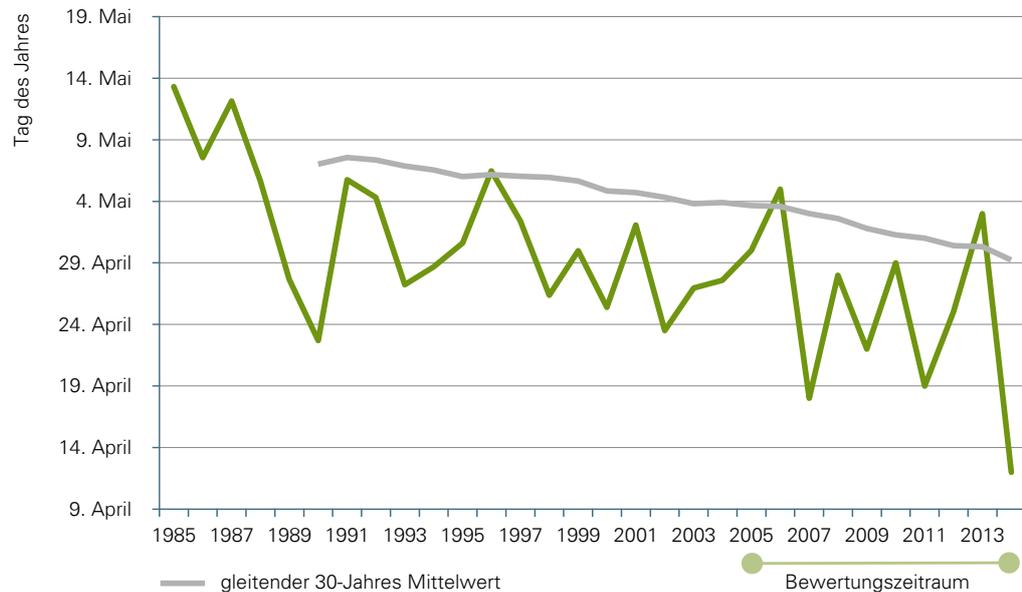


Abbildung 13
Beginn der Apfelblüte in
Bayern seit 1985
(Daten: DWD)

Ökologische Funktionen und Beziehungen

Moore gehören zu den schutzwürdigsten Lebensräumen der bayerischen Landschaft. Sie leisten einen wertvollen Beitrag zum Schutz bedrohter Tier- und Pflanzenarten und zum Erhalt einer besonders spezialisierten Biodiversität. Über ihr enormes Wasserrückhaltevermögen leisten die Moore zudem einen Beitrag zum dezentralen (vorbeugenden) Hochwasserschutz → **Wasserwirtschaft**. Durch die Bildung von Torf speichern Moore außerdem große Mengen an Kohlenstoff und tragen somit zum Klimaschutz bei. Mit einer längeren Dauer und zunehmenden Häufigkeit von Trockenphasen nimmt allerdings die Produktivität von Feuchtgebieten ab. Weitere ökologische Funktionen wie die Kohlenstoffbindung der Wälder, die Selbstreinigungskraft der Gewässer oder Filter- und Pufferfunktionen der Böden können durch veränderte Ökosysteme erheblich gestört werden → **Wasserwirtschaft**, → **Forstwirtschaft**, → **Boden**.

Auch zahlreiche Funktionsbeziehungen zum Beispiel zwischen Räuber und Beute, Pflanze und Bestäuber oder die Synchronisation beim Schlupf von Larven mit der Blatt-beziehungsweise Nadelentwicklung können durch den Klimawandel entkoppelt werden. Dies wurde bereits beim Lärchenwickler nachgewiesen. Schlussendlich können durch Wetterextreme wie Starkregenereignisse, Hochwasser und Überschwemmungen oder durch Dürreperioden ganze Biotope und Lebensgemeinschaften zerstört werden.

KLIMAPANPASSUNG IM NATURSCHUTZ

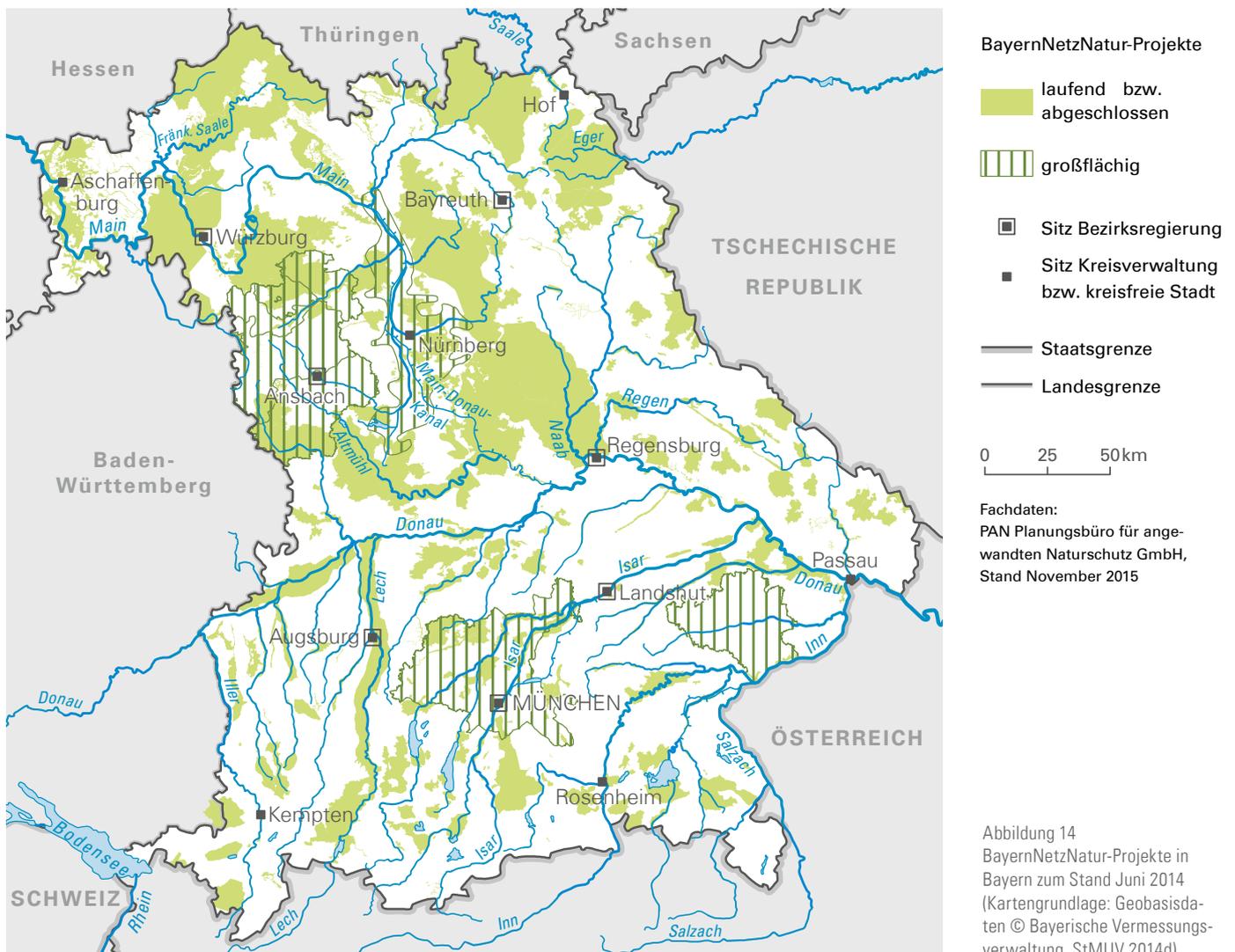


„Künftig muss als Grundlage einer erfolgreichen Anpassungspolitik an den Klimawandel noch viel stärker erkannt werden, dass die biologische Vielfalt und die von Ökosystemen erbrachten Leistungen hier wichtige Beiträge leisten können.“

Prof. Dr. Beate Jessel,
Präsidentin des Bundesamts für Naturschutz

Mit etwa 60.000 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten leben in Bayern rund 80 % der in Deutschland vorkommenden Arten. Die herausragenden Naturschätze Bayerns spiegeln sich auch in den 589 bayerischen Naturschutzgebieten wider. Mit fast 100 verschiedenen Biotoptypen ist die biologische Vielfalt Bayerns überdurchschnittlich hoch.

Mit dem Beschluss des Bayerischen Ministerrats am 1. April 2008 zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern (Bayerische Biodiversitätsstrategie) und dem darauf aufbauenden Biodiversitätsprogramm Bayern 2030 (Ministerratsbeschluss vom 29.07.2014) wurden wichtige Umsetzungsgrundlagen geschaffen (StMUG 2009b, StMUV 2014d). Die Beschlüsse



erfolgten in enger Zusammenarbeit mit betroffenen Verbänden und Institutionen, vor allem der Landnutzer und Grundeigentümer. Verpflichtende gesetzliche Rahmen bestehen mit der FFH-Richtlinie²⁵, der Vogelschutz-Richtlinie²⁶, dem Bayerischen Naturschutzgesetz (BayNatSchG²⁷) sowie dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG²⁸). Nach § 1 BNatSchG zählen Klimaschutz und Klimaanpassung über die Aufgabe „Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter“ zu den allgemeinen Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Im Rahmen der EU-Biodiversitätsstrategie 2020 wird vor allem auf das Potenzial der Grünen Infrastruktur verwiesen, welches genutzt werden soll, um den Biodiversitätsverlust in Europa einzudämmen (Europäische Kommission 2013).

Auf der nachgeordneten Ebene sind darüber hinaus Schutzgebietsverordnungen von hoher Relevanz. Des Weiteren fördert der Bayerische Naturschutzfonds, als gemeinnützige Stiftung, Maßnahmen und Projekte zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft. Agrarumweltprogramme wie das Vertragsnaturschutzprogramm, das Kulturlandschaftsprogramm, die Landschaftspflege-Richtlinie oder der landesweite Biotopverbund BayernNetzNatur, ein Netz aus fast 400 großräumigen Naturschutzprojekten, sind zudem wichtige Instrumente zur Steuerung, Förderung und Umsetzung der Ziele des Naturschutzes in Bayern (Abbildung 14). Erstmals besteht nun auch die Möglichkeit, Maßnahmen zur Moorrenaturierung für den Klimaschutz durch das EU-Programm EFRE zu fördern.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMUV unter Beteiligung der Ressorts des StMELF und StMI; beim jagdlichen Artenschutz: Federführung StMELF
Einbeziehen weiterer Akteure	Naturschutz und -nutzerverbände, Landschaftspflegeverbände, Umweltbildung: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) und andere nichtstaatliche Umweltbildungseinrichtungen
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Gesundheit, Städtebau, Bauwesen, Raumordnung, Verkehr, Tourismus, Industrie und Gewerbe

Handlungsziele

Nach dem „Biodiversitätsprogramm Bayern 2030“ werden vier zentrale Handlungsfelder definiert (StMUV 2014d):

- Schutz der Arten- und Sortenvielfalt
- Erhaltung der Vielfalt der Lebensräume
- Verbesserung des Biotopverbunds
- Erleben und Erforschen der biologischen Vielfalt
-

²⁵

www.fauna-flora-habitatrichtlinie.de/
am 16.03.2015

²⁶

www.bfn.de/0302_vogelschutz.html
am 16.03.2015

²⁷

www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayNatSchG
am 16.03.2015

²⁸

www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf
am 16.03.2015

Maßnahmen im Bereich Schutz der Arten- und Sortenvielfalt

Tabelle 22

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Naturschutz (Schutz der Arten- und Sortenvielfalt)

Schwerpunkt: Schutz der Arten- und Sortenvielfalt (AS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
AS_01	Artenmonitoring nach Art. 11 FFH-RL z. B. Geobotanisches Langzeitmonitoring, Monitoring ausgewählter, besonders klimasensitiver Arten, in Bayern endemischer Arten sowie invasiver Arten hinsichtlich Dynamik und Gefahrenpotenzial, Monitoring von Arten, die in Bayern ihren Verbreitungsschwerpunkt haben	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser, Land-, Wald und Forstwirtschaft
AS_02	Analyse der Gefährdungs- und Bestandssituation bayerischer Arten zur Umsetzung effizienter Schutzmaßnahmen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF, Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
AS_03	Entwicklung und Fortführung von Artenhilfsprogrammen zum Erhalt von besonders bedrohten Arten, insbesondere einheimische und endemische Arten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG, BayFiG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
AS_04	Etablierung bzw. Sicherung eines ausreichend dimensionierten Netzes an störungsfreien Mauer-, Rast- und Überwinterungsgebieten für Wasservögel, dies gilt insbesondere in Ramsar- und EU-Vogelschutzgebieten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, Ramsar Konvention
		Querverweis	Land, Wald und Forstwirtschaft
AS_05	Verbesserung und Sicherung des Erhaltungszustands der Verantwortungsarten und europaweit geschützten Arten in Bayern durch Umsetzung gezielter Maßnahmen wie z. B. Artenhilfsprogramm inkl. Berücksichtigung der Lebensraumansprüche bei der Pflege, Bestandserfassung und Entwicklung von Schutzgebieten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
AS_06	Nachhaltige Sicherung aller autochthonen Nutzierrassen und Kulturpflanzensorten in Bayern über Erhaltungszuchtprogramme, möglichst breite Genpools innerhalb der jeweiligen Rassen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Landwirtschaft

Schwerpunkt: Schutz der Arten- und Sortenvielfalt (AS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
AS_07	Initiierung weiterer BayernNetz Natur-Projekte, bei denen z. B. gefährdete bayerische Nutzierrassen oder Kulturpflanzenarten verwendet werden	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Landwirtschaft
AS_08	Maßnahmen gegen invasive Neobiota, insbesondere dort, wo sie seltene und gefährdete Lebensraumtypen und deren Arten bedrohen oder gesundheitliche Risiken bedingen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMGP, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Gesundheit
AS_09	Problemorientierte bayernweite Bestandserfassung ausgewählter Neozonen z. B. Überwachung der Krebspest, die einheimischen Steinkrebs massiv bedroht	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
AS_10	Vereinfachung rechtlicher Abläufe zur Genehmigung von Artenerfassungen, Artenhilfsmaßnahmen, Biotoppflege oder Naturschutzforschungen durch ehrenamtliche Experten, Verbände, Universitätsangehörige oder Mitarbeiter der Landesfachbehörden	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft

Maßnahmen im Bereich Vielfalt der Lebensräume

Tabelle 23

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Naturschutz (Vielfalt der Lebensräume)

Schwerpunkt: Vielfalt der Lebensräume (VL)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
VL_01	Verstärkte Förderung von Investitionen, die insbesondere auch dem Erhalt der Biodiversität dienen z. B. über Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel bis langfristig (3 bis 15 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, Agrarumweltprogramme
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_02	Verstärkte Ausrichtung des bayerischen Kulturlandschaftsprogramms auf den Erhalt der Biodiversität sowie Umsetzung des VNP z. B. Mahd ökologisch wertvoller Steilhangwiesen, Umwandlung von Acker- in Grünland	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, KULAP, VNP
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_03	Umsetzung von NATURA 2000, um die Schutzgüter in einem günstigen Erhaltungszustand zu halten bzw. dorthin zu bringen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_04	Analyse und Nutzung der Synergieeffekte zwischen dem Klimaschutzprogramm Bayern 2050 und dem Biodiversitätsprogramm Bayern 2030 zur Förderung von Effizienz, Kostenvorteilen, Dialog und Akzeptanz	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, Klimaschutzprogramm 2050
		Querverweis	
VL_05	Verbesserung des ökologischen Zustands von Schutzgebieten mit besonderem Fokus auf FFH-Lebensraumtypen, die einen schlechten und ungünstigen Erhaltungszustand aufweisen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_06	Als Sofortmaßnahmen sind je Regierungsbezirk ein bis zwei Sonderprojekte für besonders gefährdete Lebensraumtypen zu starten. Wenn möglich Kooperationsprojekte, z. B. mit Forst- und Wasserwirtschaft	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung oder Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Regierungen
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wasser-, Wald und Forstwirtschaft

Schwerpunkt: Vielfalt der Lebensräume (VL)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
VL_07	Fertigstellung der Managementplanung für alle Natura 2000-Gebiete bis 2019 und anschließende regelmäßige Fortschreibung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_08	Qualitativer (z. B. Management, Gebietsbetreuer) sowie am Bedarf orientierter quantitativer Ausbau des bayerischen Netzes an Schutzgebieten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_09	Überprüfung der Funktionsfähigkeit von Natura 2000 im Klimawandel. Können die Schutzgüter langfristig bewahrt werden?	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_10	Umsetzung des Masterplans zur Förderung der biologischen Vielfalt im bayerischen Donauebiet z. B. Best Practice Demonstration im Rahmen der EU-Donaustrategie	Wirksamkeit	mittel bis hoch
		Umsetzung	in Planung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, EU-Donaustrategie
		Querverweis	Wasserwirtschaft
VL_11	Etablierung des „Landshuter Modells“. D. h. einvernehmliche Abstimmung zwischen Gewässerentwicklungskonzept (GEK) und FFH-Managementplanung als Vorbild für die Zusammenarbeit von Naturschutz und Wasserwirtschaft	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (<3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft
VL_12	Erhalt und Entwicklung von Waldlebensraumtypen nach FFH- Richtlinie, Ergreifen von Maßnahmen zur Erhaltung nutzungsabhängiger Waldlebensraumtypen v. a. Eichen- und Kiefernwälder in hinreichend großen und funktionsfähigen Komplexen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis mittelfristig (<3 bis 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
VL_13	Förderung von Waldnutzungsformen mit besonderer Bedeutung für die biologische Vielfalt z. B. Nieder- und Mittelwald	Wirksamkeit	mittel bis hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft

Schwerpunkt: Vielfalt der Lebensräume (VL)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
VL_14	Durchführung von Kampagnen zum Erhalt von Kulturlandschaften, um auf ihre Bedeutung für die Arten- und Lebensraumvielfalt hinzuweisen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis >10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Landwirtschaft
VL_15	Überprüfung und Verbesserung des Beitrags von Ökoflächen und Kompensationsmaßnahmen zum Erhalt der biologischen Vielfalt	Wirksamkeit	mittel bis hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, BayKompV, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	
VL_16	Schaffung, Pflege, Weiterentwicklung und Rückgewinnung von Trockenlebensräumen z. B. durch Förderung extensiver Bewirtschaftung, Förderung der Hüteschäferei	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Landwirtschaft
VL_17	Untersuchung und Entwicklung von alternativen, ökologisch wertvollen Nutzungskonzepten, für Flächen, die nicht im früheren Zustand erhalten werden können	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_18	Verbesserung des Kenntnisstands zu Verbreitung und Häufigkeit von FFH- und Vogelarten, insbesondere in der alpinen biogeographischen Region und anderen Verantwortungsarten im Alpenraum	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
VL_19	Förderung einer klimafreundlichen landwirtschaftlichen Nutzung von Niedermoorstandorten, einschließlich Rückumwandlung von Ackerflächen in wiedervernässtes Grünland	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft
VL_20	Nutzung und Anpassung bestehender Steuerungs- und Anreizinstrumente für die Vermeidung negativer Auswirkungen auf besonders empfindliche Biotope und Kerngebiete des Naturschutzes beim Anbau von Energiepflanzen z. B. Landschaftsplanung, Schutzgebietsverordnungen, Agrarumweltförderung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG, LEP
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Raumordnung

Schwerpunkt: Vielfalt der Lebensräume (VL)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
VL_21	Bereitstellung von privaten Flächen für die Etablierung von Biotopverbund, Ausweichhabitaten und zur Abpufferung der Belastung durch den Klimawandel z. B. durch Verkauf, Verpachtung oder Nutzung von Fördermitteln, um die Anpassungsfähigkeit natürlicher Systeme zu sichern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft

Maßnahmen im Bereich Verbesserung des Biotopverbunds

Tabelle 24

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Naturschutz (Verbesserung des Biotopverbunds)

Schwerpunkt: Biotopverbund (B)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
B_01	Erhaltung bzw. Schaffung von Wanderungsmöglichkeiten von Pflanzen und Tieren und Abmildern der Zerschneidungs- und Barrierewirkung insbesondere von Verkehrswegen, Siedlungs- und Gewerbeflächen und Fließgewässerverbauungen z. B. durch Biotopverbundsysteme und -projekte, Habitatvernetzung, Grünbrücken, Amphibiendurchlässe	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMI, StMFLH
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft, Städtebau, Bauwesen, Verkehr, Raumordnung, Industrie und Gewerbe
B_02	Sicherung und Entwicklung landesweit bedeutsamer Flächen als Kernflächen, Verbundachsen und Trittsteinbiotope, insbesondere Naturschutzgebiete, geschützte Landschaftsbestandteile usw.	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG, LEP
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft, Raumordnung
B_03	Umsetzung des Ökologischen Alpenen Verbunds Bayern / Salzburg / Tirol / Vorarlberg im Rahmen des Protokolls Naturschutz und Landschaftspflege der Alpenkonvention	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, BayNatSchG, BNatSchG, Alpenkonvention
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft
B_04	Erhaltung oder Wiederherstellung eines Auen-Biotopverbunds entlang von Fließgewässern, soweit möglich	Wirksamkeit	mittel bis hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, WRRL
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft

Schwerpunkt: Biotopverbund (B)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
B_05	Erhaltung der bestehenden unzerschnittenen und verkehrsarmen Räume (UZVR) von mind. 100 km ² große Gebieten, die nicht durch verkehrsreiche Straßen oder Bahnlinien durchquert werden als störungsarme Rückzugsorte z. B. für Wildtiere	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-RL, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft, Straßenbau und Verkehr, Städtebau, Raumordnung
B_06	Umsetzung des bayerischen Konzepts zur Erhaltung und Wiederherstellung von bedeutsamen Wildtierkorridoren sowie des Bundesprogramms Wiedervernetzung in Bayern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMI
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Städtebau, Straßenbau und Verkehr
B_07	Optimierung der ökologischen Wertigkeit von Bahndämmen, Straßenböschungen und Deichen an Fließgewässern unter Berücksichtigung der technischen Anforderungen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Straßenbau und Verkehr
B_08	Weiterführung des Amphibienschutzprogramms zur Sicherung wichtiger Wanderwege	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMI
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Straßenbau und Verkehr
B_09	Erhaltung und Fortentwicklung von BayernNetz Natur als wesentliches Instrument zur Etablierung eines landesweiten Biotopverbunds	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	

Maßnahmen im Bereich Erleben und Erforschen der biologischen Vielfalt

Tabelle 25

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Naturschutz (Erleben und Erforschen der biologischen Vielfalt)

Schwerpunkt: Erleben und Erforschen der biologischen Vielfalt (EE)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
EE_01	Unterstützung von kommunalen Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität vor Ort	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Landwirtschaft
EE_02	Aufbau von Betreuernetzwerken für endemische Pflanzen- und Tierarten bzw. sonstige Verantwortungsarten	Wirksamkeit	mittel – hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
EE_03	Stärkung der Kooperation von Behörden, Verbänden, Berufsvertretungen, Nutzergruppen, Bildungseinrichtungen und ehrenamtlich Tätigen zum Schutz der Biodiversität z. B. durch Wettbewerbe, Pilotprojekte Öffentlichkeitskampagnen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
EE_04	Imagekampagne für Natura 2000 und die Bayerische Biodiversitätsstrategie zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit (Kinder, Jugendliche und Erwachsene) zum Thema Biodiversität	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft
EE_05	Weiterführung und Ausbau von Bayern-Tour-Natur als Gemeinschaftsaktion von Staat und Naturschutzverbänden	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Naturschutzverbände
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	
EE_06	Verstärkte Verankerung des Themenkreises „Biodiversität / Biologische Vielfalt / Artenschutz“ in den Lehrplänen von Schulen und Bildungseinrichtungen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMBW
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	

Schwerpunkt: Erleben und Erforschen der biologischen Vielfalt (EE)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterium	
EE_07	Ausbau eines flächendeckenden Netzes von Umweltbildungseinrichtungen mit möglichst ausgewogener Verteilung in den verschiedenen Naturräumen und Regierungsbezirken	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	
EE_08	Erhalt und ggf. Ausbau der Hochschulen und Lehrstühle/Professuren mit einem Biodiversitätsschwerpunkt in Bayern, verstärkte Vermittlung von vertiefter Artenkenntnis und dem Verständnis ökologischer Zusammenhänge	Wirksamkeit	Mittel bis hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMBW, Hochschulen, StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	
EE_09	Initiierung weiterer langfristiger F+E-Vorhaben und anderer Forschungsprojekte z. B. zu praxisorientierten Naturschutzstrategien, zum Einfluss des Klimawandels auf die biologische Vielfalt und zum Erhalt ökologischer Leistungen und Ökosystemfunktionen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, FFH-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, BayNatSchG, BNatSchG
		Querverweis	Wasser, Land-, Wald und Forstwirtschaft
EE_10	Entwicklung des Fachinformationssystem Naturschutz (FIS-Natur) als Fachgrundlagen für Naturschutzbehörden, Kommunen, Planungsbüros, Verbände, Bürger etc.	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (<3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft

Bodenschutz und Georisiken

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Bodenerosion und Bodenverdichtung
Bodenwasser- und Bodenstoffhaushalt
Georisiken

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Bodenschutz
Maßnahmen im Bereich Georisiken



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF BODENSCHUTZ UND GEORISIKEN

Stand der
Gefahrenhinweiskarten

- Karte liegt vor,
bzw. ist in
Bearbeitung
- Sitz Bezirksregierung
- Sitz Kreisverwaltung
bzw. kreisfreie Stadt
- Staatsgrenze
- Landesgrenze

0 25 50 km

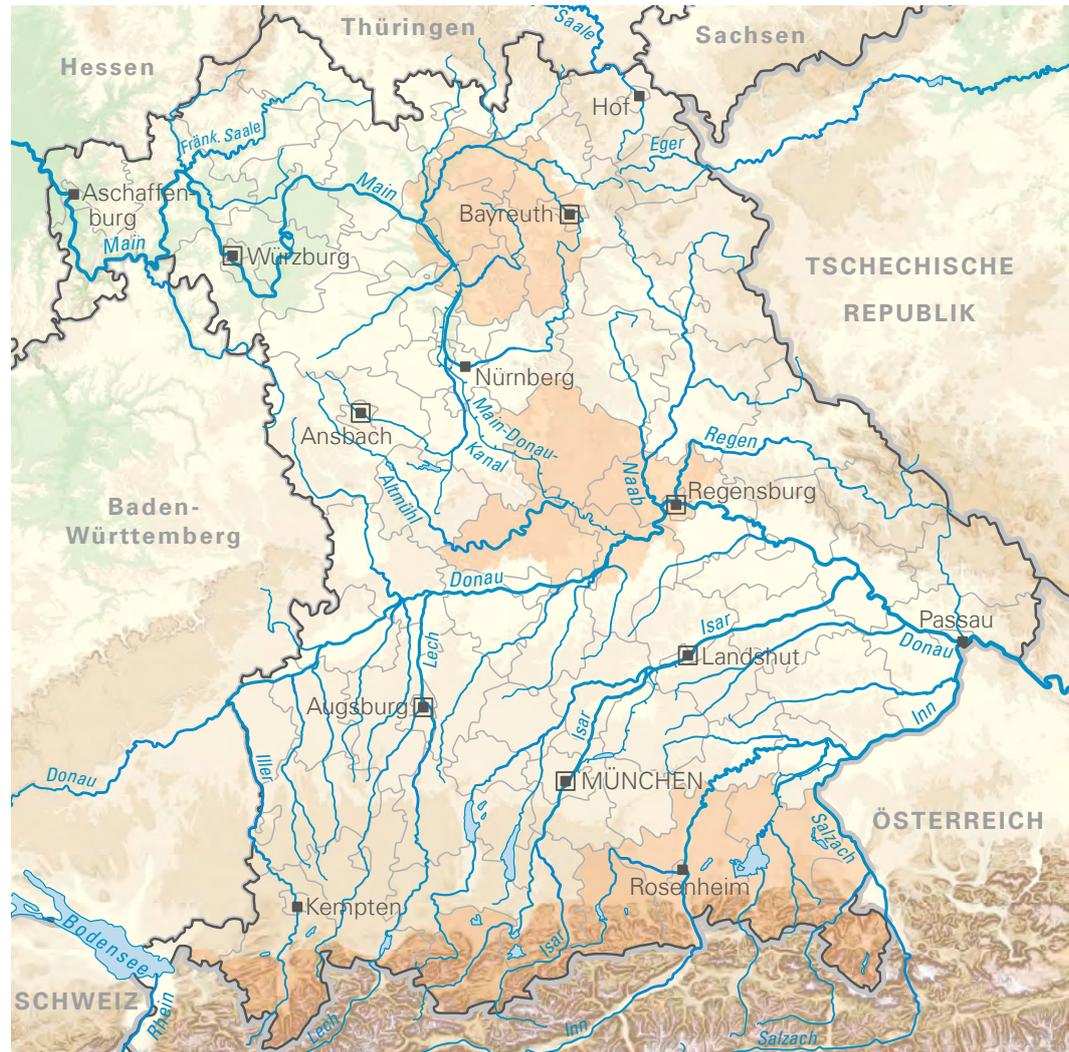


Abbildung 15
Stand der Hinweiskarten zu
geologischen Gefahren in Bay-
ern: Orange gekennzeichnete
Gebiete, in denen zum Stand
Juli 2015 eine Karte bereits
vorliegt oder in Ausarbeitung
ist. (Quelle: LfU)

In Bayern werden 47 % der Böden als landwirtschaftliche Nutzfläche, 36 % als Wald und 17 % für andere Landnutzungen genutzt (Landesamt für Statistik, Stand 31.12.2014). Außer der Nutzung durch den Menschen werden die Entwicklung der Böden und ihre vielfältigen Funktionen (z. B. Filter- und Pufferfunktion, Grundwasserschutz, Nutzungsfunktion, Naturarchiv) entscheidend von den klimatischen Bedingungen vor Ort beeinflusst. Aufgrund eines veränderten Niederschlagsdargebots, zunehmender Klimavariabilität, Temperaturerhöhung und der Häufung extremer Wetterereignisse ist in Zukunft mit einer Beeinträchtigung der ökologischen Leistungen von Böden und der Zunahme von Georisiken zu rechnen. Vor allem im Alpenraum stellen geologische Risiken wie zum Beispiel Hangbewegungen oder Felsstürze eine Gefahr für Menschen, Sachwerte und Infrastruktur dar. Aus den direkten Folgen im Bereich Boden und

Georisiken resultieren sekundäre Auswirkungen unter anderem auf die Pflanzenproduktion, die Grundwasserneubildung oder die menschliche Gesundheit.

Die Beobachtung des Bodenzustands erfolgt in Bayern über die Bodenzustandserhebung (BZE II), welche für Waldstandorte im Jahr 2008 abgeschlossen wurde und über Bodenmonitoring-Programme. Auf Basis von 372 Stichprobenpunkten der Bundeswaldinventur wurden Bodeneigenschaften bestimmt und können regionale Klimafolgen auf unterschiedlichen Böden erfasst werden. Eine entsprechende Inventur für Agrarstandorte wird im Projekt BZE Landwirtschaft³⁰ durch das Thünen-Institut an 560 Standorten durchgeführt. Das EU Joint Research Center lieferte Kohlenstoffgehalte für Oberböden³¹. Bayerische Monitoring-Programme mit 4 bis 10-jährlichem Beprobungs-

30
www.thuenen.de/de/ak/projekte/bodenzustandserhebung-landwirtschaft-bze-lw/am.20.10.2016

31
<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/Themes/SOC/LUCASSOC/am.16.03.2016>

turnus werden durch das LfU (Sonderstandorte), die LWF (Forststandorte) und die LfL (Landwirtschaftsstandorte) seit 1986 an insgesamt 271 Standorten betrieben³². Daten einer bayernweiten Bodeninventur zwischen 1999 und 2007 wurden in landnutzungs- und bodentyp-bezogene Karten des Humusvorrats verarbeitet. Daneben wurden auf Basis dieses Datensatzes das CO₂-Sequestrierungspotenzial und unter anderem die künftige Entwicklung des organischen Kohlenstoffspeichers (SOC – soil organic carbon) bayerischer Böden abgeschätzt. Die höchsten SOC-Vorräte werden in den ostbayerischen Mittelgebirgen und dem Alpenraum berechnet. Für diese Gebiete ist jedoch auch mit dem höchsten Verlust von bis zu 7 kg Bodenkohlenstoff pro Quadratmeter zu rechnen. Außerdem werden Proben aus dem Bodendauerbeobachtungsprogramm des LfU mit dem Ziel untersucht, die Veränderungen der Humusfraktionen im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu bestimmen.

Bodenerosion und Bodenverdichtung

Im Zuge der Häufung von Starkniederschlägen und Oberflächenabflüssen ist mit einer Zunahme der wasserbedingten Bodenerosion mit den damit verbundenen Schäden innerhalb und außerhalb der Erosionsflächen zu rechnen. Besonders auf den intensiv agrarisch genutzten Flächen wie den Lößböden Bayerns wird Bodenerosion in Hanglagen begünstigt. Die höchsten Erosionswerte von Ackerflächen werden im Tertiären Hügelland südlich der Donau beobachtet (Abbildung 16). Die Winderosion spielt in Bayern lediglich eine geringe Rolle. Durch Bodenerosion werden unter anderem

Bereiche mit potenziellen Geogefahren werden systematisch am LfU erhoben, um Gefahrenbereiche aufzuzeigen und dies bei bereits vorhandenen und zukünftigen Nutzungen zu berücksichtigen (Abbildung 15).

Tabelle 26 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Boden“ für Deutschland zusammen (adelphi/PRC/ EURAC 2015). In naher Zukunft werden alle klimatischen Veränderungen für den Boden bedeutsam sein. Insbesondere die zunehmende Trockenheit wird in einigen Regionen, vor allem in Unterfranken, negative Folgen auf Bodenstoff- und Bodenwasserhaushalt haben.

Aufgrund der mittleren Anpassungskapazität im Handlungsfeld „Boden“ ergibt sich eine mittlere Vulnerabilität für die nahe Zukunft.

Nährstoffe verlagert, fruchtbarer Oberboden abgetragen, Gewässer eutrophiert sowie Straßen verschmutzt und Siedlungen verschlammmt oder geschädigt. Auch können die Erträge von Nutzpflanzen abnehmen, sich die Bodenfruchtbarkeit verringern und das Wasserrückhaltevermögen von Böden sinken → **Wasserwirtschaft**, → **Landwirtschaft**, → **Städtebau**, → **Bauwesen**, → **Verkehr**).

Des Weiteren wird von einem zunehmenden temperaturbedingten Abbau von Torf und Humus im Oberboden und somit erhöhten CO₂-

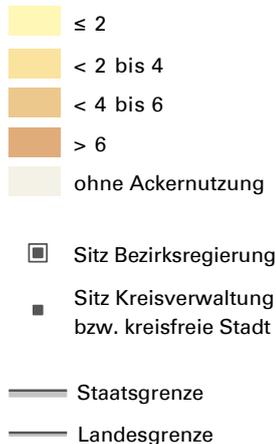
Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Bodenerosion durch Wasser und Wind, Hangrutschung	gering	gering	mittel
Bodenwassergehalt, Sickerwasser	mittel	mittel	hoch
Produktionsfunktionen (Standortstabilität, Bodenfruchtbarkeit)	gering	gering	mittel
Boden-Biodiversität, mikrobielle Aktivität	mittel	mittel	mittel
Organische Bodensubstanz, Stickstoff- und Phosphorhaushalt, Stoffausträge	mittel	mittel	mittel

Tabelle 26
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Boden“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

32

www.lfu.bayern.de/boden/bodendauerbeobachtung/index.htm am 16.03.2016

Mittlerer langjähriger
Bodenabtrag von
Ackerflächen je Gemeinde
[t/ha*a]



0 25 50km

Fachdaten:
Landesanstalt für
Landwirtschaft
Stand Januar 2014



Abbildung 16
Die Karte zeigt den mittleren, langjährigen Bodenabtrag von Ackerflächen unter den Bewirtschaftungsverhältnissen von 2013. Der Bodenabtrag durch Wassererosion, mit dem im langjährigen Mittel zu rechnen ist, wurde aus allen sechs ABAG-Faktoren ($R \cdot K \cdot S \cdot L \cdot C \cdot P$) berechnet. Die Darstellung bezieht sich auf die Gefährdung der Ackerflächen, auch wenn diese nur einen kleinen Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche je Gemeinde ausmachen (z. B. im Alpenvorland, Bayerischer Wald).

Austragen ausgegangen (LABO 2010, LfU 2014). Insbesondere im geneigten Relief wie den Alpen, Mittelgebirgen oder dem Alpenvorland führt dies zu einer Destabilisierung des Bodengefüges sowie einer verminderten Wasserspeicher- und Infiltrationskapazität, die durch trockenbedingte Benetzungshemmung verstärkt wird. Bei Wasserüberschuss beziehungsweise Sauerstoffmangel kann es dagegen zu einer Humusanreicherung kommen.

Als Bodenverdichtung wird die Zunahme der Lagerungsdichte und Abnahme des Porenvolumens bezeichnet. Beim Befahren der Böden kann es zu Verdichtungen kommen, wenn die Böden zu feucht sind und die Fahrzeuge zu hohe Bodendrücke verursachen. Eine hohe Bodenverdichtung beeinträchtigt sowohl den Wasserhaushalt als auch die Standorteigen-

schaften für Bodenorganismen und Pflanzen. Böden mit toniger oder lehmig-schluffreicher Bodenart weisen tendenziell eine höhere Verdichtungsempfindlichkeit auf als sandige Böden. Das Risiko von Bodenstrukturen durch Verdichtung ist bei Feldarbeiten im zeitigen Frühjahr und späten Herbst besonders hoch, vor allem in Gebieten mit hohen Niederschlägen → **Forstwirtschaft**, → **Landwirtschaft**. Unter zukünftig zunehmenden Niederschlägen im Winterhalbjahr nimmt die Gefahr der Bodenverdichtung insbesondere bei Forstarbeiten zu. Mit der Abnahme der Frosttage werden sich bereits verdichtete Böden nicht in dem Umfang wie bisher regenerieren können.

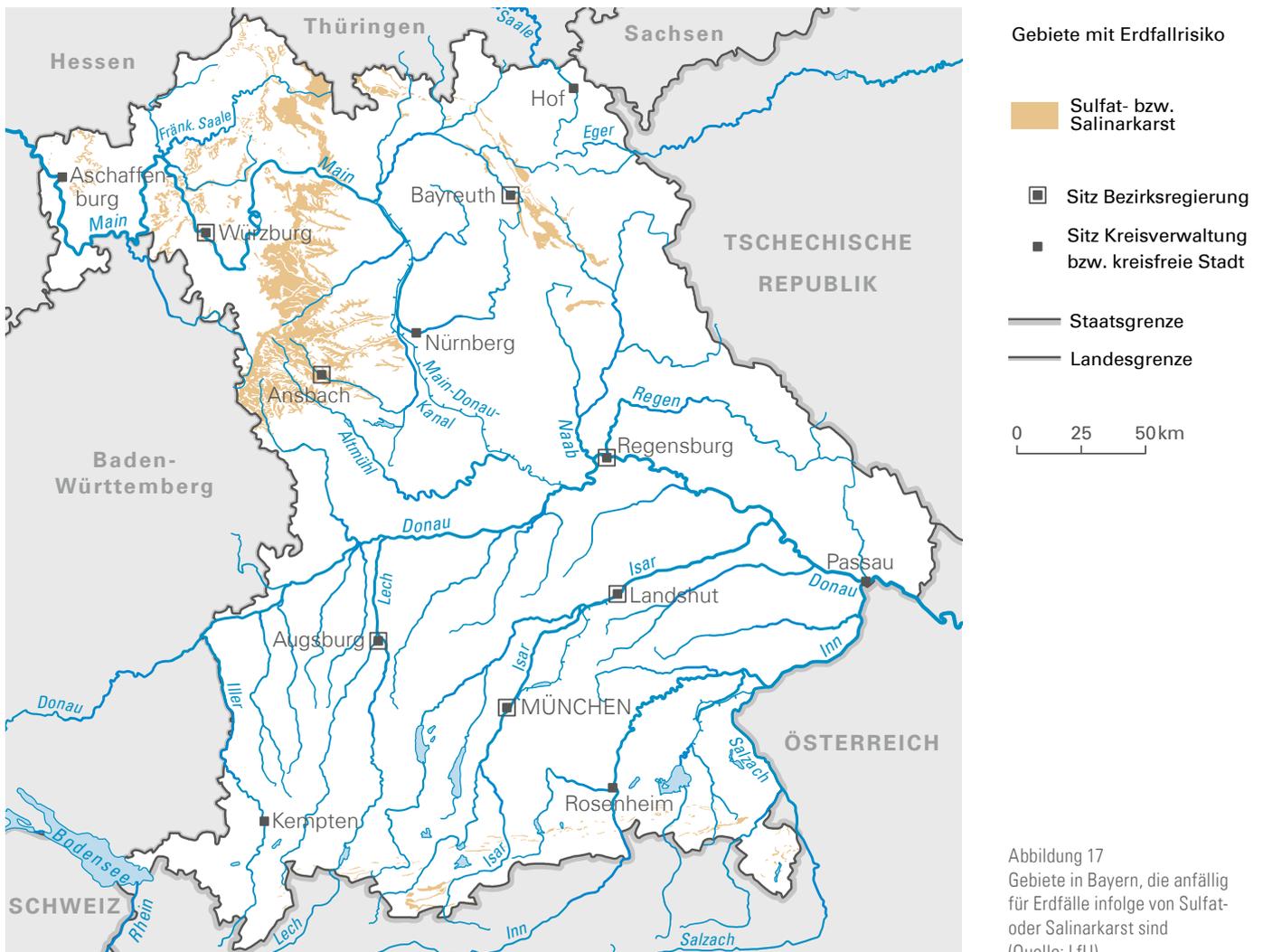


Abbildung 17
Gebiete in Bayern, die anfällig
für Erdfälle infolge von Sulfat-
oder Salinarkarst sind
(Quelle: LfU)

Bodenwasser- und Bodenstoffhaushalt

Infolge erhöhter Verdunstung und Wassermangel im Sommer kann es zu einer verstärkten Austrocknung der Böden vor allem in den tendenziell trockenen Regionen Nordbayerns kommen. Eine Abnahme des pflanzenverfügbaren Wassers während der Vegetationsperiode führt zu einem häufigeren Unterschreiten des permanenten Welkepunktes. Wird dieser erreicht, ist das verbliebene Wasser im Boden bereits so stark gebunden, dass es von Pflanzen nicht mehr aufgenommen werden kann. Tonreiche Böden wie zum Beispiel im fränkischen Keupergebiet neigen zudem zu Trockenrissbildung. Diese begünstigt eine tiefreichende Verlagerung oberflächennaher Stoffe. Bei zunehmenden Starkregenereignissen wird das Infiltrationsvermögen der Böden überschritten und Ober-

flächenabfluss tritt auf → **Wasserwirtschaft**,
→ **Landwirtschaft**.

Generell führen Veränderungen im Bodenwasser- und Bodenwärmehaushalt aufgrund geänderter physikalischer, chemischer und biologischer Prozesse zu Veränderungen der Filter-, Puffer- und CO₂-Speicherfunktionen im Boden. In Abhängigkeit der Bodennutzung und Bodenbewirtschaftung bestehen außerdem Auswirkungen auf Bodenorganismen und dadurch bedingte Umsetzungsprozesse sowie die Bodenfruchtbarkeit → **Landwirtschaft**.

Georisiken

Mit einer Zunahme extremer Wetterereignisse steigt die Gefahr von geologischen Risiken wie Hangbewegungen, Rutschungen, Felsstürzen oder Steinschlägen in Bayern deutlich an. Aufgrund der Morphologie und hoher Niederschlagssummen im Bergland sind besonders der Alpenraum, aber auch Alpenvor-, Hügel- und Schichtstufenland betroffen. Zunehmende Temperaturen und häufige Frost-/Tauwechsel beschleunigen teilweise die Erosion und führen zudem zu einer Verminderung der Bodenstabilität. Durch die zunehmende Besiedlung des bayerischen Alpenraums werden vermehrt Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und Personen zu erwarten sein → **Gesundheit**, → **Städtebau**, → **Bauwesen**, → **Verkehr**, → **Finanzwirtschaft**.

Eine weitere Gefahr bilden Erdfälle, die im Bereich der verkarstungsfähigen Gesteine durch unterirdische Hohlraumbildung auftreten und im Siedlungsbereich ebenfalls erhebliche Schäden an Personen, Gebäuden oder Infrastruktur verursachen können → **Gesundheit**, → **Städtebau**, → **Bauwesen**, → **Verkehr**, → **Finanzwirtschaft**. Typische Erdfallgebiete in Bayern sind die Muschelkalk-, Gipskeuper und Malmbereiche in Franken oder der Berchtesgadener Raum mit den Salz- und Gipsvorkommen des Haselgebirges (Abbildung 17).



Hanganbruch in Sachrang

KLIMAAANPASSUNG BODENSCHUTZ UND GEORISIKEN



„Von besonderer Relevanz ist die Kohlenstoffbewirtschaftung von Böden (Humusmanagement), da insbesondere die Verminderung der Erosion optimiert werden kann, wie auch der Bodenwasserhaushalt und die Bodenstabilität positiv beeinflusst werden können.“

Prof. Dr. Ingrid Kögel-Knabner,
Technische Universität München, Lehrstuhl für Bodenkunde

Vorsorgemaßnahmen im Bodenschutz sind besonders zur Erhaltung der vielfältigen natürlichen Bodenfunktionen erforderlich. Daneben

gilt es die Auswirkungen von Georisiken in Bayern zu minimieren.

Bodenschutz

Als Ressource ist der Boden für verschiedene Handlungsfelder entscheidend. Insbesondere zu den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz und Städtebau steht er in enger Wechselwirkung.

Den rechtlichen Rahmen für die Umsetzung eines flächendeckenden Bodenschutzes bildet das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG³³). Daneben behandeln weitere gesetzliche Bestimmungen des Bundes das Schutzgut Boden wie zum Beispiel die Gesetze des Naturschutzes (BNatSchG, BayNatSchG) und Immissionsschutzes (BImSchG) sowie des Baurechts (BauGB) und Abfallrechts (KrWG³⁴). Mit der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union werden die Mitgliedsstaaten aufgefordert, Regelungen zum Schutz des Bodens vor Erosion zu erlassen (Europäische Kommission 2012). Bayern hat zeitgleich mit dem Bundesbodenschutzgesetz zum 01. März 1999 das Bayeri-

sche Bodenschutzgesetz (BayBodSchG³⁵) in Kraft gesetzt, das vom Spielraum des Bundesgesetzgebers zum Erlass landesrechtlicher Vorschriften umfassend Gebrauch macht. Nach der Bayerischen Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Boden- und Altlastenrechts in Bayern (BayBodSchVwV³⁶) vom 11. Juli 2000 sind für den Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern die Kreisverwaltungsbehörden zuständig. Bei Fragen fachlicher Art beteiligen sie die Wasserwirtschaftsämter oder weitere betroffene Fachbehörden, zum Beispiel die Gesundheitsverwaltung oder die Landwirtschafts- und Forstbehörden. Aufgrund der Vernetzung zum Handlungsfeld Landwirtschaft bilden die Agrarumweltprogramme wie KULAP und VNP, das Agrarinvestitionsförderprogramm sowie die Cross-Compliance-Verpflichtungen (StMELF 2016a) und die Greening-Anforderungen (LfL 2015) wichtige Instrumente zur Umsetzung eines vorsorgenden Bodenschutzes.

Georisiken

Gesetzliche Grundlagen für die Behandlung von Geogefahren liegen vorwiegend im Baurecht und im Sicherheitsrecht. Zudem ist für den Alpenraum mit der Alpenkonvention eine völkerrechtliche Grundlage geschaffen worden. Die auf dieser Basis erstellten Gefahrenhinweiskarten des LfU sowie die digitalen Standortauskünfte liefern grundlegende Informationen zu Geogefahren in Bayern.

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Bodenschutz und Georisiken“ beim Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) beziehungsweise beim Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), unter Beteiligung des Staatsministeriums des Innern, für Bau und Verkehr (StMI) sowie des Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

³³ www.gesetze-im-internet.de/bbodschg/ am 16.03.2016

³⁴ www.gesetze-im-internet.de/krwg/ am 16.03.2016

³⁵ www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayBodSchG am 16.03.2016

³⁶ www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVwV97100 am 16.03.2016

(StMWi) und der Sicherheitsbehörden. Hinzu kommt eine Vielzahl an öffentlichen Akteuren, wie der Bayerische Bauernverband, Bodenverbände und Grundeigentümer, die bei der Um-

setzung von Anpassungsmaßnahmen einbezogen werden. Intersektorale Vernetzungen im Handlungsfeld „Bodenschutz und Georisiken“ existieren zu nahezu allen Handlungsfeldern.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMUV bzw. StMELF und unter Beteiligung der Ressorts des StMI und StMWi Sicherheitsbehörde (Gemeinde, Landratsamt) Verkehrssicherungspflichtiger (vor allem staatliche und kommunale Bauämter)
Einbeziehen weiterer Akteure	Bayerischer Bauernverband, Almbauernvereinigung, Verband der Bergbahnbetreiber, Alpenverein, Sicherheitsbehörden, Katastrophenschutzbehörden, Betreiber großer Infrastruktur (Bahn, Straße, Energie), Bodenverbände, Grundeigentümer
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Gesundheit, Städtebau, Bauwesen, Raumordnung, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Tourismus, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Der Schutz des Menschen, des Bodens und die Sicherung oder Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen gelten als oberste Handlungsziele. Daneben ist die Reduzierung des Risikos durch Naturgefahren auf ein akzeptables Maß anzustreben.

Maßnahmen im Bereich Bodenschutz

Tabelle 27

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Bodenschutz

Schwerpunkt: Bodenschutz (BS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
BS_01	Angepasste Schlag- und Flurgestaltung zur Minderung der Erosion durch Bewirtschaftung quer zum Hang, Hangrinnenbegrünung, Hangverkürzung durch Schlagteilung, Schlagunterteilung durch Fruchtartenwechsel, Einsatz von Grasstreifen, Anlage von Gehölzstreifen. An besonders gefährdeten Stellen Anlage von kleinen, in die Landschaft integrierten Rückhaltebecken	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (< 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG, FlurbG, Landschaftsplanung
		Querverweis	Wasser-, Landwirtschaft, Naturschutz
BS_02	Mulchende Bestellverfahren bei Reihenkulturen, Streifenbodenbearbeitung und dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung / Direktsaat zur Verminderung von Bodenerosion und Schonung des Bodenlebens sowie der Bodenwasservorräte	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG, BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Naturschutz
BS_03	Vermeidung hangabwärts gerichteter Fahrspuren und Begrünung von Hangmulden und Tiefenlinien zur Verminderung der Wassererosionsgefährdung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Landwirtschaft, Naturschutz
BS_04	Aufbau und Erhalt stabiler Bodenaggregate durch Förderung der biologischen Aktivität, bedarfsgerechte Kalkung und Zwischenfruchtanbau	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Landwirtschaft, Naturschutz
BS_05	Grünlanderhalt auf stark erosionsgefährdeten Hängen zur Minderung von Bodenerosion	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BNatSchG, BayNatSchG, BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Landwirtschaft, Naturschutz
BS_06	Modellierung des gegenwärtigen und zukünftigen Erosionspotenzials unter Berücksichtigung des Klimawandels und entsprechende Ausrichtung bei Flurneuordnungsverfahren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, LfU, Forschung, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG, FlurbG
		Querverweis	Wasser-, Land-, Wald und Forstwirtschaft, Gesundheit, Verkehr

Schwerpunkt: Bodenschutz (BS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
BS_07	Vermeidung von Bodenverdichtungen durch bodenschonendes Befahren, Trennung von Feld- und Straßentransport, Reifendruckregelung, Verwendung neuer Reifentechnologien, Vermeiden hoher Radlasten, ausreichende Schlagkraft, Verzicht auf intensive Bodenbearbeitung, angepasste Fruchtfolgen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz
BS_08	Bindung von Kohlenstoff und Stickstoff in Böden durch angepasste Landnutzungstechniken, Förderung der Moorrenaturierung und gezielte Humuswirtschaft	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, StMUV
		Umsetzungsgrundlage	BNatSchG, BayNatSchG, Biodiversitätsprogramm Bayern 2030
		Querverweis	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz
BS_9	Anpassung bestehender Boden-Monitoringsysteme (BDF, BZE im Wald und in der Landwirtschaft) um klimarelevante Bodenparameter/-indikatoren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft
BS_10	Flächendeckende Bestimmung der Eigenschaften von Böden klimatischer Risikogebiete z. B. potenziell pflanzenverfügbares Wasser (nFK), Erosionsgefährdung, Humusgehalte	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	BBodSchG, BayBodSchG
		Querverweis	Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft
BS_11	Reduzieren des Flächenverbrauchs und der Flächenneuversiegelung durch Intensivierung des Flächenrecyclings und verstärkte Nutzung innerörtlicher Potenziale	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMELF, StMI, StMFLH, Kommune, Landwirt
		Umsetzungsgrundlage	Landes- und Regionalplanung, Dorferneuerung
		Querverweis	Naturschutz, Landwirtschaft, Städtebau

Maßnahmen im Bereich Georisiken

Tabelle 28
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Bereich Georisiken

Schwerpunkt: Georisiken (G)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
G_01	Erarbeitung von Hinweiskarten zu geologischen Gefahren für den gesamten bayerischen Alpenraum zur Identifikation und Beurteilung gefährdeter Gebiete	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	Umsetzung ist erfolgt
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Alpenkonvention
		Querverweis	Alle Handlungsfelder
G_02	Erarbeitung von Hinweiskarten zu geologischen Gefahren für sensible Gebiete außerhalb der Alpen zur Identifikation und Beurteilung gefährdeter Gebiete	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	In Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Alle Handlungsfelder
G_03	Ausweitung des digitalen GEORISK-Katasters des LfU auf das gesamte Gebiet Bayerns zur Erhöhung der Vorsorgesicherheit	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Alle Handlungsfelder
G_04	Dauerhafte Untersuchung der Permafrostentwicklung in den bayerischen Alpen zur Verminderung der lokalen Felssturzgefahr	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Forschungsprogramme
		Querverweis	Gesundheit, Tourismus
G_05	Meidung von durch Georisiken gefährdeten Gebieten bei der Planung neuer Siedlungen und Infrastruktur	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Bauleitplanung
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen, Verkehr

Menschliche Gesundheit

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Wetterereignisse und nicht-infektiöse Krankheiten
Infektiöse Krankheiten

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Wetterereignisse und nicht-
infektiöse Krankheiten
Maßnahmen im Bereich infektiöse Krankheiten
Allgemeine Maßnahmen im Bereich Menschliche
Gesundheit



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE MENSCHLICHE GESUNDHEIT

Die Auswirkung des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit kann direkt durch die Wirkung der Klimaparameter (z. B. Temperatur, UV-Strahlung) und indirekt durch klimabedingte Änderungen der Umwelt (z. B. Ausbreitung von Vektoren und Erregern von Infektionskrankheiten sowie von Allergenen) erfolgen. Bislang sind die Folgen klimatischer Änderungen auf die Gesundheit schwer quantifizierbar. Allerdings ist bereits feststellbar, dass der Mensch durch den allgemeinen Temperaturanstieg, das häufigere Auftreten von Hitzestress und durch Gefahren aufgrund von Extremwetterereignissen wie Stürme oder Hochwasser belastet wird. Beispielsweise hat der Hitzesommer 2003 in Europa rund 52.000 Menschen das Leben gekostet (Larsen 2006). Besonders anfällig gegenüber gesundheitlichen Beeinträchtigungen zeigen sich alte und pflegebedürftige Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen, Kleinkinder und Menschen in Außenberufen. Für diese

Gruppen besteht ein erhöhter Anpassungs- und Schutzbedarf.

Tabelle 29 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Bereits gegenwärtig zeigt die Hitzebelastung eine große Bedeutung. Weiterhin ist eine zunehmende Bedeutung von Atembeschwerden und Krankheitserregern in naher Zukunft zu erwarten.

Die Anpassungskapazität im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ wird aufgrund einer insgesamt guten Grundversorgung als mittel bis hoch eingeschätzt. Gegen Überträger von Krankheitserregern besteht eine mittlere Anpassungsfähigkeit und ist Forschungsbedarf notwendig. Zusammenfassend ergibt sich eine mittlere bis teilweise hohe Vulnerabilität für die menschliche Gesundheit in naher Zukunft.

Tabelle 29
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015 und ergänzt durch StMGP)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Hitzebelastung	hoch	mittel	hoch
Atembeschwerden durch bodennahes Ozon	mittel	mittel	hoch
Produktionsfunktionen (Standortstabilität, Bodenfruchtbarkeit)	mittel	mittel	mittel
Überträger von Krankheitserregern	gering	gering	gering
Längere Pollensaison	mittel	mittel	mittel

Wetterereignisse und nicht-infektiöse Krankheiten

Als Folge der hitzebedingten Belastung im Sommer kann es zu einem verstärkten Auftreten negativer gesundheitlicher Effekte wie zum Beispiel eine Zunahme von Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, Erkrankungen der Nieren und Atemwege oder Stoffwechselstörungen kommen. Urbane Räume besitzen dabei durch verstärkende stadtklimatische Einflüsse (Wärmeinseleffekt) ein höheres Risiko als ländliche Räume. In Bayern sind besonders Großstädte wie München und Nürnberg betroffen → **Städtebau**.

sind in Abhängigkeit des Hauttyps, die geringere Bewölkung und damit einhergehende Erhöhung der Sonnenscheindauer sowie UV-Belastung. Besonders gefährdet sind Menschen, die im Freien arbeiten oder dort viel Zeit verbringen. Auch steigt mit der Zunahme von Wetterextremen wie Stürme, Gewitter, Lawinen, Erdbeben oder Hochwasser die Verletzungs- oder Tötungsgefahr für Menschen an, während sich Verkehrsunfälle durch Schnee- und Eisglätte sowie Unfälle durch Glatteis (z. B. Stürze) rückläufig entwickeln könnten.

Bereits heute lässt sich eine Zunahme des Hautkrebsrisikos, besonders beim sogenannten weißen Hautkrebs, beobachten. Ursachen

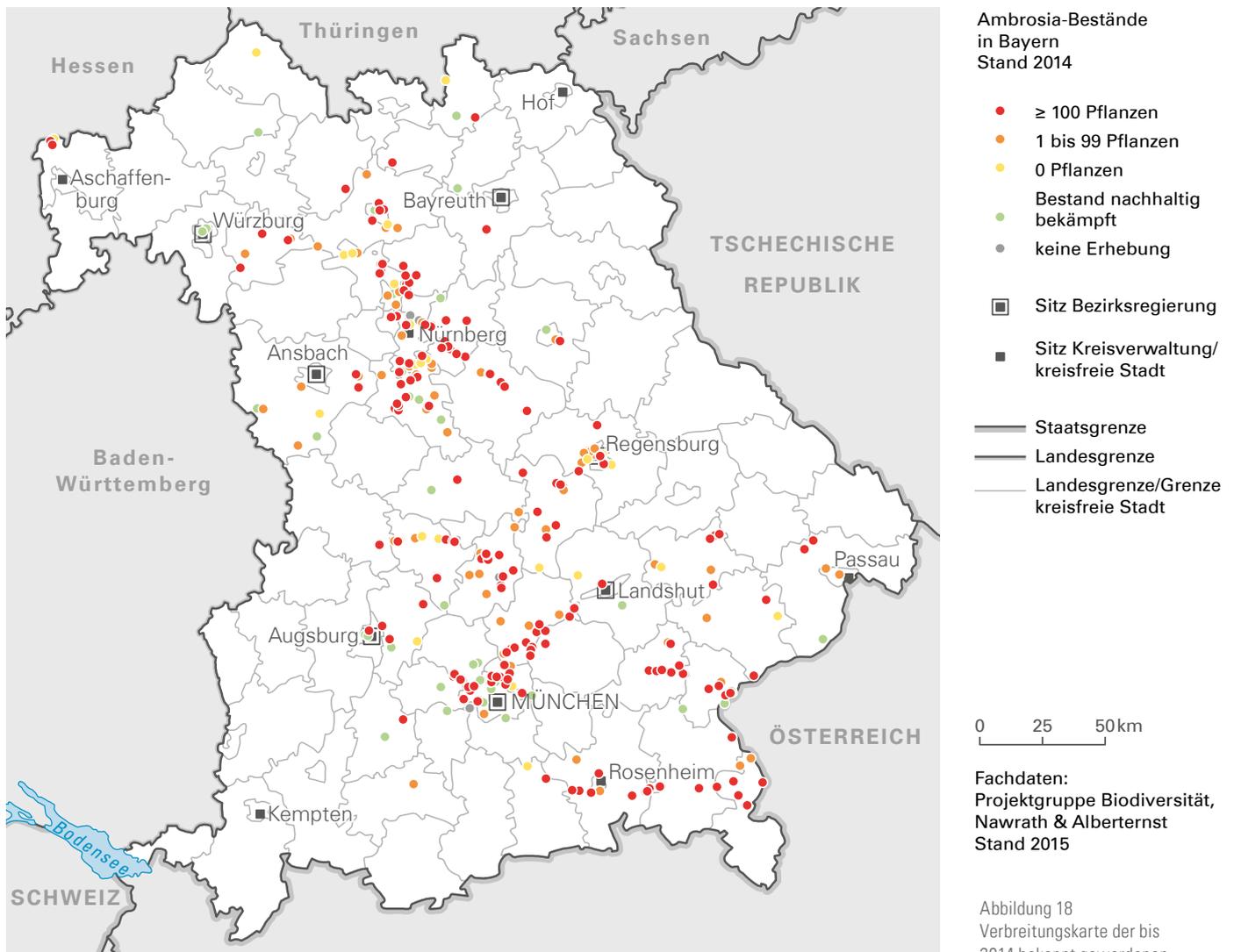


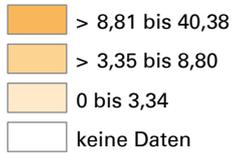
Abbildung 18
Verbreitungskarte der bis
2014 bekannt gewordenen
großen Ambrosia-Bestände in
Bayern, differenziert nach der
Individuenzahl (n=337). Große
bandförmige Autobahnvorkom-
men sind als Punkte dargestellt
(S. Nawrath & B. Alberternst
2015, Forschungsvorhaben im
Auftrag des StMGP)

Weitere negative Folgen bestehen durch die Ausbreitung von Allergien durch eine längere und zeitlich verschobene Exposition gegenüber luftgetragenen Allergenen. Bedingt durch eine längere Vegetationsperiode sind Allergiker sowohl zeitiger als auch länger im Jahr dem Pollenflug ausgesetzt. Ein besonderes Risiko stellen die Pollen der wärmeliebenden und hoch allergenen Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) dar, Abbildung 18, → **Naturschutz**. Die Verbreitung der ursprünglich aus Nordamerika stammenden wärmeliebenden Pflanze kann durch den Klimawandel verstärkt werden, da die Samenreife nur in warmen oder gemäßigten Klimaten mit milden Herbsttemperaturen erreicht wird. Neben allergenen Pflanzen können auch Tierarten Auslöser von allergischen Reaktionen sein wie der heimische Eichenprozessionsspinner, der sich in den letzten Jahren konti-

nuerlich vermehrt hat → **Forstwirtschaft**. Seine Raupen bilden feine Härchen, die in Kontakt mit der Haut toxisch-irritative oder allergene Reaktionen wie Juckreiz, Rötungen, Bläschen bis hin zu Bindehautentzündungen auslösen können. Er breitet sich mit Vorliebe in dicht besiedelten Gebieten aus und stellt somit ein signifikantes Gesundheitsproblem für die Bevölkerung dar.

Im Zuge des Klimawandels kann es auch zu einer verstärkten Bildung von bodennahem Ozon während langanhaltender Hochdruckwetterlagen kommen. Eine Verschlechterung der Luftqualität und gesundheitliche Folgen in Form von Atemwegsbeschwerden können die Folge sein. Generell hängt die zukünftige Luftqualität entscheidend von den Maßnahmen im Bereich der Luftreinhaltung ab.

FSME-Inzidenz
[Erkrankungen/
100.000 Einwohner/
5-Jahresintervall]



-  Sitz Bezirksregierung
-  Sitz Kreisverwaltung bzw. kreisfreie Stadt

-  Staatsgrenze
-  Landesgrenze

0 25 50km

Fachdaten:
Robert Koch-Institut
Stand Mai 2016

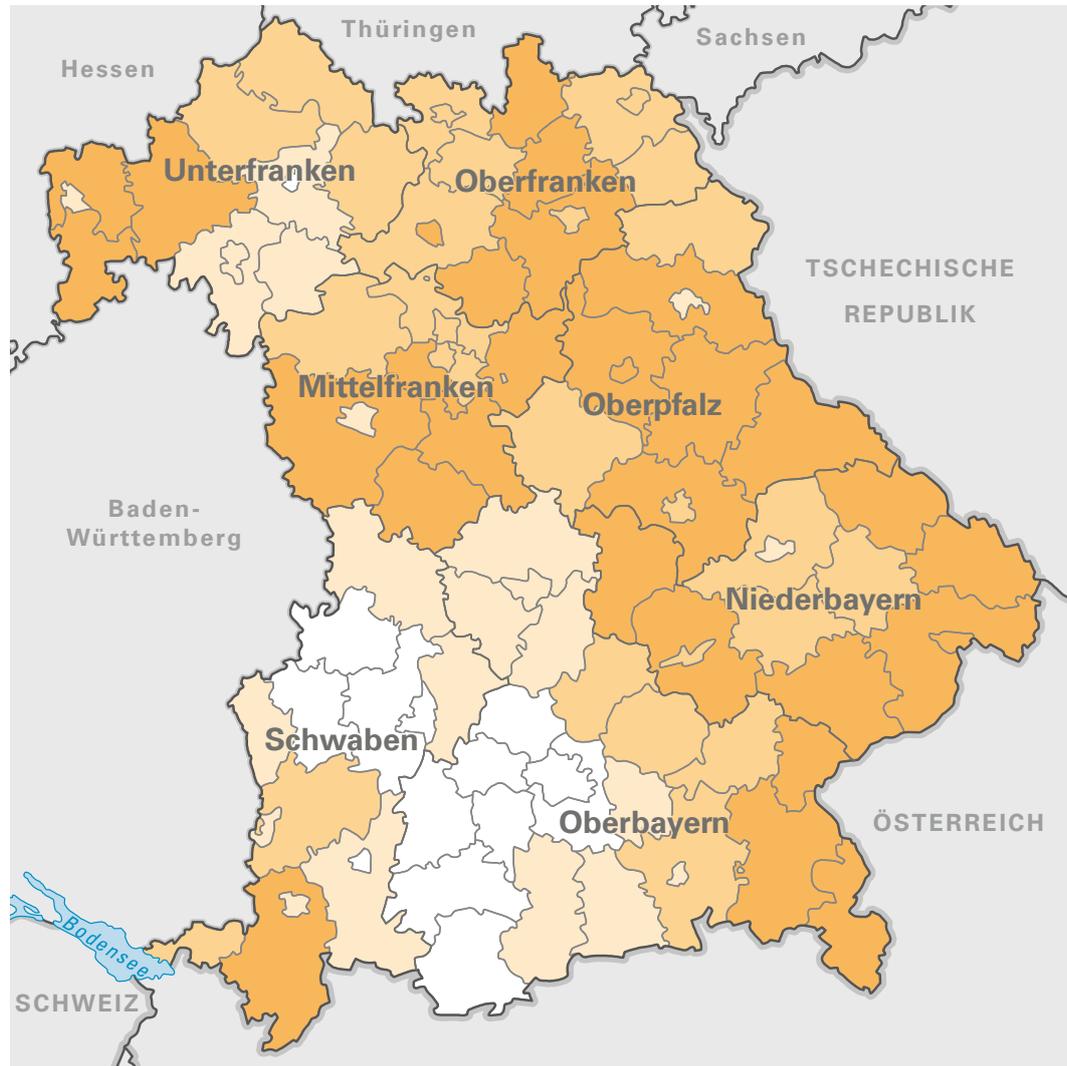


Abbildung 19
FSME-Risikogebiete 2016
(n = 146) eingefärbt nach
Höhe der Inzidenz im Zeitraum
2011 bis 2015 (RKI 2016)

Infektiöse Krankheiten

Indirekte Auswirkungen des Klimawandels sind eine Verlängerung der Vegetationsperiode und Einflüsse auf die vorhandene Tier- und Pflanzenwelt. In einem milderen Klima können sich tierische Überträger, insbesondere thermophile Arten (z. B. Zecken, Stechmücken), intensiver vermehren, längere Zeit im Jahr aktiv sein und mehr Generationen ausbilden. Bereits heute zeigt sich eine Zunahme des Auftretens vektorbasierter Infektionskrankheiten in Bayern. Dabei lässt sich die Verbreitung einheimischer Krankheiten wie zum Beispiel Hantavirus-Infektionen, Borreliose und FSME (Frühsommer-Meningoenzephalitis) beobachten. Überträger der Hantaviren sind die vornehmlich in Buchenwäldern lebenden Rötelmäuse, während Zecken letztere Krankheiten übertragen. Besonders betroffen

sind Menschen mit Berufen in der Forst- und Landwirtschaft, Camper, Wanderer oder Pilzsammler. Das Robert Koch-Institut weist vor allem Franken, die Oberpfalz, Niederbayern sowie das nördliche und östliche Oberbayern als FSME-Risikogebiet aus (Abbildung 19). Von denen im Jahr 2014 gemeldeten 265 FSME-Fällen entfielen insgesamt 123 Fälle (53,7 %) auf Bayern (RKI 2015).

Darüber hinaus etablieren sich neue Überträger und Krankheitserreger wie zum Beispiel die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*), die das Dengue- und Gelbfieber übertragen kann oder die Sandmücke (*Phlebotominae*), die als Überträger der Leishmaniose gilt. Beide Überträger wurden bereits in Bayern nachgewiesen.



Ein milderes Klima begünstigt die Ausbreitung von Zecken.

Im Jahr 2013 wurde erstmals auch in einem bayerischen Wohngebiet eine sich fortpflanzende Population entdeckt (UBA 2015a).

Günstige Bedingungen für Massenvermehrungen von Krankheitsüberträgern entstehen nach extremen Hochwasserereignissen und Überflutungen gekoppelt mit Schimmelpilzbefall von Häusern → **Bauwesen**. Auch kann es zu verstärkten Einleitungen von Krankheitserregern in Trinkwassertalsperren bei Hochwasserereignissen kommen → **Wasserwirtschaft**. Eine weitere Beeinträchtigung der Gewässer besteht durch ein zunehmendes Eutrophierungsrisiko sowie Vermehrung von natürlich vorkommenden Mikroorganismen infolge steigender Temperaturen. Damit sinkt wiederum die Badegewässerqualität. Infektionen des Menschen, zum Beispiel durch Bildung von Cyanobakterien, die zu Haut-, Magen- und Darmirritationen führen können, sind denkbar → **Tourismus**. Besonders gefährdet sind Kleinkinder, die im Flachwasserbereich größere Wassermengen schlucken können.

Ein weiteres Gesundheitsrisiko besteht durch ein schnelleres Verderben von Lebensmitteln unter wärmeren Temperaturen und dem damit verbunden erhöhten Risiko insbesondere der Ausbreitung von Erregern von Magen-Darm-Infektionen, zum Beispiel Salmonellen. Für Kleinkinder, ältere Personen, Schwangere und chronisch kranke Menschen sowie solche mit schlechtem Immunstatus sind diese Erkrankungen besonders risikoverbunden.

KLIMAAANPASSUNG IN DER MENSCHLICHEN GESUNDHEIT



„Es gibt zahlreiche Hinweise, dass der Klimawandel unmittelbare und langfristige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben wird. Diese besser zu erforschen, wird eine unserer prioritären Aufgaben sein.“

Frau Prof. Dr. med. Caroline Herr, Leiterin des Sachgebiets Arbeits- und Umweltmedizin / -epidemiologie, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

Zunehmende Hitze und die Ausbreitung von Krankheitserregern erfordern ein besonders hohes Maß an eigenverantwortlichem Verhalten und Handeln bei der Anpassung an den Klimawandel. Insbesondere Vorsorge-, Diagnostik- und Therapiemaßnahmen sowie Warnsystemen wird eine immer größere Bedeutung zuteil. Insgesamt lassen sich negative gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels durch geeignete Präventionsmaßnahmen reduzieren und oft sogar ganz verhindern.

Mit dem Hitzefrühwarnsystem des Deutschen Wetterdienstes werden Bezirksregierungen, kommunale Behörden, Rundfunk- und Fernsehsender sowie Pflegedienste in Bayern über bevorstehende Hitzeperioden informiert. Ferner weist das Frühwarnsystem des Robert Koch-Instituts Risikogebiete für Infektionskrankheiten aus. Am Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit befindet sich unter anderem das Nationale Referenzzentrum für Borrelien³⁷. Der Informationsdienst Alpine Naturgefahren (IAN³⁸) bietet umfassende Informationen über die Gefahrensituation im bayeri-

schen Alpenraum für alle Beteiligten wie Fachleute, Gemeinden, Planer oder interessierte Bürger. Aktuelle Lawinenberichte liefert zudem der Lawinenwarndienst Bayern (LWD³⁹).

Um die Ausbreitung invasiver hochallergener Pflanzen in Bayern zu verhindern, wird seit dem Jahr 2007 jährlich zu einem „Aktionsprogramm Ambrosiabekämpfung“ aufgerufen. Damit konnte die Ausbreitung der Beifuß-Ambrosie regional eingeschränkt werden (StMGP 2015).

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“ beim Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (StMGP) und dem nachgeordneten Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL). Als öffentlicher Akteur wird der Landesgesundheitsrat Bayern bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen einbezogen. Aufgrund der vielfältigen intersektoralen Beziehungen des Handlungsfeldes Gesundheit zu den Handlungsfeldern Städtebau, Bauwesen, Tourismus oder Katastrophenschutz ergeben sich kurzfristige Planungs- und Handlungshorizonte.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMGP/LGL unter Beteiligung der fachlich betroffenen Ressorts
Einbeziehen weiterer Akteure	Landesgesundheitsrat Bayern
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Bodenschutz und Georisiken, Katastrophenschutz, Städtebau, Bauwesen, Verkehr, Tourismus

Handlungsziele

Der Erhalt der Leistungsfähigkeit und Gesundheit des Menschen ist das wichtigste Handlungsziel. Eine große Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Entwicklung von

Warnsystemen, der Prophylaxe und der Vorhersage zu.

³⁷
www.lgl.bayern.de/gesundheits/infektionsschutz/infektionskrankheiten_a_z/borreliose/nrz_borrelien.htm
am 21.10.2015

³⁸
www.lfu.bayern.de/wasser/ian/index.htm
am 16.03.2016

³⁹
www.lawinenwarndienst-bayern.de/
am 16.03.2016

Maßnahmen im Bereich Wetterereignisse und nichtinfektiöse Krankheiten

Tabelle 30

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Menschlichen Gesundheit (Wetterereignisse und nicht-infektiöse Krankheiten)

Schwerpunkt: Wetterereignisse und nicht-infektiöse Krankheiten (WK)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
WK_01	Monitoring der Ozonwerte durch den Deutschen Wetterdienst, der Luftbelastung durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB) sowie der UV-Werte durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (< 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMUV
		Umsetzungsgrundlage	BlmschG
		Querverweis	Tourismus
WK_02	Verringerung von Luftschadstoffemissionen, insbesondere Ozonvorläufer wie Kohlenwasserstoffe und Stickoxide	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (< 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMUV
		Umsetzungsgrundlage	BlmschG
		Querverweis	Industrie und Gewerbe, Energiewirtschaft, Verkehr, Tourismus
WK_03	Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur gesundheitlichen Vorsorge an Hitzetagen für das medizinische Fachpersonal und die Bevölkerung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurzfristig (< 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP, Bevölkerung, DWD
		Umsetzungsgrundlage	Hitzewarnsystem des DWD
		Querverweis	Tourismus
WK_04	Klimawandelgerechte Stadtentwicklung z. B. durch Erhaltung und Entwicklung von offenen, unverbauten Frischluftkorridoren in Ballungszentren, Erhaltung und Errichtung von Grünflächen und Beschattungsmöglichkeiten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, InSEK, BauGB
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen, Raumordnung
WK_05	Verbesserung der „blau - grünen“ Infrastruktur durch begrünte Straßenrandflächen, Fassaden und Dachbegrünung sowie Anlage von Wasserflächen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	Bauleitplanung, InSEK, BauGB
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen, Raumordnung
WK_06	Begrenzung einer übermäßigen randstädtischen Bebauung, um Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftkorridore im Umland zu erhalten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	InSEK, BauGB
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen, Raumordnung
WK_07	Aufklärung der Bevölkerung zur UV-Strahlung und Folgen des Sonnenbadens	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP, ÖGD
		Umsetzungsgrundlage	UV –Index Vorhersage des DWD
		Querverweis	

Schwerpunkt: Wetterereignisse und nicht-infektiöse Krankheiten (WK)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
WK_08	Monitoring der atmosphärischen Pollenkonzentration, der Allergenität von Pflanzen sowie Prognose der zu erwartenden Pollenbelastung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID), DWD
		Umsetzungsgrundlage	Pollenflug-Gefahrenindex des DWD
		Querverweis	Naturschutz
WK_09	Bekämpfung und Verhinderung der Ausbreitung von hoch allergenen Pflanzen z. B. der Ambrosie („Ambrosiabekämpfungsprogramm“)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP, KVR, LfL
		Umsetzungsgrundlage	Aktionsprogramm „Ambrosiabekämpfung Bayern“
		Querverweis	Naturschutz

Maßnahmen im Bereich infektiöse Krankheiten

Tabelle 31
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Menschlichen Gesundheit (Infektiöse Krankheiten)

Schwerpunkt: Infektiöse Krankheiten (IK)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
IK_01	Weitere Anpassung der STIKO-Empfehlungen, so dass geeignete Impfungen zur Prävention von durch Vektoren übertragbare Infektionskrankheiten durchgeführt werden können (z. B. FSME)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP
		Umsetzungsgrundlage	Empfehlungen der STIKO
		Querverweis	
IK_02	Monitoring zur Ausbreitung von Infektionskrankheiten sowie von etablierten und potenziellen Vektoren z. B. von Mücken und Zecken	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMGP, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
IK_03	Warnsysteme und Ausweisung von Risikogebieten mit erhöhter Infektionsgefahr; unter www.Zeckenwetter.de werden kostenfrei Informationen zur Zeckenaktivität zur Verfügung gestellt	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMGP, Bevölkerung
		Umsetzungsgrundlage	RKI Frühwarnsystem für Infektionskrankheiten
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft, Tourismus
IK_04	Monitoring der Badegewässerqualität und Information der Bevölkerung (Warnung vor Blaualgenbildung)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Tourismus

Schwerpunkt: Infektiöse Krankheiten (IK)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
IK_05	Sperrung von Badeseen mit erhöhter Blaualgenbildung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Tourismus
IK_06	Anpassung und Fortentwicklung der Sicherheitssysteme bei der Herstellung und Verarbeitung von Lebensmitteln	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Verantwortlichkeit	Lebensmittelunternehmer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Landwirtschaft, Industrie und Gewerbe
IK_07	Beachtung von angepassten Hygienestandards beim Umgang mit Lebensmitteln	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Zuständigkeit	Privatpersonen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
IK_08	Information und Beratung der Bevölkerung zum richtigen Umgang mit Lebensmitteln	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	laufend
		Zuständigkeit	StMUV, Verbraucherverbände
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	

Allgemeine Maßnahmen im Bereich Menschliche Gesundheit

Tabelle 32

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Menschlichen Gesundheit (Allgemeine Maßnahmen Menschliche Gesundheit)

Allgemeine Maßnahmen im Bereich Gesundheit (AG)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
AG_01	Erweiterung der Schulungsinhalte des medizinischen Pflege- und Fachpersonals im Zusammenhang mit zunehmenden gesundheitlichen Belastungen durch neue Krankheitsüberträger/-symptome bzw. Ausweitung der Hitzetage	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
AG_02	Aufklärung der Bevölkerung zu möglichen neuartigen gesundheitlichen Gefahren (anlassbezogen)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz- bis langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMGP
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	

Katastrophenschutz

KLIMAAUSWIRKUNGEN

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Katastrophenschutz





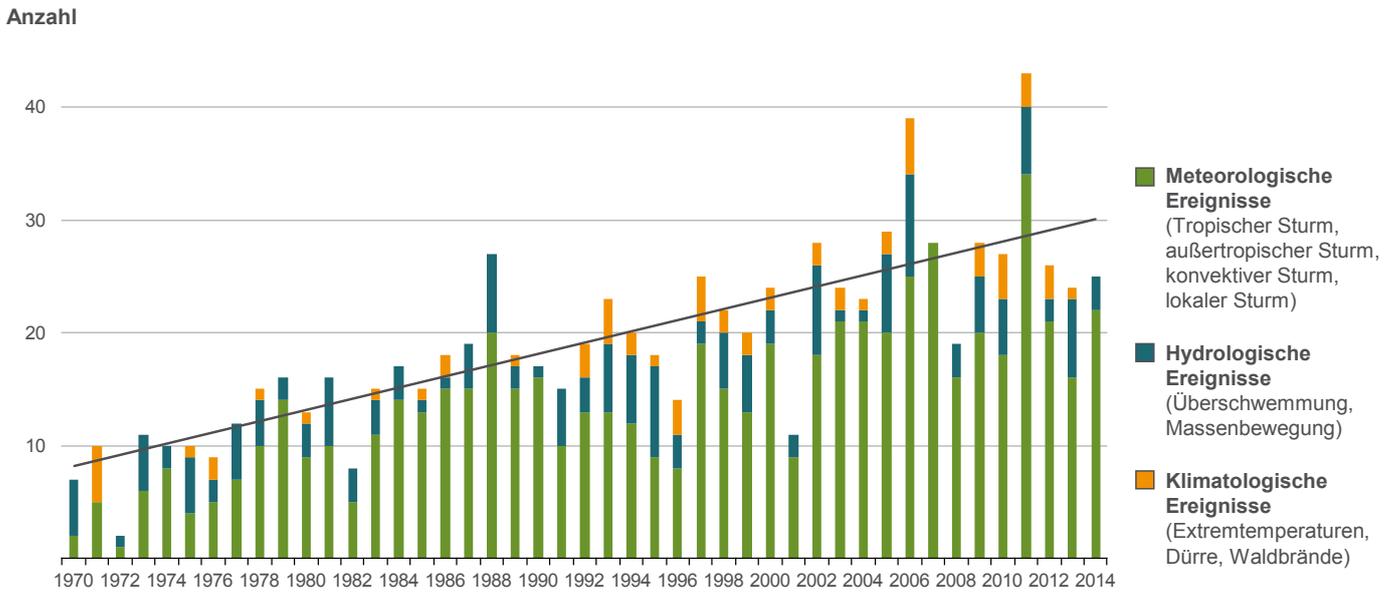
KLIMAAUSWIRKUNG AUF DEN KATASTROPHENSCHUTZ

In den letzten Jahren sind in Bayern zahlreiche extreme Naturereignisse aufgetreten und haben mitunter zu großen, teilweise sogar verheerenden Schäden geführt. Als klimasensitiv können davon insbesondere Hochwasser, Überschwemmungen, Stürme, Hagel, Lawinen, Murenabgänge und Waldbrände identifiziert werden. Mit der beobachteten Zunahme von Intensität und Häufigkeit dieser Extremereignisse (Abbildung 20) werden gleichsam auch die mit deren Bewältigung betrauten Behörden, Stellen und Einsatzorganisationen immer stärker und häufiger gefordert.

Naturkatastrophen der jüngeren Vergangenheit, wie etwa das Hochwasser im Juni 2013, bei dem 21 bayerische Kreisverwaltungsbehörden Katastrophenalarm ausgelöst haben, sind noch in guter Erinnerung. Die Bewältigung dieses

Schadensereignisses erforderte über Monate hinweg enorme Anstrengungen aller Beteiligten.

Die Wasserstände erreichten dabei vielerorts neue Rekordwerte, wie zum Beispiel in Passau, wo mit knapp 13 Metern der höchste Wasserstand am Donaupegel seit über 500 Jahren gemessen wurde. Bei fünf Niederschlagsstationen wurden Summen von mehr als 300 Millimeter im 4-Tageszeitraum beobachtet. Insgesamt verursachte das Hochwasserereignis Schäden in Höhe von rund 1,3 Milliarden Euro in Bayern (LfU 2013). Ein weiteres Extremereignis war der Orkan Kyrill im Januar 2007. Mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 202 km/h (Wendelstein) richtete er vor allem im Südosten Bayerns große Schäden an.



© 2015 Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risks Research, NatCatSERVICE – Stand März 2015

Abbildung 20
Entwicklung der Anzahl an wetterbedingten Schadenereignissen im Zeitraum 1970 bis 2014 in Deutschland (Quelle: Munich Re, NatCat-Service)

KLIMAAANPASSUNG IM KATASTROPHENSCHUTZ



„Der Klimawandel ist bereits Realität und er wird sich auch in Bayern weiterhin auswirken. Im Rahmen eines angemessenen Risikomanagements sollten wir uns an unvermeidbare Folgen anpassen und mit präventiven Maßnahmen tätig werden.“

Prof. Dr. Dr. Peter Höppe,
Leiter Geo Risiko Forschung / Corporate Climate Centre Munich Re

Katastrophenschutz ist eine staatliche Aufgabe in der Zuständigkeit der Länder. In Bayern wird sie von den Katastrophenschutzbehörden wahrgenommen. Katastrophenschutzbehörden sind die Kreisverwaltungsbehörden, also Landratsämter und kreisfreie Städte, die Regierungen sowie das Bayerische Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr. Die Katastrophenschutzbehörden arbeiten mit den im Katastrophenschutz mitwirkenden Einsatzorganisationen und den im Einzelfall betroffenen Behörden, Organisationen und sonstigen Stellen zusammen. Kern dieser Aufgabe ist es, Katastrophen abzuwehren und die dafür notwendigen Vorbereitungsmaßnahmen zu treffen.

Die Berücksichtigung von sich verändernden Rahmenbedingungen – wie den klimatischen Verhältnissen mit unter Umständen häufiger auftretenden extremen Naturereignissen – sowie von neuen Erfahrungswerten ist den im Katastrophenschutz verantwortlichen Behörden

und Stellen ein ständiges und wichtiges Anliegen. Als Anpassungsmaßnahme wurden bayernweit sogenannte Hilfeleistungskontingente aufgestellt, um bei großflächigen Naturkatastrophen die erforderliche überregionale Katastrophenhilfe zu gewährleisten. Diese haben sich bei der Hochwasserkatastrophe 2013 bereits sehr gut bewährt und ermöglichten eine zügige, effektive und strukturierte Hilfe.

Neben den Planungen und Überlegungen der Katastrophenschutzbehörden werden auch von den fachlich zuständigen Ressorts entsprechende Maßnahmen ergriffen. Unter Federführung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz wurde das Internetportal „Naturgefahren“ eingerichtet, in dem Warn- und Informationsdienste fachübergreifend zusammengestellt sind⁴⁰. Zudem warnt seit Oktober 2015 die neue App „umweltinfo“ des StMUV bayernweit vor Naturgefahren⁴¹.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMI, Regierungen, Kreisverwaltungsbehörden (Landratsämter, kreisfreie Städte)
Einbeziehen weiterer Akteure	Feuerwehren, freiwillige Hilfsorganisationen, Technisches Hilfswerk, Polizei, ggf. Bundeswehr
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz und Georisiken, Gesundheit, Städtebau/Bauleitplanung, Raumordnung, Bauwesen, Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie und Gewerbe, Tourismus, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Gemäß Artikel 1 Absatz 1 Bayerisches Katastrophenschutzgesetz (BayKSG⁴²) haben die Katastrophenschutzbehörden die Aufgabe, Katastrophen abzuwehren und die dafür notwendigen Vorbereitungsmaßnahmen zu treffen.

Vor dem Hintergrund der sich ändernden klimatischen Verhältnisse und deren Folgen kommt dabei der Bewältigung und Abwehr von Naturkatastrophen besondere Bedeutung zu.

⁴⁰
www.naturgefahren.bayern.de/
am 16.03.2016

⁴¹
www.stmuv.bayern.de/service/mobil/
am 16.03.2016

⁴²
www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayKatSchutzG
am 16.03.2016

Maßnahmen im Bereich Katastrophenschutz

Tabelle 33
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Katastrophenschutz

Schwerpunkt: Katastrophenschutz (KS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
KS_01	Weiterentwicklung des umfassenden Naturgefahrenwarnsystems in Bayern www.naturgefahren.bayern.de	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, StMI, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayKSG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
KS_02	Fortentwicklung der Katastrophenschutz-Sonderplanungen zur Bewältigung von Naturkatastrophen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI
		Umsetzungsgrundlage	BayKSG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
KS_03	Durchführung von Schulungen zum Thema Hochwasserschutz und Deichverteidigung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, StMUV
		Umsetzungsgrundlage	BayKSG
		Querverweis	Wasserwirtschaft
KS_04	Weiterführen der Waldbrandfrüherkennung durch Luftbeobachtung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, StMELF
		Umsetzungsgrundlage	BayKSG, Wald und Forstwirtschaftliche Regelungen
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
KS_05	Beschaffen und Vorhalten benötigter Spezialeinsatzmittel im Katastrophenschutz	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI
		Umsetzungsgrundlage	BayKSG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
KS_06	Systematische Ereignisanalyse im Nachgang von wetterbedingten Extremereignissen in enger Kooperation von Staat und Versicherungsgesellschaften	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	alle Ressorts, Versicherungsgesellschaften
		Umsetzungsgrundlage	u.a. BayKSG
		Querverweis	alle Handlungsfelder

Schwerpunkt: Katastrophenschutz (KS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
KS_07	Vorbereitung kritischer Infrastrukturen auf Extremereignisse durch die jeweiligen staatlichen, kommunalen sowie privatwirtschaftlichen Träger	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	alle Ressorts, Kommunen, private Träger
		Umsetzungsgrundlage	ressortspezifische Fachgesetze bzw. Regelungen
		Querverweis	alle Handlungsfelder
KS_08	Fortentwicklung der Einsatzplanung und der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit im Katastrophenschutz, auch vor dem Hintergrund zunehmender und in ihrer Intensität verstärkter extremer Naturgefahren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	kurz-, mittel- und langfristig (< 3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI
		Umsetzungsgrundlage	BayKSG
		Querverweis	alle Handlungsfelder

Raumordnung

KLIMAAUSWIRKUNGEN

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Landes- und
Regionalplanung



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE RAUMORDNUNG

(Landes- und Regionalplanung)



Überschwemmungsbereiche
der Mangfall im Kolbermoor
im Juni 2013

Die Raumordnung hat die Aufgabe, verschiedene Nutzungsansprüche im Raum zu koordinieren. Vor dem Hintergrund des Klimawandels besteht die größte Herausforderung darin, die Interessen der klimasensitiven Handlungsfelder gegeneinander abzuwägen. Hinzu kommen sozio-ökonomische Faktoren, wie der demographische Wandel, die es in Ausgleich zu bringen gilt.

Raumordnerisch besonders relevante Wirkfolgen des Klimawandels in Bayern sind unter anderem häufigere Hitzeperioden, häufigere Starkniederschlagsereignisse und Sturzfluten, Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Flusshochwassern, steigende Gefahr von

gravitativen Massenbewegungen, zunehmende Schwankungen des Grundwasserspiegels sowie häufigere Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und Personen.

KLIMAAANPASSUNG IN DER RAUMORDNUNG

(Landes- und Regionalplanung)



„Eine wesentliche Rolle für die Klimaanpassung spielen die Regionalen Grünzüge. Sie schaffen Erholungsräume, gleichen Temperaturunterschiede aus und versorgen uns mit Frischluft.“

Christian Breu,
Geschäftsführer Regionaler Planungsverband München (RPV)

Mit dem Bayerischen Landesplanungsgesetz (BayLplG⁴³) vom 25. Juni 2012 wird der Grundsatz verfolgt, den räumlichen Erfordernissen Rechnung zu tragen, „sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen“. Mittels formeller und informeller Instrumente kann die Raumordnung in Kooperation mit kommunalen Planungsträgern einen entscheidenden Beitrag zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in vielen Handlungsfeldern auf regionaler Ebene leisten und gilt als Querschnittssektor der Bayerischen Anpassungsstrategie.

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Raumordnung“ beim Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (StMFLH). Ein Landesplanungsbeirat steht fachlich unterstützend zur Seite. Durch ihren räumlichen Bezug kann die Raumordnung auf raumbedeutsame Maßnahmen einwirken. Vor diesem Hintergrund ergeben sich Handlungsmöglichkeiten der Raumordnung und Landesplanung für Anpassungsmaßnahmen vor allem in den Bereichen Wasserwirtschaft, Natur und Landschaft, Gesundheit, Städtebau, Verkehr und Energie.

Wichtigste räumliche Planungsinstrumente sind das Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) sowie die Regionalpläne der 18 bayerischen Planungsregionen. Deren Vorgaben werden von der Bauleitplanung vor Ort umgesetzt (Abbildung 21). Beispielsweise können von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten und Regionalen Grünzügen klimarelevante Freiflächen von Bebauung freigehalten werden. Auf der nicht normativen Ebene bilden regionale Entwicklungs-, regionale Energie- oder Klimaschutzkonzepte eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung von regionalplanerischen Festlegungen und deren Verwirklichung mit konkreten Maßnahmen.

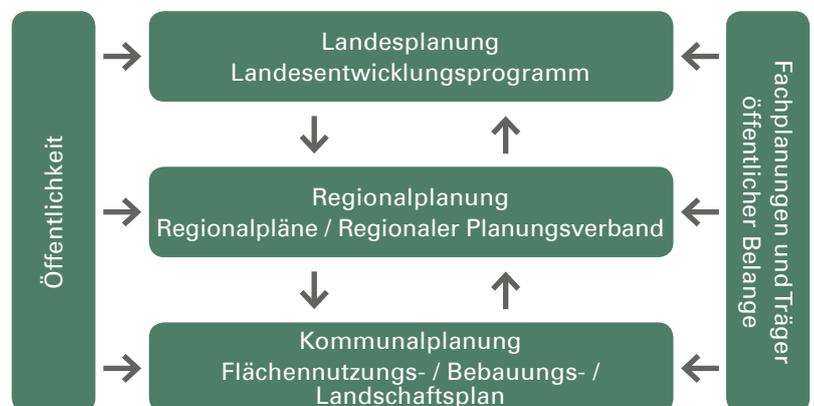


Abbildung 21
Organisation und Ablauf der bayerischen Landesplanung und Zusammenwirken mit der Bauleitplanung (geändert nach BMVBS/BBR 2006)

Verantwortlichkeit	Ressort des StMFLH unter Beteiligung der fachlich betroffenen Ressorts, 18 Regionale Planungsverbände, Landkreise, Kommunen
Einbeziehen weiterer Akteure	Landesplanungsbeirat, Träger öffentlicher Belange, Verbände, Öffentlichkeit
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Bodenschutz und Georisiken, Städtebau/Bauleitplanung, Straßenbau und Verkehr, Industrie und Gewerbe, Tourismus, Energiewirtschaft

Handlungsziele

Ziel im Handlungsfeld Raumordnung ist die Koordinierung der Raumnutzungen auf Landes- und Regionalebene unter Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels. Darüber hinaus sollen ihre formellen und informellen Instrumente

verstärkt zur Umsetzung überörtlich raumbedeutsamer Handlungsziele eingesetzt werden.

Maßnahmen im Bereich Landes- und Regionalplanung

Tabelle 34
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Landes- und Regionalplanung

Schwerpunkt: Landes- und Regionalplanung (LR)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
LR_01	Überprüfung der Ziele und Grundsätze des Landesentwicklungsprogramms und der Regionalpläne unter dem Aspekt der Anpassung an den Klimawandel und zur Berücksichtigung der Dynamik von Natur und Landschaft	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, Regionale Planungsverbände (RPV)
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, Regionalpläne, LEP
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_02	Möglichkeiten zur Flexibilisierung der Planungsziele in der Raumordnung mittels Ausnahmen von Zielen, Zielabweichungsverfahren und Teilfortschreibung von Raumordnungsplänen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, RPV
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, LEP
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_03	Unterstützung der Umsetzung der verschiedenen Anpassungsstrategien, ggf. durch nachrichtliche Darstellungen in den Raumordnungsplänen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, RPV
		Umsetzungsgrundlage	LEP, Regionalpläne
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_04	Darstellung von gebietsscharfen Festlegungen in Regionalplänen z. B. durch Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Wasserversorgung; regionale Grünzüge sowie landschaftliche Vorbehaltsgebiete	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, RPV
		Umsetzungsgrundlage	LEP, Regionalpläne
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_05	Darstellung und Weiterentwicklung von regionalen Grünzügen in den Regionalplänen zur Freiraumsicherung, Verbesserung des Bioklimas und der Erholung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, RPV
		Umsetzungsgrundlage	LEP, Regionalpläne
		Querverweis	Wasser-, Land-, Forstwirtschaft, Naturschutz, Städtebau, Bauwesen

Schwerpunkt: Landes- und Regionalplanung (LR)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
LR_06	Aktive Nutzung der Instrumente der Landschaftsplanung zur umwelt- und klimabezogenen Optimierung in der Regionalplanung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, RPV
		Umsetzungsgrundlage	Regionalpläne
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_07	Kooperation und Abstimmung mit Fachbehörden und Verbänden bei der Regionalentwicklung und Aufstellung von Konzepten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMFLH, RPV, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_08	Förderung von Modellprojekten zur Berücksichtigung und Integration des Klimawandels in Landes- und Regionalplanung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMFLH, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	ROG, BayLplG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_09	Bildung regionaler Netze (Regional Governance) zur Förderung der Akzeptanz und Minderung des Konfliktpotenzials bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMFLH, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	ROG, BayLplG
		Querverweis	alle Handlungsfelder
LR_10	Weiterentwicklung der Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung vor dem Hintergrund des Klimawandels	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund
		Umsetzungsgrundlage	ROG
		Querverweis	alle Handlungsfelder

Städtebau Bauleitplanung

KLIMAAUSWIRKUNGEN

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich städtebauliche Entwicklung
Maßnahmen im Bereich Grün- und Freiflächen



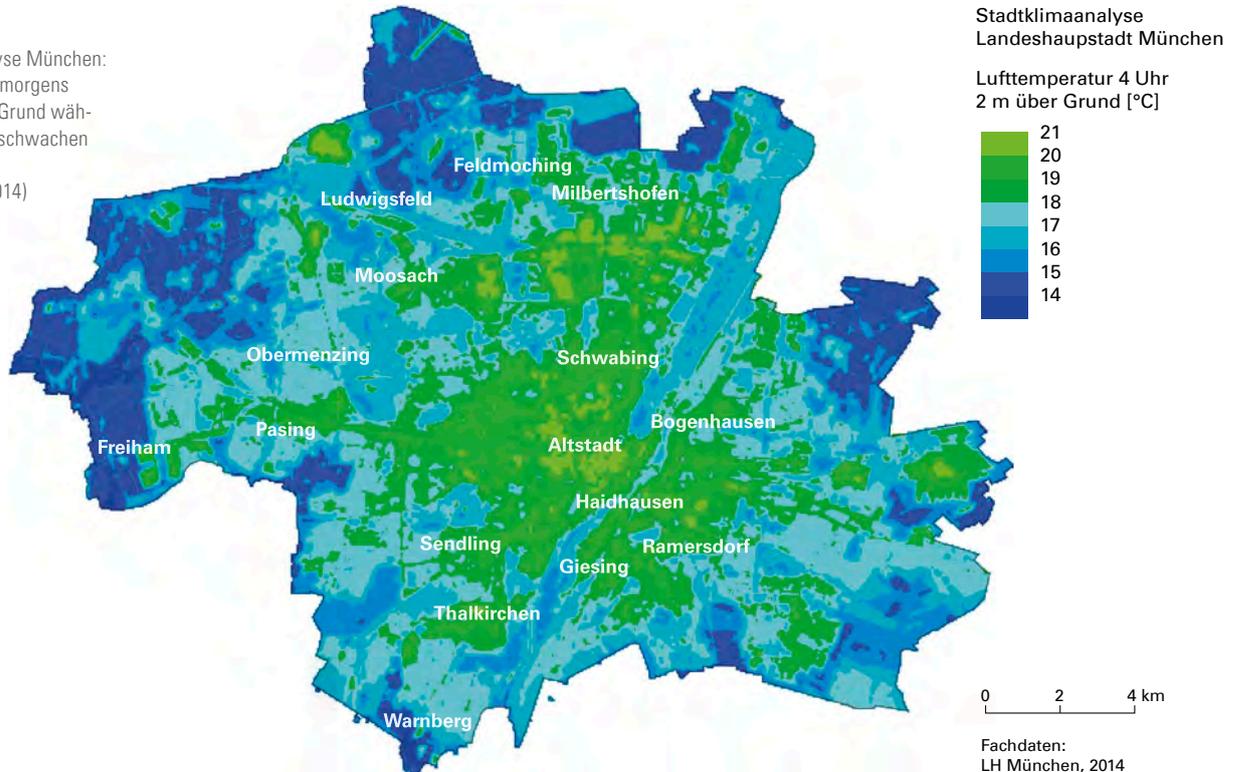
KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF STÄDTEBAU/BAULEITPLANUNG

Städte sind aufgrund der hohen Dichte ihrer Bebauung und Bevölkerung, der starken Versiegelung und der Intensität der wirtschaftlichen Tätigkeit besonders sensitiv gegenüber Klimaänderungen. Eine wichtige Rolle spielen hierbei Auswirkungen durch Wärmebelastung, Starkniederschlag, Sturm, Hagel oder Gewitter. Als besondere Herausforderung gilt in diesem Zusammenhang der urbane Wärmeinseleffekt. In Abhängigkeit der baulichen Dichte, dem Grünflächenanteil, der Oberflächenstrukturen oder der Luftschadstoffe und anthropogenen Wärmequellen liegen die Temperaturen im Innenstadtbereich meist höher als im Vergleich zum Stadtrandbereich beziehungsweise Umland. Vor allem in Sommernächten macht sich der Wärmeinseleffekt, wie am Beispiel der Stadt München gezeigt wird, bemerkbar (Abbildung 22). Die höchsten Temperaturen weisen die Gebiete der Münchner Innenstadt, Gewerbeflächen sowie große, mehrgeschossige Baukomplexe auf. Landwirtschaftlich genutzte

Flächen am Stadtrand oder großflächige Grün-, Wald- und Wasserflächen zeigen deutlich niedrigere Temperaturen (LH München 2014).

Im Zuge des Klimawandels wird eine zunehmende Häufigkeit von Hitzestress, sowohl am Tag als auch in der Nacht, beobachtet. Damit einhergehend steigt der Kühlbedarf von Gebäuden und Freiräumen in den Sommermonaten an, während der Heizbedarf im Winter zurückgeht → **Energiewirtschaft**. Zukünftig wird eine weitere Zunahme der Temperatur erwartet. Infolgedessen ist mit einer Verstärkung des Wärmeinseleffekts, einem häufigeren Auftreten von Inversionswetterlagen und einer Zunahme der Ozonbelastung zu rechnen. Auch mit der Zunahme sommerlicher Hochdrucklagen verstärken sich wärme- und lufthygienische Belastungen im Siedlungsbereich. Die Folgen können vor allem negative Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen sein → **Gesundheit**, → **Tourismus**.

Abbildung 22
Stadtklimaanalyse München:
Lufttemperatur morgens
4 Uhr, 2 m über Grund wäh-
rend einer windschwachen
Sommernacht
(LH München 2014)



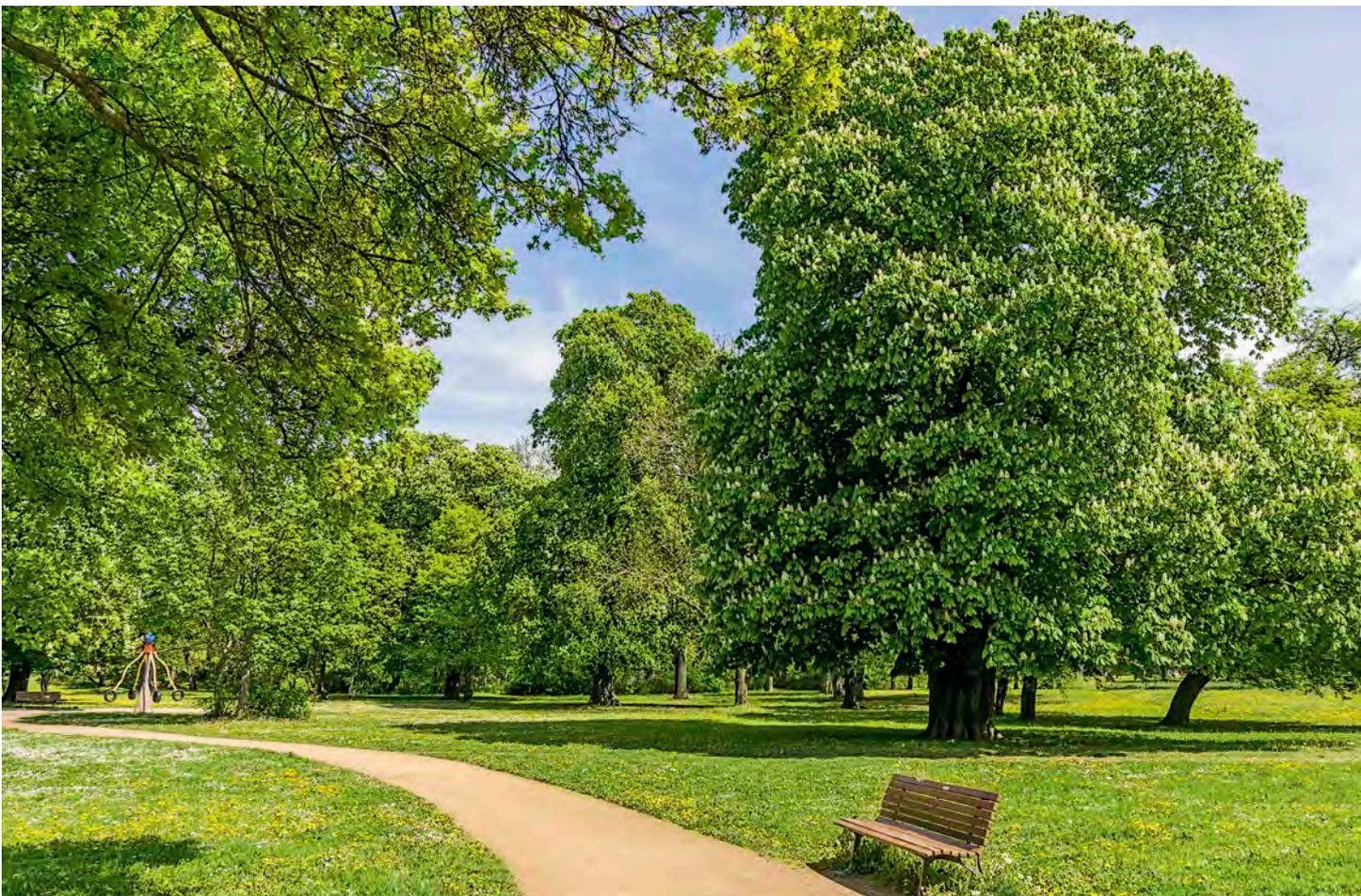
Die bereits beobachtete Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen führt zu einer Zunahme von Hochwasserereignissen und Überschwemmungen sowie Beeinträchtigungen durch wild abfließendes Wasser in Siedlungsbereichen (sogenannte urbane Sturzfluten), vor allem auf stark versiegelten Flächen. Andererseits können vermehrt Überstauereignisse in den Kanalnetzen auftreten → **Wasserwirtschaft**. Beides kann Menschen gefährden, soziale Notlagen hervorrufen und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur bewirken → **Gesundheit**, → **Bauwesen**, → **Verkehr**.

Auch Stürme, Hagel oder Eis verursachen oftmals hohe Schadenssummen, Einschränkungen des Verkehrsflusses und Schäden an Ver- und Entsorgungseinrichtungen. Neben dem Städtebau selbst wird an das Versicherungswesen eine besondere Herausforderung gestellt → **Finanzwirtschaft**. Zudem beeinflussen örtliche Klimarisiken das Ansiedlungsverhalten

von Bevölkerung und Industrie und Gewerbe → **Industrie und Gewerbe**).

Dem gegenüber lässt der zu erwartende Rückgang der Niederschläge im Sommerhalbjahr sowie die zu erwartende Zunahme der potenziellen Verdunstung eine Destabilisierung des städtischen Bodenwasserhaushaltes und teilweise niedrigere Grundwasserstände im Siedlungsbereich erwarten → **Wasserwirtschaft**. Hinzu kommen veränderte Standortbedingungen für die städtische Vegetation durch die Zunahme der Häufigkeit und Länge von Trockenperioden bei gleichzeitig erhöhtem Wasserbedarf im Sommerhalbjahr sowie durch den vorverlagerten Beginn der Vegetationsperiode → **Naturschutz**.

Begrünte und schattige Flächen mindern die sommerliche Hitzebelastung in Städten.



KLIMAAANPASSUNG IM STÄDTEBAU/BAULEITPLANUNG



„Die Entwicklung eines zusammenhängenden Netzes von multifunktionalen städtischen Grünflächen und Freiräumen als grüne Infrastruktur der Stadt ist eine entscheidende Zukunftsaufgabe für die klimaangepasste Stadtentwicklung.“

Prof. Dr. Stephan Pauleit, Technische Universität München, Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung

Aufbauend auf regionalplanerischen Vorgaben zur Entwicklung der Siedlungsstruktur und stadtreionaler Freiräume, kommt den Kommunen als Träger der kommunalen Planungshoheit eine große Verantwortung bei der Entwicklung der städtebaulichen Strukturen zu. Ihr sektorübergreifender Verwaltungsaufbau ermöglicht es, im Rahmen der Wahrnehmung städtebaulicher Aufgaben Konzepte im Sinne der Nachhaltigkeit zu entwickeln und umzusetzen, der Belastungs- und Gefährdungssituation Rechnung zu tragen und auf eine Verringerung der Vulnerabilität von Infrastruktur und Bevölkerung hinzuarbeiten. Die Umsetzung einer klimawandelgerechten Siedlungsentwicklung erfordert darüber hinaus aber auch privates Handeln. So stehen Flächen- und Hauseigentümer in besonderer Verantwortung für die Erhaltung privaten Grüns wie Gärten oder in Innenhöfen als ein wichtiger Baustein städtischer Freiraumsysteme.

In Bayern dienen formelle und informelle Instrumente wie Bauleitplanung, Stadtentwicklungskonzepte und Energienutzungsplan den Kommunen als wichtige Planungs- und Steuerungsinstrumente. Für die Flächennutzungs- und Bebauungspläne sowie städtebauliche Verträge ist dabei das Baugesetzbuch (BauGB⁴⁴) maßgebend. Nach § 1 Abs. 5 BauGB sollen die Bauleitpläne dazu beitragen, „eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern“. Die Anpassung an den Klimawandel ist eine städtebauliche Aufgabe. Auch das Bayerische Landesplanungsgesetz (BayLplG) bildet einen gesetzlichen Rahmen für die Integration von Klimaanpassung in der Stadtentwicklung.

Im Energiebereich sind Energienutzungspläne eine wichtige Hilfestellung. Als ein informelles räumliches Planungsinstrument für eine/n oder mehrere Gemeinden/Landkreise stellt er die zukünftige energetische Entwicklung im Untersuchungsgebiet unter Einbeziehung des Bestandes systematisch dar. Er koordiniert die derzeitigen und zukünftigen Energieverbräuche und Siedlungsstrukturen, die regionalen Energieressourcen sowie potenzielle Energieprojekte in Form eines übergeordneten Gesamtkonzepts. Er bildet somit die Basis, um Energieeinsparung, Energieeffizienz und die Umstellung auf regenerative Energieträger aufeinander abzustimmen. Im Rahmen des Gesamtkonzepts sind Maßnahmenvorschläge zur Energieeinsparung, Effizienzsteigerung, den Ausbau erneuerbarer Energien sowie KWK-Lösungen zu erstellen.

Beispielsweise nahmen die Städte Nürnberg und Regensburg am Forschungsprojekt des Experimentellen Wohnungs- und Städtebaus im Forschungsfeld „Urbane Strategien zum Klimawandel – Kommunale Strategien und Potenziale“ (KlimaExWoSt) teil. Zentraler Forschungsauftrag des Projektes war, Handlungskonzepte, Strategien und Maßnahmen zur kommunalen Anpassung an den Klimawandel zu entwickeln (BMVBS 2013). Alle Maßnahmen, Verfahren und Instrumente sind der Onlinedatenbank des Stadtklimalotsen⁴⁵ zugeordnet und können von den lokalen Akteuren (Kommunalpolitik, Verwaltung, Unternehmen, Bürger etc.) individuell über Betroffenheitsanalysen abgerufen werden.

Bei der Anpassung von Stadt- und Ortsquartieren sowie von Ortskernen im ländlichen Raum an die Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger sind Klimaschutz und Klimawandel zu wichtigen Handlungsfeldern städtebaulicher Erneuerungsmaßnahmen im Rahmen der Städtebauförde-

⁴⁴
www.gesetze-im-internet.de/
bbaug/ am 16.03.2016

⁴⁵
www.stadtklimalotse.net/
am 16.03.2016

nung in Bayern geworden. Von großer Bedeutung für eine erfolgreiche energetische Stadterneuerung ist, dass bereits auf Quartiersebene Lösungsmöglichkeiten für Themen wie Energieeinsparung, Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien aufgezeigt werden. Nachdem das größte Einsparpotenzial beim Gebäudebestand liegt, sind die Belange der Ökologie, darunter auch Energieeffizienz und Klimaschutz, übergreifende Handlungsfelder in den bayerischen Städtebauförderrichtlinien und Querschnittsaufgaben in allen Städtebauförderungsprogrammen in Bayern.

Mit der Dorferneuerungsrichtlinie zum Vollzug des Bayerischen Dorferneuerungsprogramms (DorfR) verfügt Bayern zudem über ein wichtiges Instrument zur Förderung der nachhaltigen Verbesserung der Lebens-, Wohn-, Arbeits- und Umweltverhältnisse ländlicher Kommunen (StMELF 2015b).

In Bayern liegt die Planungshoheit und damit verbundene Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Städtebau/Bauleitplanung“ bei den Städten und Gemeinden. Die Aufgaben des Landes (StMI unter Beteiligung des StMWi, StMELF und StMUV) umfassen dabei im Wesentlichen Aufsicht, Beratung, Information und Fördermaßnahmen. Landkreis-, Städte- und Gemeindetag vertreten die Interessen der Kommunen als Träger der Planungshoheit.

Synergien ergeben sich insbesondere zu den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Naturschutz, Menschliche Gesundheit, Raumordnung und Energiewirtschaft. Konfliktpotenziale bestehen teilweise zu den Handlungsfeldern Verkehr, Bauwesen sowie Industrie und Gewerbe.

Verantwortlichkeit	Städte, Gemeinden, Ressort des StMI unter Beteiligung der Ressorts des StMWi, StMELF und StMUV
Einbeziehen weiterer Akteure	Landkreistag, Städtetag, Gemeindetag, regionale Energieagenturen, Bürger
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Georisiken, Gesundheit, Raumordnung, Bauwesen, Verkehr, Tourismus, Industrie und Gewerbe, Energiewirtschaft

Handlungsziele

Vorrangiges Ziel ist die Erhaltung gesunder Lebens-, Wohn-, Arbeits- und Umweltverhältnisse angesichts der erwarteten Klimawandelfolgen im Siedlungsbereich. Dies soll besonders im Rahmen einer nachhaltigen, klimaschonenden und ökologischen Siedlungsentwicklung erreicht werden. Durch die Ermittlung und Kennzeichnung von Flächen, die durch Extremereignisse betroffen sein können, wird die Eigenvorsorge der Grundstückseigentümer unterstützt.

Maßnahmen im Bereich städtebauliche Entwicklung

Tabelle 35

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Städtebau (Städtebauliche Entwicklung)

Schwerpunkt: Städtebauliche Entwicklung (SE)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
SE_01	Forcierung und fachliche Unterstützung nachhaltiger, klimaschonender, ökologisch verträglicher und damit zukunftsorientierter Siedlungskonzepte z. B. Flächenmanagement, kompakte Siedlungseinheiten, rationelle Energienutzung, nachhaltige Flächenkonversion, integrierte Planung, Meidung von Gefährdungsbereichen, Verkehrsberuhigung in Wohngebieten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen, StMI
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Städtebauförderungsrichtlinie
		Querverweis	Naturschutz, Raumordnung, Bauwesen, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Energiewirtschaft,
SE_02	Entwicklung und Abstimmung von energieoptimierten Konzepten für die Siedlungsentwicklung z. B. Passiv-/ Niedrigenergiehäuser als Standard für Neubaugebiete, Einfluss der Bebauung auf das lokale Kleinklima	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, StMI
		Umsetzungsgrundlage	BauGB
		Querverweis	Raumordnung, Bauwesen, Energiewirtschaft
SE_03	Konsequenter Verzicht der Ausweisung neuer Baugebiete in Überschwemmungsgebieten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Raumordnung, Bauwesen, Industrie und Gewerbe
SE_04	Berücksichtigung des Klimawandels, insbesondere der zu erwartenden Zunahme von Extremereignissen, in der Bauleitplanung und bei der Planung (z. B. Berücksichtigung von Kaltluft- und Frischluftschneisen, Bewahrung unversiegelter Flächen zur Reduzierung von Überwärmung, Entwässerungskonzepte), Gestaltung und Umsetzung der städtebaulichen Erneuerung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Regional- und Landschaftsplanung
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Gesundheit, Raumordnung, Bauwesen, Verkehr
SE_05	Umsetzung nachhaltiger Konzepte und Maßnahmen in den Gebieten der städtebaulichen Erneuerung z. B. nachhaltige Verdichtung, Entsiegelung, Freiflächenkonzepte, Berücksichtigung wechselseitiger Einflüsse der Bebauung auf umgebendes Klima	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Landschaftsplanung, Städtebauförderungsrichtlinie
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Gesundheit, Raumordnung, Bauwesen, Verkehr
SE_06	Erstellung regionaler Studien zur Erfassung der Folgen und Auswirkungen des Klimawandels auf die Siedlungsstrukturen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Gesundheit, Raumordnung, Bauwesen, Verkehr

Schwerpunkt: Städtebauliche Entwicklung (SE)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
SE_07	Berücksichtigung der Klimaanpassung in den Darstellungen und Festsetzungen der Flächennutzungs- und Bebauungspläne sowie in den Vorgaben der Pläne und Programme der städtebaulichen Erneuerung z. B. Aufnahme in den Umweltbericht der Bauleitpläne	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Bauleitplanung
		Querverweis	Raumordnung, Bauwesen
SE_08	Entwicklung langfristiger Stadt-, Dorferneuerungs- und Gemeindeentwicklungskonzepte sowie Konzepte der Integrierten Ländlichen Entwicklung zur Reduzierung von Schadenswerten in Risikogebieten z. B. Unterstützung von Rückbau, Aufzeigen von Absiedlungspotenzial, ggf. Anbieten von Ersatzflächen und Minimierung der Versiegelung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Dorferneuerung, Städtebauförderungsrichtlinie
		Querverweis	Landwirtschaft, Raumordnung, Bauwesen
SE_09	Berücksichtigung von Interessen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung bei der Ausgestaltung von Finanzierungsinstrumenten z. B. durch Förderprogramme, Steuern, Abgaben und Gebühren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	Städtebauförderungsrichtlinie
		Querverweis	Finanzwirtschaft
SE_10	Förderung von Modellprojekten zur Berücksichtigung und Integration des Klimawandels in der Bauleitplanung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BauGB
		Querverweis	alle Handlungsfelder

Maßnahmen im Bereich Grün- und Freiflächen

Tabelle 36

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Städtebau (Grün- und Freiflächen)

Schwerpunkt: Grün- und Freiflächen (GF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
GF_01	Neuanlage, Erhalt und Entwicklung von Grün- und Wasserflächen im Innen- und Außenbereich von Siedlungsflächen zur Verbesserung der thermischen und luft-hygienischen Belastungssituation	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Bauleit-, Landschaftsplanung
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Gesundheit, Raumordnung
GF_02	Erhalt und Verbesserung von Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten sowie von innerstädtischen Kalt- und Frischluftleitbahnen zur Verringerung der thermischen und luft-hygienischen Belastung im verdichteten Siedlungsraum	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Bauleit-, Landschaftsplanung
		Querverweis	Naturschutz, Gesundheit, Raumordnung, Bauwesen

Schwerpunkt: Grün- und Freiflächen (GF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
GF_03	Berücksichtigung des Einflusses der Bebauung sowie der klimarelevanten Funktionen von Natur und Freiräumen auf die Frisch- und Kaltluftversorgung in Siedlungsgebieten (z. B. Straßenbegleitbäume, Wald-, Gewässerflächen)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, BayNatSchG, Eingriffsregelungen
		Querverweis	Naturschutz, Wald und Forstwirtschaft, Bauwesen
GF_04	Erhalt der ökologischen Ausgleichsfunktion unversiegelter Flächen und Reduzierung des Flächenverbrauchs, um Flexibilität für Anpassungsmaßnahmen gewährleisten zu können	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	kurzfristig (bis 3 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Bauleit-, Landschaftsplanung, Besonderes Städtebaurecht
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Raumordnung
GF_05	Erhalt zusammenhängender Flächen entlang von Gewässern zum Biotopverbund, zur Hochwasservorsorge und zur Sicherung von Wasserressourcen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Bauleit-, Landschaftsplanung
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Raumordnung
GF_06	Entwicklung von Konzepten zur Freiraumentwicklung und Integration dieser Konzepte in Bauleitpläne und Konzepte der städtebaulichen Entwicklung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Städtebauförderungsrichtlinie
		Querverweis	Raumordnung
GF_07	Vorhalten von Flächen zur Umsetzung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen von kommunalen Flächenpools	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Raumordnung, Verkehr, Industrie und Gewerbe
GF_08	Förderung der Regenwasserbewirtschaftung zur Verminderung der Überlastung und Überflutung der Kanalisation	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG, BauGB
		Querverweis	Wasserwirtschaft
GF_09	Rückhalte- und Ableitungsmöglichkeiten für Oberflächenwasser zur Reduzierung des Überschwemmungsrisikos schaffen und in der Ortsplanung dauerhaft freihalten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Bauleit-, Landschaftsplanung
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Raumordnung
GF_10	Privates Engagement im Stadtquartier fördern z. B. durch Errichtung von urbanen Gärten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, Kommune, Bürger
		Umsetzungsgrundlage	Besonderes Städtebaurecht, Städtebauförderungsrichtlinie
		Querverweis	Landwirtschaft, Naturschutz, Bauwesen, Verkehr

Schwerpunkt: Grün- und Freiflächen (GF)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
GF_11	Private Frei- und Grünflächen wie Kleingärten und Höfe als wichtige Bestandteile gesamtstädtischer Freiraumsysteme erhalten und weiterentwickeln	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Bürger
		Umsetzungsgrundlage	Besonderes Städtebaurecht, Städtebauförderungsrichtlinie
	Querverweis	Landwirtschaft, Naturschutz, Bauwesen, Verkehr	
GF_12	Umsetzung von multifunktionalen Flächenkonzepten z. B. Nachnutzungen auf Brachflächen oder Nutzung von Parkflächen als Retentionsraum bei Hochwasser	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BayLplG, BauGB, Bauleitplanung, Besonderes Städtebaurecht, Städtebauförderungsrichtlinie
	Querverweis	Raumordnung, Bauwesen, Verkehr	
GF_13	Berücksichtigung des Klimawandels bei Anlage und Entwicklung von Grünflächen durch klimaangepasste Pflanzen- und Baumartenwahl sowie Grünflächenpflege und Sortimentempfehlungen für Stadtbaumartenwahl	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen, Bürger
		Umsetzungsgrundlage	Bauleit-, Landschaftsplanung, Straßenbaumliste der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz (GALK)
	Querverweis	Naturschutz	
GF_14	Errichtung und Entwicklung kühlender Gestaltungselemente z. B. Sonnensegel, Markisen, Arkaden oder Bäume im städtischen Freiraumnetz (Haltestellen, Einkaufsstraßen etc.)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Städtebauförderungsrichtlinie
	Querverweis	Gesundheit, Raumordnung	
GF_15	Verbesserung der Fuß- und Radwegeverbindungen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BauGB
	Querverweis	Raumordnung, Verkehr, Tourismus	
GF_16	Errichtung von Grabensystemen in vernässungsgefährdeten Siedlungsbereichen zur Förderung der Entwässerung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BayWG
	Querverweis	Wasserwirtschaft, Bauwesen	
GF_17	Pflanzung, Erhaltung und Entwicklung von Bäumen im Straßenraum und auf Parkplätzen; Straßenbegleitgrün zur Verbesserung von Kühlungs- und Luftfilterfunktionen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMI, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	BauGB, Bauleit-, Landschaftsplanung, Besonderes Städtebaurecht
	Querverweis	Naturschutz, Gesundheit, Straßenbau und Verkehr	

Bauwesen

KLIMAAUSWIRKUNGEN

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Gebäudeplanung
und Bautechnik





KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DAS BAUWESEN

Die Klimasensitivität von Gebäuden ergibt sich zum einen durch äußerliche Einflüsse wie Stürme oder Blitze sowie das Gebäudeinnenklima, dem die darin lebenden und arbeitenden Menschen ausgesetzt sind. Mit einer Zunahme der Intensität und Häufigkeit von Wetterextremereignissen nehmen die Gefahr von Schäden an Gebäuden sowie Komfortprobleme in Gebäuden zu.

So können erhöhte Wind- und Schneelasten, Stürme, Hagel oder Blitze die Standsicherheit, Dachstabilität oder die Gebäudehülle beeinträchtigen. Auch dauerhaft niedrige Grundwasserstände gefährden die Standfestigkeit von Gebäuden, wenn wasserführende setzungsempfindliche Schichten trocken fallen. Mit der Zunahme des Oberflächenwassers wird zudem die Beschaffenheit des Bodens beeinflusst und die Baugrundverhältnisse verändert. Rückstauendes Grundwasser kann zu Schäden an und in unterirdischen Gebäudeteilen wie Kellern oder Parkhäusern führen, vor allem da, wo Gebäude in Senken gebaut wurden → **Finanzwirtschaft**.

Erhöhter Wärmeeintrag durch höhere Temperaturen im Sommer beeinträchtigt das Innenraumklima von Gebäuden. Dies gilt besonders für Gebäude, die aufgrund ihrer baukonstruktiven Ausgangsbedingungen, unzureichender Sanierung oder nachträglicher Nutzung der Dachgeschosse oder unzureichender Klimatisierung der Aufenthaltsräume, hohe Innenraumtemperaturen aufweisen. Verstärkt wird die Überwärmung durch einen hohen Versiegelungsgrad und einen geringen Grünflächenanteil. Eine erhöhte Vulnerabilität gegenüber Überwärmung weisen Gesundheits- und Bildungsinfrastrukturen (z. B. Seniorenheime, Krankenhäuser, Pflegeheime, Kindergärten, Schulen etc.) auf, die in Überwärmungsgebieten liegen und zugleich über eine ungünstige Bausubstanz verfügen → **Gesundheit**. Einem erhöhten Kühlbedarf im Sommer, steht ein zukünftig verminderter Heizbedarf im Winter gegenüber → **Energiewirtschaft**.

Tabelle 37
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Bauwesen“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Schäden an Gebäuden und Infrastruktur durch Flusshochwasser und Sturzfluten	mittel	mittel	hoch
Schäden an Gebäuden und Infrastruktur durch Starkwind	mittel	gering	mittel
Stadtklima und Luftqualität	mittel	mittel	hoch
Innenraumklima und Kühlung	mittel	mittel	hoch

Tabelle 37 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Bauwesen“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Bereits gegenwärtig und in naher Zukunft besteht ein hohes Gefährdungspotenzial für Schäden an Gebäuden sowie ein ungünstiges Stadtklima und Luftqualität. Die Vulnerabilität im Handlungsfeld „Bauwesen“ ist aufgrund der mittel- bis langfristigen Anpassungszeit sowie der starken Betroffenheit als mittel bis hoch einzuschätzen.

KLIMAANPASSUNG IM BAUWESEN



„Architekten können durch den Einsatz von regenerativen Materialien und durch ressourcenschonende und energieeffiziente Bauweise entscheidend zur Reduzierung der negativen Folgen des Klimawandels beitragen.“

Markus Julian Mayer, Architekt, Bund Deutscher Architekten BDA Bayern

Die Einflüsse und Auswirkungen auf die Konstruktion und die Nutzung von Bauwerken können derzeit noch nicht quantifiziert werden. Dennoch sind alle am Planungs- und Bauprozess Beteiligten aufgefordert, die Planung und Bautechnik differenziert nach Regionen, Standorten und Objekten an den Klimawandel anzupassen, soweit sich bereits konkrete Maßnahmen ableiten lassen. Gebäudebestand und künftig zu erstellende Gebäude an veränderte Anforderungen aufgrund des Klimawandels zu adaptieren, ist sowohl Aufgabe der öffentlichen wie auch privaten Bauherren.

Zentrale rechtliche Planungsinstrumente sind die Bayerische Bauordnung (BayBO) und das Energieeinsparrecht (EnEV, EEWärmeG). Über die verbindliche Bauleitplanung (BauGB) lassen sich zudem Art und Maß der Bebauung steuern.

Hauptakteure im Handlungsbereich Bauwesen sind die Gebäudeeigentümer sowie die

mit Bau- und Unterhaltungsaufgaben beauftragten Personen beziehungsweise Unternehmen. In Bayern liegen die Verantwortlichkeiten im Handlungsfeld „Bauwesen“ beim StMI und StMWi (Energieeffizienz), unter Beteiligung von StMELF und StMUV. Kommunale Spitzenverbände wie Landkreis-, Städte- und Gemeindetag können den Kommunen unterstützend und beratend zur Seite stehen sowie für die Umsetzung von Maßnahmen im eigenen Bereich verantwortlich sein. Auch können unter anderem regionale Energieagenturen, Architektur- und Planungsbüros sowie Gebäudeeigentümer als weitere Akteure hinzugezogen werden.

Insbesondere zu den Handlungsfeldern Gesundheit, Städtebau und Energiewirtschaft bestehen vielfältige intersektorale Beziehungen.

Verantwortlichkeit	Eigentümer, Büros, Ressorts des StMI, StMWi, StMELF und StMUV, Hochschulen, Norminstitutionen
Einbeziehen weiterer Akteure	Landkreistag, Städtetag, Gemeindetag, Kommunen, regionale Energieagenturen, Architektur-, Planungs- und Ingenieurbüros, private und gewerbliche Gebäudeeigentümer, Mietervereine, Verbände der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Georisiken, Gesundheit, Städtebau, Raumordnung, Verkehr, Industrie und Gewerbe, Energiewirtschaft, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Handlungsziel ist ein nachhaltiges, umweltverträgliches, energieeffizientes und an die Auswirkungen des Klimawandels angepasstes Planen und Bauen. Dies gelingt durch veränderte technische Anforderungen an Gebäude und

Bauteile sowie die Anpassung, den Erhalt und die energieeffiziente Sanierung der vorhandenen Bausubstanz.

Maßnahmen im Bereich Gebäudeplanung und Bautechnik

Tabelle 38

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Bauwesen (Gebäudeplanung und Bautechnik)

Schwerpunkt: Gebäudeplanung und Bautechnik (GB)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
GB_01	Anpassung der kommunalen Infrastruktur und Gebäude in Risikogebieten an Naturgefahren durch bauphysikalische und energietechnische Festlegungen hinsichtlich Gebäudeausstattung und -ausrichtung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Gesundheit, Städtebau, Raumordnung, Finanzwirtschaft
GB_02	Anpassen bestehender Gebäude und Auflagen für Neubauten hinsichtlich möglicher zukünftiger Extremereignisse v. a. bei Bauten in Hanglagen, in Erdfallgebieten, in Gebieten mit quellfähigen Böden, unter Grundwasser- und Hochwassereinfluss sowie in ehemaligen Bergbau- und Tagebaugebieten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Gesundheit, Städtebau, Raumordnung, Finanzwirtschaft
GB_03	Planung und Realisierung ressourcenschonender, hoch energieeffizienter Gebäude wie z. B. Passivhäuser, Plus-Energiehäuser	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Städtebau, Raumordnung
GB_04	Sommerlicher Wärmeschutz unter Berücksichtigung des Energiebedarfs durch Dämmung, Sonnenschutz, Nutzung passiver oder erneuerbarer Energien oder Abwärme betriebener Kühlmöglichkeiten, ggf. Einsatz solarer Kühlung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi, StMI (Bauleitplanung), Kommune, Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	EnEV
		Querverweis	Gesundheit, Industrie und Gewerbe, Energiewirtschaft
GB_05	Durchführen von Pilotprojekten der Bauverwaltung für Neu- und Bestandsbauten unter wissenschaftlicher Begleitung in öffentlichen Gebäuden des Freistaates Bayern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
GB_06	Berücksichtigung der Auswirkungen der Klimaveränderungen in der Architekten / Ingenieurausbildung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Hochschulen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	

Schwerpunkt: Gebäudeplanung und Bautechnik (GB)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
GB_07	Berücksichtigung der Auswirkungen der Klimaveränderungen bei der Gebäudeplanung und Bautechnik	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi, StMI, Kommune, Bauwirtschaft, Norminstitutionen
		Umsetzungsgrundlage	BayBO, EnEV
		Querverweis	
GB_08	Abschließen von Elementarschadensversicherungen zur Reduzierung der Schadensrisiken im nicht-öffentlichen Bereich	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Private und gewerbliche Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	Versicherungen
		Querverweis	Finanzwirtschaft
GB_09	Dach- und Fassadenbegrünung zur Verringerung des Wärmeeintrags in den Stadtkörper, zur Regenwasserspeicherung und zur Reduzierung von Abflussspitzen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Eigentümer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Gesundheit, Städtebau, Raumordnung

Straßenbau und Verkehr

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Straßen- und Schienenverkehr
Binnenschiffsverkehr

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Verkehrsinfrastruktur
Maßnahmen im Bereich Verkehrssicherheit



LLACER y NAVARRO
www.llacerynavarro.com

LLACER y NAVARRO
www.llacerynavarro.com

Jarama
www.jarama.es

KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF STRASSENBAU UND VERKEHR

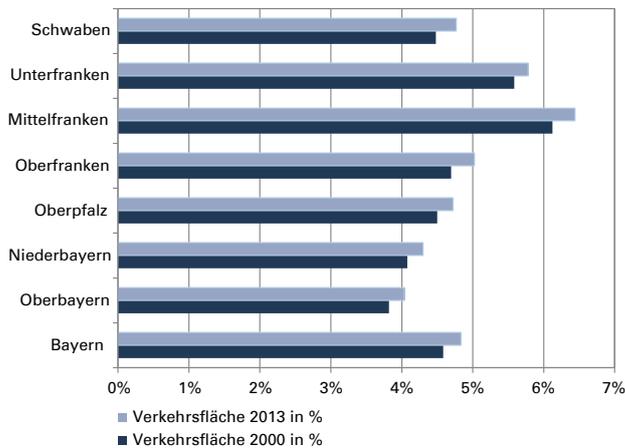


Abbildung 23
Anteil und Entwicklung der Verkehrsfläche in Bayern und in den Regierungsbezirken im Jahr 2000 und 2013 (Daten: Bayerisches Landesamt für Statistik)

Zur Verkehrsinfrastruktur in Bayern zählen neben dem Straßen- und Schienenverkehr die Wasserstraßen, welche ausführlich im Projekt KLIVAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt – Entwicklung von Anpassungsoptionen (2009 bis 2013) behandelt wurden⁴⁶. Der Luftverkehr ist aktuellen Studien zufolge nur bedingt von möglichen Klimaänderungen betroffen. Allerdings müssen Betriebsabläufe an Flughäfen und bei der Flugsicherung unter Umständen an häufigere Extremwittersituationen angepasst werden.

Im Zuge des Klimawandels sind für das Handlungsfeld „Straßenbau und Verkehr“ insbesondere Starkregenereignisse, Stürme, Frost, Hitze und sich ändernde Wasserstände der Gewässer von Bedeutung. Diese können erhebliche Schäden an der Verkehrsinfrastruktur verursachen.

Neben dem Klimawandel spielt auch die Entwicklung sozio-ökonomischer Faktoren eine wichtige Rolle. Unter der Annahme eines moderaten Wirtschaftswachstums ist davon auszugehen, dass die Verkehrsfläche und -belastung in Bayern, entsprechend den bisherigen Entwicklungen, weiter zunehmen wird (Abbildung 23). Dies gilt vor allem für das übergeordnete Wegenetz (Autobahnen, Fernzugverbindungen etc.). Im regionalen und lokalen Wegenetz (ÖPNV, Land-, Kreis-, Gemeindestraßen) kann dagegen eine geringere Belastung aufgrund des demographischen Wandels resultieren.

Tabelle 39 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Verkehr und Verkehrsinfrastruktur“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Insgesamt wird die Betroffenheit und Anpassungskapazität des Verkehrs und der Verkehrsinfrastruktur als mittel bis hoch eingestuft. Dadurch ergibt sich eine mittlere Vulnerabilität gegenüber klimatischen Veränderungen, die in städtischen Gebieten wegen der höheren Verkehrsdichte größer ist als im ländlichen Raum. In Bayern ist vor allem die Verkehrsinfrastruktur entlang der Flussgebiete von Überschwemmungen und Hochwasser gefährdet. Schnee und Eis spielen bei der Beeinträchtigung der Straßenverhältnisse hauptsächlich in den Alpen und den Mittelgebirgsregionen eine Rolle.

Tabelle 39
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Verkehr und Verkehrsinfrastruktur“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Hitze- und Frostschäden an Verkehrsinfrastruktur	gering	mittel	mittel
Überschwemmung und Unterspülung von Verkehrsinfrastruktur	mittel	mittel	hoch
Vereisung von Flugzeugen	gering	gering	mittel
Vereisung von Binnenwasserstraßen	gering	gering	mittel
Schiffbarkeit der Binnenwasserstraßen	gering	mittel	mittel

Straßen- und Schienenverkehr

Mit der Zunahme der Intensität und Häufigkeit von Starkregenereignissen nimmt die Gefahr von Überschwemmungen, Hochwasser und Erdbeben zu. Dies kann zu einem Schä-

den an Straßen und Verkehrsanlagen (Brücken, Tunnel) verursachen. Zum anderen können die Erreichbarkeit und die Nutzung der Infrastruktur beeinträchtigt werden → **Bauwesen**,

⁴⁶
www.kliwas.de
am 16.03.2016

→ **Industrie und Gewerbe.** Überschwemmungsgefährdete Flächen in Bayern sind vor allem die Flussgebiete entlang von Main und Donau.

Neben Starkregen bilden Stürme ein hohes Risikopotenzial für die Funktionsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur sowie der Verkehrssicherheit. Umstürzende Bäume oder Äste können Straßen und Schienen unpassierbar machen und Schäden an Verkehrsanlagen, Oberleitungen oder Fahrzeugen verursachen. Eine weitere Gefahr stellen Gewitter und Blitzeinschläge dar, die zu Ausfällen oder Schäden an Signalen und elektronischer Infrastruktur führen. Ausfälle oder häufige Verzögerungen im Verkehr bedingen letztendlich steigende Kosten und Einschränkungen der wirtschaftlichen und privaten Organisation. Ferner erfordern zukünftig häufiger auftretende und länger anhaltendere Hitzeperioden, vor allem im öffentlichen Personenverkehr, eine Anpassung von Technikkomponenten zum Beispiel im Bereich der Frischluftzufuhr und Kühlung an diese neuen Lastfälle → **Industrie und Gewerbe**, → **Finanzwirtschaft**.

Temperaturbedingte Gefährdungen ergeben sich unter anderem bei einem häufigen Wechsel zwi-



Die Hitzewelle im Juli 2013 führte an einzelnen Stellen im Straßennetz zu Schäden am Straßenbelag, vorrangig an Betonfahrbahnen mit einem Lebensalter von bereits über 30 Jahren

schen Frost- und Auftauperioden in Verbindung mit hohen Verkehrsbelastungen. Neben Materialschäden wie Schlaglochbildung können Verformungen an Straßenbelägen (Spurrillen) und Schienen beobachtet werden (Abbildung 32). Im schlimmsten Fall können derartige Verformungen zu Zugentgleisungen und einer Erhöhung der Unfallgefahr auf Straßen führen. Auch steigt unter Hitzestress das Risiko von Herz-Kreislauf-Problemen und sinkt die Konzentrationsfähigkeit der Menschen im Straßenverkehr. Besonders für ältere Menschen erhöht sich somit die Unfallgefahr. Dagegen könnte die Zahl der Unfälle durch Schnee und Glatteis zukünftig abnehmen → **Gesundheit**.

Binnenschifffahrt

Für die Binnenschifffahrt sind die Wasserstände der Wasserstraßen von hoher Relevanz. Die ohnehin vorhandenen jahreszeitlichen Schwankungen der Wasserstände könnten sich mit dem Klimawandel weiter verstärken und langfristig häufigere Einschränkungen beziehungsweise Einstellungen der Schifffahrt zur Folge haben → **Tourismus**, → **Industrie und Gewerbe**. Verringerte Ladungsmengen bei geringeren Abladetiefen können neben wirtschaftlichen Einbußen die Versorgungssicherheit gefährden → **Industrie und Gewerbe**. Betroffen sind besonders frei fließende Wasserstraßen, während bei staugeregelten Flussabschnitten und bei Kanälen durch Schleusen und Staustufen die Wasserstände stabil gehalten werden können. Kurz- und mittelfristig (bis circa 2050) sind die Auswirkungen auf die Schifffahrt in Bayern insbesondere durch Niedrigwasser voraussichtlich jedoch eher gering.

Bei Hochwasserereignissen kann die verringerte Durchfahrthöhe an Brücken den Schiffsverkehr, zum Beispiel durch Einschränkung der Beladungshöhe oder Einstellung der Schifffahrt, beeinträchtigen → **Industrie und Gewerbe**. Mit erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten wird zudem das Manövrieren erschwert und nehmen Risiken durch Treibgut zu. Positiv für die Schifffahrt ist hingegen, dass Behinderungen der Schifffahrt oder deren Einstellung durch Eisgang auf Flüssen und Kanälen sowie Eisbildung an Schleusen beziehungsweise staugeregelten Abschnitten, abnehmen werden.

Geänderte Abflussverhältnisse haben auch Einfluss auf die Ablagerung von Sedimenten und daraus resultierende Veränderungen des Flussbettes. Hierdurch erforderliche Unterhalts- und Instandsetzungsmaßnahmen können höhere Kosten verursachen.

KLIMAAANPASSUNG IM STRASSENBAU UND VERKEHR



„Die Veränderung des Modal-Splits zugunsten des öffentlichen Verkehrs im Großraum München ist auch zukünftig ein Beitrag des MVV zur Minderung der Folgen des Klimawandels. Schon jetzt wird in keinem anderen Verbundraum in Deutschland der ÖPNV so intensiv genutzt wie im MVV.“

Alexander Freitag,
Geschäftsführer Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (MVV)

Während Klimaschutzmaßnahmen (CO₂-Emissionsreduktion) im Bereich Verkehr bereits seit längerem diskutiert werden, werden Klimaanpassungsmaßnahmen erst seit kurzem thematisiert. Die BayKLAS fokussiert auf Maßnahmen zur Anpassung der Verkehrsinfrastruktur, berücksichtigt jedoch auch Synergien zum Klimaschutz. So kann über eine Reduktion von Luftschadstoffen ein Beitrag zur Gesundheit und zur Entlastung von Ökosystemen geleistet werden (z. B. durch Förderung des intermodalen Verkehrs, öffentlichen Verkehrs, verkehrslenkender Maßnahmen oder Radverkehrs).

Für die Bundesfernstraßen-, Bundesschienenwege- und Wasserstraßeninfrastruktur ist der Bund beziehungsweise die DB-Netz AG zuständig. Vorschläge für Anpassungsmaßnahmen der Verkehrssektoren Bundesstraßen, Autobahnen, Schienen, Wasserstraßen und Luft müssen auf Bundesebene diskutiert werden. Für die Kreisstraßen ist der jeweilige Landkreis zuständig, für die Gemeindeverbindungs- und Ortsstraßen die jeweilige Kommune. Zentrale Planungsinstrumente für naturschutzfachliche Fragestellungen im Handlungsfeld „Straßenbau und Verkehr“ sind die durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI, ehemals BMVBS) herausgegebenen Richtlinien für die Straßenplanung wie beispielsweise die „Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP)“ (BMVBS

2011). Um Klimawandelauswirkungen in Entscheidungsprozesse und Planung zu integrieren sind besonders die öffentlichen Akteure auf den verschiedenen Ebenen (Bund, Länder, Landkreise, Kommunen) gefordert. Sie müssen Vergabekriterien und Regelwerke überarbeiten sowie Normen und Standards vorgeben. So hat beispielsweise das Eisenbahnbundesamt (EBA) die Klimawandelpolitik in den Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung eingebaut. Eine enge Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden, Verbänden und der Industrie ist dabei zwingend notwendig.

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Straßenbau und Verkehr“ bei der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (StMI/OBB). Als öffentliche Akteure können ADAC, ADFC und VCD hinzugezogen werden. Klimaanpassungsmaßnahmen im Verkehr sind zudem intersektoral mit nahezu allen Handlungsfeldern vernetzt.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMI/OBB
Einbeziehen weiterer Akteure	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC), Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (ADFC), Verkehrsclub Deutschland (VCD)
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Georisiken, Katastrophenschutz, Städtebau/Bauleitplanung, Raumordnung, Gesundheit, Industrie und Gewerbe, Energiewirtschaft, Tourismus

Handlungsziele

Ziel der Bayerischen Staatsregierung ist die Aufrechterhaltung der Transportwege und der Transportleistung, die Gewährleistung der Verkehrssicherheit sowie die Steigerung der Effizienz der Verkehrsinfrastruktur. Durch die Verbesserung des ÖPNV-Verkehrsnetzes (z. B. Angebot und Takt, einschließlich der Verknüpfung

mit anderen Verkehrsträgern) sowie der Rahmenbedingungen für den Radverkehr soll eine verstärkte Nutzung des ÖPNV und Fahrrads als auch eine bessere Vernetzung des ÖPNV mit anderen Verkehrsträgern (multimodaler und intermodaler Verkehr) erreicht werden.

Maßnahmen im Bereich Verkehrsinfrastruktur

Tabelle 40
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Straßenbau und Verkehr (Verkehrsinfrastruktur)

Schwerpunkt: Verkehrsinfrastruktur (VI)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
VI_01	Erhalt und bedarfsgerechter Ausbau von Straßen und Schienen zur Anpassung an extreme Witterungsbedingungen z. B. Planung von Ersatzstrecken	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU), Bund, StMI, Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	Straßenbau: Bedarfs- und Erhaltungsplanung Schiene: Richtlinie DB Netz AG
		Querverweis	Naturschutz, Städtebau, Raumordnung
VI_02	Politik zur Förderung des intermodalen Verkehrs und des gemeinschaftlichen Verkehrs z. B. durch verstärkte Einrichtung von Pendlerparkplätzen sowie die Prüfung alternativer Mobilitätskonzepte wie Förderung des Radverkehrs	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI, Kommunen, Verkehrsträger
		Umsetzungsgrundlage	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
		Querverweis	Städtebau
VI_03	Technische Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an geänderte klimatische Bedingungen z. B. an höhere Temperaturen angepasste Asphaltmischungen, Muren- oder Steinschlagschutz, Kühlsysteme, Dehnungsfugen bei Schienen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	EIU, Forschung, Verkehrsträger, (Bund, StMI)
		Umsetzungsgrundlage	Bautechnik
		Querverweis	Gesundheit, Georisiken, Energiewirtschaft
VI_04	Berücksichtigung veränderter klimatischer Bedingungen in Normen und Standards als wichtiger Aspekt der Infrastrukturplanung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI, Norminstitutionen, Wirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	Bautechnik
		Querverweis	Städtebau, Industrie und Gewerbe
VI_05	Überprüfung und Optimierung von Planungs- und Instandhaltungsprozessen z. B. kurze Wartungsintervalle, Ausfräsen von Spurrillen, angepasste Straßenführung und Landschaftsgestaltung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	EIU, (Bund, StMI)
		Umsetzungsgrundlage	Straßenbau: Erhaltungsmanagement und Betriebsdienst
		Querverweis	Naturschutz, Gesundheit, Städtebau

Schwerpunkt: Verkehrsinfrastruktur (VI)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
VI_06	Intensives Monitoring der Infrastruktur z. B. Verformungen an Schienen, Schlaglöcher, Schienentemperaturen, Spurrillen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	EIU, (Bund, StMI)
		Umsetzungsgrundlage	Straßenbau: Betriebsdienst
		Querverweis	Gesundheit, Industrie und Gewerbe
VI_07	Anpassung der Flächennutzung entlang von Bahnanlagen an klimatische Situation z. B. Anbau von Magerrasen zur Vermeidung von Böschungsbränden, Begrünung der Bahnschienen zur Reduzierung der Überhitzung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	EIU, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	Regionalplanung
		Querverweis	Naturschutz
VI_08	Förderung von Forschungsprojekten zu Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt; Materialforschung für Fahrzeuge und Straßenbeläge	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Vorbereitung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Forschungsprogramme
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Industrie und Gewerbe

Maßnahmen im Bereich Verkehrssicherheit

Tabelle 41

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Straßenbau und Verkehr (Verkehrssicherheit)

Schwerpunkt: Verkehrssicherheit (VS)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
VS_01	Bedarfsgerechte Ausstattung des Straßennetzes mit Telematikeinrichtungen und Weiterentwicklung der Verkehrsinformationssysteme für verbessertes Verkehrsmanagement (Baustellen- und Staumanagement)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	EIU, (Bund, StMI), Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Rahmenplan Verkehrsmanagement
		Querverweis	Gesundheit
VS_02	Bestandsaufnahme von Straßenbäumen und Fortführung des Straßenbaumkatasters z. B. regelmäßige Prüfung und Grünschnitt als Vorsorge vor umstürzenden Bäumen oder abfallenden Ästen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI, Kommune
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Gesundheit, Naturschutz
VS_03	Geschwindigkeitsbegrenzungen und Brücken- sowie Tunnel(teil)sperrungen zu witterungsbedingten Gefahrenzeiten, als Vorsorge bei u. a. Starkniederschlag und Sturm (z. B. 80 km/h auf windbruchgefährdeten Strecken)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	EIU, (Bund, StMI)
		Umsetzungsgrundlage	Richtlinie DB Netz AG und EBA
		Querverweis	Gesundheit, Boden und Georisiken
VS_04	Installation von Windschutzeinrichtungen an windexponierten Talbrücken	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMI
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Gesundheit
VS_05	Optimierung des Risikomanagements und Erarbeitung von Notfallplänen zur Anpassung an häufigere und intensivere Extremereignisse z. B. Räumfahrzeugkapazität, Ersatzstrecken, aktuelle und zuverlässige Fahrgastinformation	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Verkehrsträger, Katastrophenschutzbehörden, EIU
		Umsetzungsgrundlage	Straßenbau: Betriebsdienst
		Querverweis	Gesundheit, Georisiken, Katastrophenschutz

Energiewirtschaft

KLIMAAUSWIRKUNGEN

Energieversorgung
Erneuerbare Energien

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Energiewirtschaft





KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE ENERGIEWIRTSCHAFT

Die Energiewirtschaft ist einerseits ein wichtiges Handlungsfeld für einen erfolgreichen Klimaschutz und andererseits selbst in all ihren Bereichen den Auswirkungen klimatischer Änderungen ausgesetzt. Im Energiesektor spielen vor allem die Temperaturerhöhung und veränderte Abflüsse eine wichtige Rolle, da beispielsweise thermische Kraftwerke Fließgewässer oder Grundwasser zur Kühlwassergewinnung nutzen oder mittels Photovoltaikanlagen und Solarthermie aus kurzweiliger Strahlung Strom und Wärme erzeugt wird. Ein Risiko für die Energieerzeugung, -verteilung und -übertragung stellen insbesondere Stürme, Blitze, Starkniederschläge und Trockenperioden dar. Bereits gegenwärtig wird eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen beobachtet, die sich in Zukunft weiter verstärken kann.

Tabelle 42 fasst die Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Energiewirtschaft“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Infolge technologischer Entwicklungen, struktureller Umgestaltung und personeller wie auch finanzieller Ressourcen im Energiesektor sind die Auswirkungen des Klimawandels gegenwärtig als gering einzustufen. Dagegen ist für Gewässer, aus denen Kühlwasser für thermische Kraftwerke entnommen wird, ein mittleres Schadenspotenzial erkennbar. Insgesamt ist die Anpassungskapazität der Energiewirtschaft als hoch einzuschätzen, woraus eine geringe Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel abgeleitet werden kann.

Tabelle 42
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Energiewirtschaft“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Bedarf an Heizenergie	gering	gering	mittel
Bedarf an Kühlenergie	gering	gering	mittel
Wasserkraft	gering	gering	gering
Kühlwasser für thermische Kraftwerke	mittel	gering	mittel
Windenergienutzung an Land und auf See	gering	gering	gering
Schäden an Kraftwerken und Erzeugungsanlagen	gering	gering	mittel
Schäden an Leitungsnetzen	gering	gering	gering
Zuverlässigkeit der Energieversorgung	gering	gering	gering

Energieversorgung

Im Zuge des Klimawandels kann die Energieversorgungssicherheit beeinträchtigt und es können Versorgungsengpässe bei den Energieträgern auftreten. Eine Einschränkung der Stromproduktion durch Wasserkraftwerke kann beispielsweise erfolgen, wenn staugeregelte Strecken auch der Hochwasserregulierung dienen → **Wasserwirtschaft**. Auch können durch Hochwasser Kabeltrassen freigespült und Schäden an Masten und Anlagen verursacht werden. Dem gegenüber sind bei Niedrigwasser die Stromproduktion von Wasserkraftwerken und die Versorgung der Kühlprozesse von Kraftwerken eingeschränkt. Insbesondere im Sommerhalbjahr wird dies aufgrund eines gesteigerten

Bedarfs an Kühlsystemen und abnehmenden Niederschlägen immer mehr eine Rolle spielen. Darüber hinaus kann durch Wärmeeinleitung thermischer Kraftwerke die Gewässerqualität beeinträchtigt werden → **Wasserwirtschaft**, → **Naturschutz**. Bei Überschreitung kritischer Temperaturen kann dies zu Kraftwerksabschaltungen oder einem reduzierten Betrieb führen. Zudem können höhere Kühlwassertemperaturen bei thermischen Kraftwerken und höhere Lufttemperaturen bei Gasturbinenkraftwerken zu schlechteren Wirkungsgraden führen.

Generell führt der Temperaturanstieg zu einer veränderten Energienachfrage wie zum Beispiel

erhöhter Kühlungsbedarf im Sommer und geringerer Wärmebedarf im Winter → **Bauwesen**. Insbesondere im Haushaltskundenbereich werden dadurch ein sinkender Wärmeverbrauch und Umsatzeinbußen im Winter erwartet. Dem gegenüber steigert sich durch den Einsatz von Klimaanlage der Stromabsatz im Sommer.

Neben steigenden Temperaturen und einem veränderten Niederschlagsregime werden auch durch Extremereignisse wie Stürme, Gewitter oder Dürren höhere Anforderungen an den

Energiesektor gestellt. Seit den 1970er Jahren haben Versorgungsausfälle durch wind- und blitzbedingte Störungen zugenommen (UBA 2011b). Des Weiteren können durch Hitze und Trockenheit Übertragungskapazitäten von Erdkabeln und Freileitungen reduziert werden. Indirekte Auswirkungen auf die Energiewirtschaft ergeben sich, wenn durch Extremereignisse der Gütertransport von Roh- und Brennstoffen eingeschränkt und die Energieverteilung unterbrochen wird → **Verkehr**.

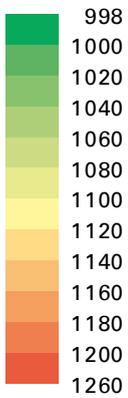
Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien sind durch ihre Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen direkt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Windkraftanlagen sind optimiert für mittlere Windgeschwindigkeiten. Zunahmen oder Abnahmen beeinträchtigen somit die Nennleistung von Windkraftanlagen. Besonders bei Stürmen müssen Windkraftanlagen aus Sicherheitsgründen häufig abgeschaltet werden. Bei Wasserkraftwerken können langanhaltende Hoch- und Niedrigwassersituationen zu Betriebs- und Leistungseinschränkungen führen. Normale Pegelschwankungen können dagegen technisch reguliert werden. Dem gegenüber wirken sich Zunahmen der kurzweiligen Strahlung positiv auf den Betrieb von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) aus. Vor allem in Oberbayern und Schwaben ergeben sich damit auch große Potenziale (Abbildung 24). Eine Zunahme der Temperatur senkt die Leistung von PV-Anlagen. Keine Auswirkungen ergeben sich hingegen auf die Wärmeversorgung durch Umgebungswärme sowie Wärme und Strom aus Geothermieanlagen.

Die Nutzung von Bioenergieträgern für die Stromerzeugung (meist in Kraft-Wärme-Kopplung) kann zukünftig verstärkt zum Ausgleich der fluktuierenden Erzeugung von Windkraft- und Photovoltaikanlagen herangezogen werden. Mit Biogas betriebene Blockheizkraftwerke sind besonders flexibel und werden schon jetzt für die Bereitstellung von Regelleistung eingesetzt. Durch die Verwertung von Gülle und Mist aus der Nutztierhaltung in Biogasanlagen kann ein doppelter Effekt für den Klimaschutz erzielt werden: Erstens werden Methan- und

Lachgasemissionen vermieden, die während der üblichen offenen Lagerung der tierischen Exkremente entstehen; zweitens können mit dem erzeugten Biogas fossile Energieträger substituiert werden. Wie die „Expertengruppe Bayernplan“ in ihrem Abschlussbericht feststellte, könnten aus tierischen Wirtschaftsdüngern in Bayern durch die Verwertung in Biogasanlagen knapp 240 Mio. Tonnen Normkubikmeter Methan gewonnen werden (LfL 2013), entsprechend einer elektrischen Erzeugungleistung von circa 91 MW (Megawatt) beziehungsweise einer Jahresstromproduktion von 800 GWh (Gigawattstunden).

Mittlere Jahressumme
der Globalstrahlung
[kWh/m²]



- ▣ Sitz Bezirksregierung
- Sitz Kreisverwaltung bzw. kreisfreie Stadt

- Staatsgrenze
- Landesgrenze

0 25 50 km

Fachdaten:
Deutscher Wetterdienst

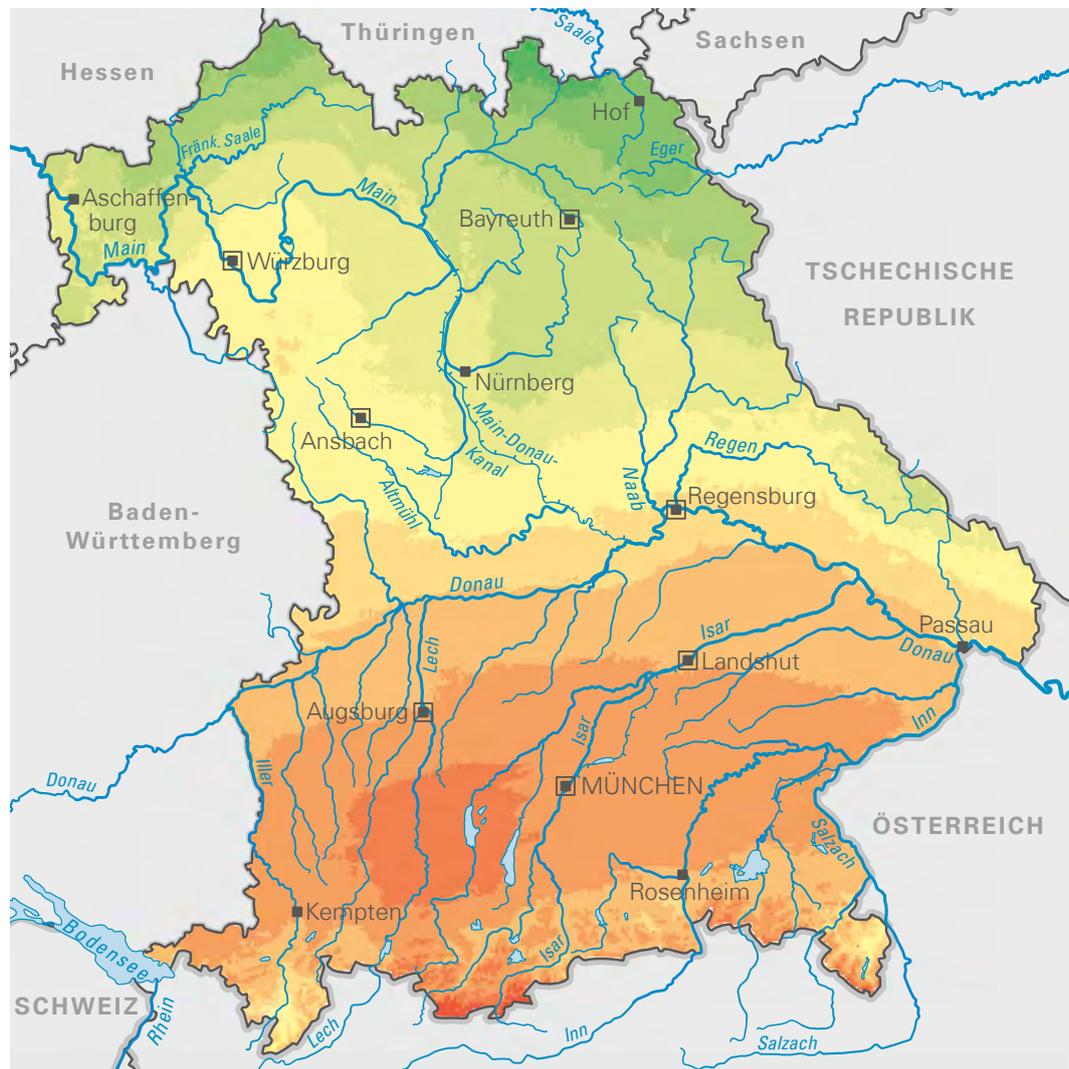


Abbildung 24
Verteilung der mittleren Jah-
ressummen der Globalstrahlung
in Bayern im Zeitraum 1981 bis
2000 (Daten: DWD)

KLIMAAANPASSUNG IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT



„Der Klimawandel kann dazu führen, dass die Stromerzeugung aus Erneuerbaren noch stärker schwankt. Sichere und moderne Verteilnetze sind der Schlüssel für die Einbindung Erneuerbarer Energien in unser Energiesystem. Mehr und mehr steuern sie den Energiefluss und sorgen für eine effiziente und klimafreundliche Nutzung regenerativer Energieressourcen.“

Reimund Gotzel, Vorsitzender des Vorstands der Bayernwerk AG

Um in Bayern langfristig eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung gewährleisten zu können, werden technische und strategische Veränderungen erforderlich sein. Zentrales Instrument für den Umbau der bayerischen Energieversorgung ist das Bayerische Energieprogramm vom 20. Oktober 2015 (StMWi 2015). Demnach soll bis 2025 der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung auf 70 % und am Endenergieverbrauch auf 20 % erhöht sowie die pro Kopf CO₂-Emission in Bayern auf 5,5 Tonnen pro Jahr reduziert werden (Abbildung 25).

Rechtliche Grundlage für die Steuerung der Nutzung der Erneuerbaren Energien bilden das Gesetz für den Ausbau Erneuerbarer Energien (EEG⁴⁷), das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG⁴⁸), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) sowie die Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen⁴⁹. Daneben existieren planungsrechtliche Vorgaben aus dem Bayerischen Landesplanungsgesetz (BayLplG), dem Baugesetzbuch (BauGB), dem Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) und den Regionalplänen..

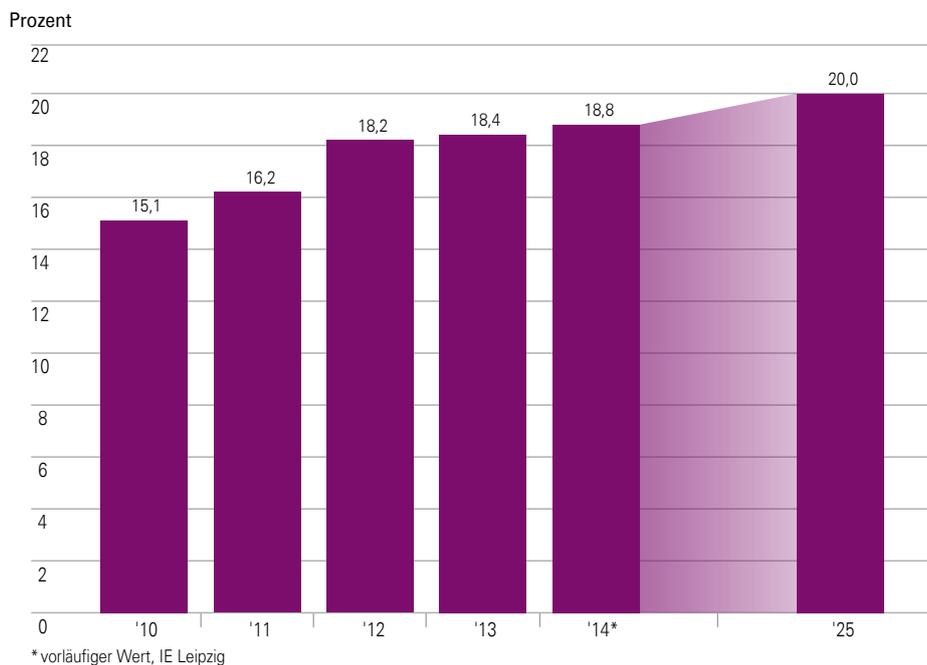


Abbildung 25
Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch (Quelle: Bayerisches Energieprogramm, StMWi 2015)

Verantwortlichkeit	Ressorts des StMWi und StMI
Einbeziehen weiterer Akteure	Verbände der Energiewirtschaft und der energieverbrauchenden Wirtschaft, Verband kommunaler Unternehmen, Energieerzeugungs- und Energieversorgungsunternehmen
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Boden und Georisiken, Naturschutz, Industrie und Gewerbe

47
www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg_2014/gesamt.pdf am 16.03.2016

48
www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eew_rmeg/gesamt.pdf am 16.03.2016

49
www.bundesanzeiger-verlag.de/fileadmin/BIV-Portal/Dokumente/EU_Richtlinie_erneuerbare_Energien.pdf am 28.10.2016

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Energiewirtschaft“ bei StMWi und StMI. Einzubeziehende weitere Akteure sind unter anderem Verbände der Energiewirtschaft und der energieverbrauchenden Wirtschaft.

Vielfältige intersektorale Beziehungen bestehen zu den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Boden und Georisiken, Naturschutz und Industrie und Gewerbe.

Handlungsziele

Im Handlungsfeld Energiewirtschaft hat das Erreichen einer klimafreundlichen (emissionsarmen und effizienten) Energieproduktion sowie das Aufrechterhalten einer sicheren und bezahlbaren Energieversorgung der Bevölkerung

und von Industrie und Gewerbe auch in klimabedingten Krisensituationen oberste Priorität.

Maßnahmen im Bereich Energiewirtschaft

Tabelle 43
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Energiewirtschaft

Schwerpunkt: Energiewirtschaft (EW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
EW_01	Ausbau von Wärme- und Kälteverbänden	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Energiewirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
EW_02	Vielfältige dezentrale Energieerzeugung, um Risiken bei der Verteilung zu vermindern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMWi, Energiewirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	EnWG, EEG
		Querverweis	Industrie und Gewerbe
EW_03	Ausreichende Redundanzen in der Energieerzeugung (Erzeugung und Netze), um klimabedingte Leistungsausfälle oder Lastspitzen kompensieren zu können	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMWi, Netzbetreiber
		Umsetzungsgrundlage	BBPIG, EnLAG, EnWG, ResKV
		Querverweis	Industrie und Gewerbe
EW_04	Schaffung von Netzverbänden, um Spitzenlasten auszugleichen und Abwärme von Stromerzeugung oder industriellen Anlagen zu nutzen z. B. Kopplung von Kleinstkraftwerken in Wohnhäusern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMWi, Netzbetreiber
		Umsetzungsgrundlage	KWKG
		Querverweis	Industrie und Gewerbe

Schwerpunkt: Energiewirtschaft (EW)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
EW_05	Anpassung der Kühlsysteme von Energieerzeugungsanlagen an veränderte klimatische Bedingungen z. B. Ausbau von Kühltürmen, solare Kühlung, Notwasseranschlüsse für Kraftwerke in Trockenperioden	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Energiewirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Industrie und Gewerbe
EW_06	Investitionen in Energiespeichertechnologien, um Spitzenlasten abzudecken und Energieüberschuss zu speichern (z. B. Pumpspeicherkraftwerke, Druckluftspeicher, Wärme- und Kältespeichersysteme, u.a. Stromspeicher)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMWi, Netzbetreiber, Energiewirtschaft, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Industrie und Gewerbe
EW_07	Ausbau der Nord-Süd-Verbindung (Hauptleitungen) im Stromnetz, um Energie von Offshore-Windparks in den industriintensiven Süden zu transportieren	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Bund, StMWi, Netzbetreiber
		Umsetzungsgrundlage	EEG, BBPIG, EnLAG
		Querverweis	Naturschutz
EW_08	Schutz der Anlagen vor Extremereignissen z. B. durch eine hochwassersichere Ausrüstung und Gestaltung des Abwassernetzes	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Energiewirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft
EW_09	Berücksichtigung des Klimawandels bei der Standortwahl neuer Kraftwerke und Umspannanlagen z. B. Gewährleistung der Kühlwasserversorgung, erhöhte Windgeschwindigkeiten	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Energiewirtschaft
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft
EW_10	Weiterentwicklung der Forschung z. B. Materialforschung zu Stromleitern mit geringem Energieverlust, zusätzliche Energiequellen erschließen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Netzbetreiber, Forschung
		Umsetzungsgrundlage	Forschungsprogramme
		Querverweis	Industrie und Gewerbe
EW_11	Entwicklung von Smart-Grids (intelligente Stromnetze); durch optimiertes Management von Energieerzeugung, Energiespeicherung, Energieverbrauch und dem Stromnetz selbst können Angebot und Nachfrage synchronisiert werden	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Energiewirtschaft, Industrie
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Industrie und Gewerbe

Industrie und Gewerbe

KLIMAAUSWIRKUNGEN

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Industrie und Gewerbe





KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF INDUSTRIE UND GEWERBE

Industrie und Gewerbe bilden in Bayern einen bedeutenden Wirtschaftszweig, dessen Leistungsfähigkeit auch unter geänderten klimatischen Bedingungen gewährleistet sein muss. Neben erheblichen Risiken aufgrund von Extremereignissen wie Stürmen, Überschwemmungen und Starkregen birgt der Klimawandel Chancen für innovative Unternehmen im Bereich der Umwelttechnik und der Bauwirtschaft, wie z. B. Dämmung der Gebäudehülle oder Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik → **Bauwesen**.

Wie stark sich der Klimawandel auf das Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ auswirkt, hängt aber auch von einer Reihe sozio-ökonomischer Faktoren ab, wie die Abhängigkeit von Logistikprozessen, insbesondere Warentransporte über Straße, Schiene oder Wasser.

Tabelle 44 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Durch klimatisch bedingte Extremereignisse besteht in naher Zukunft ein hohes Gefährdungspotenzial für den landgestützten Warenverkehr mit negativen Auswirkungen auf die wirtschaftliche Leistung von Industrie und Gewerbe. Bereits gegenwärtig besteht ein mittleres Schadenspotenzial für Schäden an der gewerblichen und industriellen Infrastruktur und möglichen Freisetzung von gefährlichen Stoffen in Folge von

Extremereignissen. Insgesamt stehen im Bereich Industrie und Gewerbe trotz hoher Schadenspotenziale ausreichende Möglichkeiten und Ressourcen zur Anpassungsfähigkeit zur Verfügung. Die Vulnerabilität wird daher als gering bis mittel bewertet.

Zukünftig häufigere Extremereignisse stellen das größte Risikopotenzial im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ dar. So können Stürme, Starkregen und Hochwasser erhebliche Schäden an Industrie- und Gewerbeanlagen, Rohstoffquellen sowie der Infrastruktur verursachen. Hinzu kommen Produktionsverluste beziehungsweise Produktionsausfälle durch unterbrochene Produktions- und Logistikprozesse. Diese führen wiederum zu finanziellen Einbußen sowohl bei den Unternehmen (v. a. produzierendes Gewerbe und Verkehrsunternehmen) als auch den Lieferanten und Kunden im In- und Ausland → **Finanzwirtschaft** Besonders empfindlich sind zudem die Ballungsgebiete aufgrund ihrer dichten Verkehrsinfrastruktur → **Straßenbau und Verkehr**. Zudem können durch Überschwemmungen gefährliche Stoffe freigesetzt werden → **Gesundheit**.

Während Niedrigwasserperioden können Engpässe bei der Rohstofflieferung per Schiff auftreten. Gleichzeitig ist eine zeitweilig geringere Verfügbarkeit von Wasser für industrielle Prozessabläufe und Kühlenergie während Trockenperioden zu erwarten. In Bayern gibt es aktuell

Tabelle 44
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Gefahr einer möglichen Freisetzung von gefährlichen Stoffen	mittel	mittel	mittel
Schäden an gewerblicher und industrieller Infrastruktur durch klimatisch bedingte Extremereignisse	gering	mittel	mittel
Beeinträchtigung des landgestützten Warenverkehrs	mittel	mittel	hoch
Beeinträchtigung von Produktionsprozessen und Logistik	gering	gering	mittel
Beeinträchtigung der Produktion aufgrund von Wasserknappheit	gering	gering	gering
Energieverbrauch für Kühlung	gering	gering	mittel
Verfügbarkeit von Energie	gering	gering	gering
Klimawirkungen auf Absatzmärkte	gering	gering	gering
Planungsprozesse für Betriebsabläufe	gering	gering	mittel

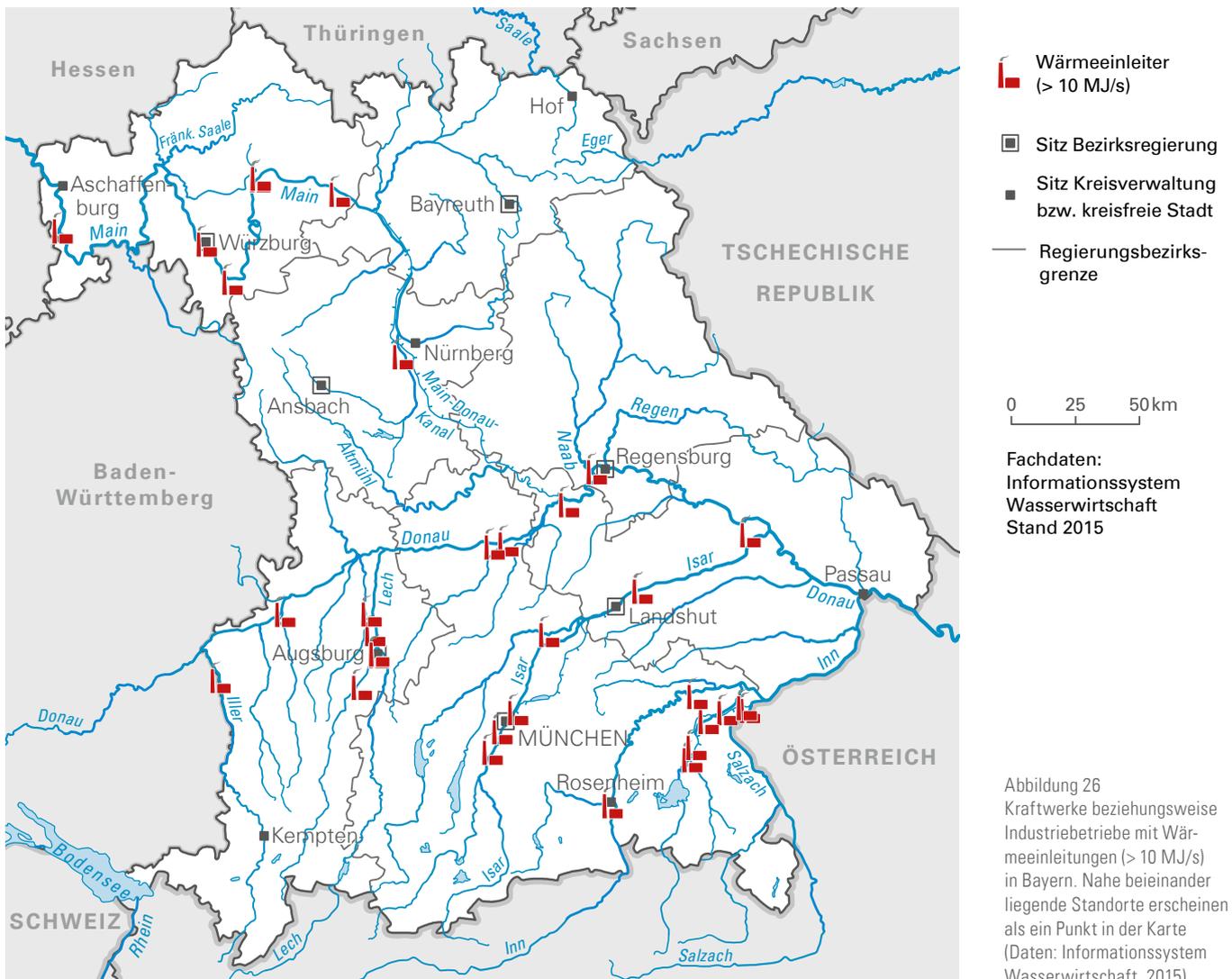


Abbildung 26
 Kraftwerke beziehungsweise
 Industriebetriebe mit Wär-
 meeinleitungen (> 10 MJ/s)
 in Bayern. Nahe beieinander
 liegende Standorte erscheinen
 als ein Punkt in der Karte
 (Daten: Informationssystem
 Wasserwirtschaft, 2015)

40 Kraftwerke beziehungsweise Industriebetriebe mit bedeutenden Kühlwassereinleitungen aufgrund eines erhöhten Wärmeeintrags von mehr als 10 MJ/s (Abbildung 26). Hier und vor allem in den Alpen kann der Bedarf an Kühlenergie durch einen vergleichsweise hohen Temperaturanstieg und häufiger auftretende Trockenperioden zukünftig weiter zunehmen → **Energiewirtschaft**.

Bei zunehmenden Temperaturen erhöhen sich die Anforderungen an die Herstellung, Verarbeitung, Lagerung und den Transport insbesondere von leicht verderblichen Lebensmitteln. Zudem haben geänderte Außentemperaturen Auswirkungen auf die Energiebilanz von Betrieben, die Wärme und Kälte benötigen sowie das Wohlfühlvermögen und die Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte → **Gesundheit**. Umgekehrt bie-

ten sich neue Absatzmöglichkeiten zum Beispiel durch klimaverträgliche Produkte, Technologien oder Dienstleistungen.

Indirekte Auswirkungen ergeben sich auf Klimaschutzmaßnahmen. So müssen beispielsweise Normen für Baustoffe und Ersatzstoffe, um bestimmte Wärmeleitwerte zu erreichen, verändert werden (vergleiche Energieeinsparverordnung → **Energiewirtschaft**).

KLIMAAANPASSUNG IN INDUSTRIE UND GEWERBE



„Ein verantwortungsvoller und sparsamer Umgang mit knappen Ressourcen ist für uns bei Neumarkter Lammsbräu seit jeher ein wichtiges Thema. Deshalb verwenden wir für unsere Getränke beispielsweise auch nur Wasser aus unserer strikt nachhaltig bewirtschafteten BioKristall-Quelle.“

Susanne Horn, Generalbevollmächtigte Neumarkter Lammsbräu

Industrie und Gewerbe sind auf die Versorgung mit Wasser, Energie und eine funktionierende Verkehrsinfrastruktur angewiesen. Bei langfristigen unternehmerischen Entscheidungen werden Klimaanpassungsmaßnahmen daher eine immer größere Rolle spielen. Allerdings wird der hohe Anpassungsbedarf vieler Branchen noch zu wenig umgesetzt (IHK 2009). Durch frühzeitiges Handeln könnten jedoch auch Wettbewerbsvorteile entstehen.

Wichtige Instrumente sind zum einen der vom Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung des Umweltbundesamtes (KomPass) entwickelte computergestützte Leitfaden „Klimalotse“. Er soll anpassungsinteressierte Kommunen anregen und unterstützen, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Zum anderen soll mit der Fortschreibung des Umweltpaktes Bayern ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum gesichert werden. Die Bayerische Staatsregierung und die Bayerische Wirtschaft

erklären darin, „dass der Schutz des Klimas und der natürlichen Lebensgrundlagen und die Steigerung der Innovationsfähigkeit sowie die Schaffung investitionsfreundlicher Standort- und Rahmenbedingungen für die Unternehmen eine wesentliche Grundlage für ein umweltverträgliches Wirtschaftswachstum in Bayern bilden“ (StMUG 2010b).

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ beim StMWi unter Beteiligung des StMUV. Neben der Industrie- und Handelskammer können unter anderem Bezirke und die Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft als öffentliche Akteure hinzugezogen werden. Insbesondere zu den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Bauwesen und Energiewirtschaft bestehen vielfältige intersektorale Beziehungen.

Verantwortlichkeit	Ressort des StMWi unter Beteiligung des Ressorts des StMUV
Einbeziehen weiterer Akteure	Industrie- und Handelskammer, Bezirke, Handwerkskammer, Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft, Industrieverbände
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Gesundheit, Städtebau, Bauwesen, Raumordnung, Energiewirtschaft, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Ziel im Handlungsfeld „Industrie und Gewerbe“ ist neben dem Aufrechterhalten des leistungsfähigen Wirtschaftsstandortes Bayern die nachhaltige Ausrichtung der Produktionsweise (ressourcensparend, Kreislaufwirtschaft, Bewusstsein für Klimaanpassung/-schutz, ver-

stärkte vielseitige Verwendung heimischer nachwachsender Rohstoffe in optimierten Verwertungspfaden) und die Steigerung der Energieeffizienz/-produktivität.

Maßnahmen im Bereich Industrie und Gewerbe

Tabelle 45

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in Industrie und Gewerbe

Schwerpunkt: Industrie und Gewerbe (IG)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
IG_01	Unterstützung der Anpassung von Technologien und Produkten an veränderte Bedingungen bzgl. Strahlung, Wasser, Luft, Temperatur z. B. Auslegung Kühlsysteme, Speicher, Zuluft-Filter, UV-Resistenz etc.	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi, StMUV, Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Energiewirtschaft
IG_02	Berücksichtigung von Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien im Rahmen der Regionalförderung als Ermessensgesichtspunkt	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi
		Umsetzungsgrundlage	Förderrichtlinien Regionalförderung
		Querverweis	
IG_03	Aufnahme der Maßnahmen der Klimaanpassung in den „Umweltpakt Bayern“ z. B. durch Fortschreibung des Umweltpakts 2015	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV
		Umsetzungsgrundlage	Umweltpakt Bayern
		Querverweis	
IG_04	Nachhaltige Standortpolitik, d. h. Vermeiden oder Verlagern von Standorten in Risikogebieten bzw. Anpassung bestehender Infrastruktur in Risikogebieten, flächensparende Bauweise und Berücksichtigung von Synergien (Energieleitplanung)	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	Regionalplanung
		Querverweis	Naturschutz, Raumordnung, Städtebau, Bauwesen, Energiewirtschaft
IG_05	Senken der Lösemittelverwendung von Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten durch konsequente Umsetzung der WHO-Leitlinien für Luftgüte, um Emissionen von Ozonvorläufern wie Kohlenwasserstoffe und Stickoxide zu verringern	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Unternehmen, Industrieverbände, Privatpersonen
		Umsetzungsgrundlage	WHO-Leitlinien (WHO 2008)
		Querverweis	Gesundheit
IG_06	Durchführung ressourcenschonender Produktionsweisen durch Kreislaufwirtschaft wie z. B. Minimierung des Wasser- und Stromverbrauchs oder der Regenwassernutzung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV, Unternehmen, Industrieverbände
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasser- und Energiewirtschaft, Naturschutz

Schwerpunkt: Industrie und Gewerbe (IG)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
IG_07	Senken der Energienachfrage für Kühlung durch Anpassung der Siedlungsstrukturen und Gebäude	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommune, Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	Regionalplanung
		Querverweis	Städtebau, Bauwesen, Raumordnung, Energiewirtschaft
IG_08	Minimieren innerer Wärmelasten, um Kühlbedarf zu verringern z. B. durch Verwenden elektrischer Geräte mit verminderter Wärmelast	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Energiewirtschaft
IG_09	Berücksichtigung klimaschonender Kühlung z. B. Einsatz solarer Kühlung für Bürogebäude oder Nutzung von Abwärme zur Kälteerzeugung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Bauwesen, Energiewirtschaft
IG_10	Anpassen der Kühlsysteme für den Betrieb von Industrieanlagen und weitestgehend Verzicht auf Kühlwasser, sofern bei medienübergreifender Betrachtung günstigere Alternativen zur Verfügung stehen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasser- und Energiewirtschaft
IG_11	Betriebliches Risikomanagement zur Stabilisierung des Unternehmens z. B. Nutzung von Warenterminbörsen, vertragliche Preisvereinbarungen, betriebliche Diversifizierung, Versicherungslösungen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Versicherungs- und Finanzwirtschaft
IG_12	Suche nach weniger gefährdeten Alternativen bei Rohstoffversorgung und Logistik z. B. vermehrte Lagerhaltung	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Versicherungs- und Finanzwirtschaft



Das Forschungs- und Demonstrationsgebäude des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) in Würzburg ist ein Beispiel für energieeffizientes und klimagerechtes Bauen der Zukunft.

Tourismus

KLIMAAUSWIRKUNGEN

- Wintertourismus
- Sommertourismus
- Extremereignisse

KLIMAAANPASSUNG

- Maßnahmen im Bereich Tourismus



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DEN TOURISMUS

Der Anstieg der Lufttemperatur birgt in Bayern sowohl Chancen als auch Risiken für die Tourismusbranche. Profitieren kann insbesondere der Sommertourismus. Bereits gegenwärtig ist eine Zunahme der mittleren jährlichen Anzahl an Sommertagen und Heißen Tagen zu beobachten, die sich auch zukünftig weiter fortsetzen wird. Generell kann dieser Trend zu einer Saisonverlängerung vom Frühjahr bis in den Herbst, einem Zuwachs an Gästen aus dem Mittelmeerraum und einer Ausbreitung der Urlaubsdestinationen in die höheren Lagen der Mittelgebirge und Alpen führen.

Auswertungen des DWD für KLIWA (2012) zeigen auch im Winterhalbjahr einen zunehmenden Trend der Temperatur im Alpenraum von 0,9 °C im Zeitraum 1931 bis 2010. Die starke Erwärmung führt zu einer deutlichen Abnahme der mittleren jährlichen Anzahl an Eis- und Frosttagen (vergleiche Kapitel Klimawandel in Bayern). Ebenso sind bereits ein deutlicher Rückgang des Anteils an Schneeniederschlag am Jahresniederschlag und ein Rückgang der Schneesicherheit in den Bayerischen Alpen zu verzeichnen.

Neben den klimabedingten Änderungen muss sich die Tourismusbranche auch gesellschaftlichen Veränderungen stellen. Beispielsweise ist im Zuge des demographischen Wandels eine veränderte Nachfrage der Urlaubsregionen und des Reiseverhaltens zu erwarten, was für Bayern auch als Chance gesehen werden kann.

Tabelle 46 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Tourismus“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Die größte Bedeutung des Klimawandels betrifft die saisonale und regionale Nachfrage sowie die Anforderungen an die touristische Infrastruktur. Die Anpassungskapazität wird insgesamt als mittel bis hoch eingeschätzt, wobei Reiseveranstalter und -büros ihre Angebote relativ flexibel anpassen oder erweitern können, lokale Veranstalter und Beherbergungsbetriebe aber an eine bestimmte Region gebunden sind und weniger flexibel reagieren können. Dennoch wird die Vulnerabilität im Handlungsfeld „Tourismus“ als gering bis teilweise mittel eingeschätzt.

Tabelle 46
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Tourismus“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Betriebsunterbrechungen	gering	gering	gering
Saisonale und regionale Nachfrageverschiebung	gering	gering	mittel
Klimabedingte Anforderung an touristische Infrastruktur	gering	gering	mittel

Wintertourismus

Bereits heute sind zahlreiche tiefer gelegene Wintersportorte auf künstliche Beschneieung angewiesen, um ihren Gästen ausreichende Schneesicherheit gewährleisten zu können. Die technische Beschneieung kann dem natürlichen Rückgang der Schneesicherheit aber dabei nur teilweise entgegenwirken (APCC 2014) und hat zudem Auswirkungen auf Landschaftsbild und Naturhaushalt → **Naturschutz, Wasserwirtschaft**. Mittel- bis langfristig werden zahlreiche Herausforderungen auf den Wintersporttourismus in den Bayerischen Mittelgebirgen und Alpenregionen zukommen (LfU 2008c, Steiger 2013).

Die Klimaänderungen verlangen nach Lösungen, die die Schneeabhängigkeit der Wintersportorte verringern helfen. Dazu zählen insbesondere weitere Investitionen in die Ausrichtung eines ganzjährigen Tourismus unter Berücksichtigung des multioptionalen Gastes. Dieses ist jedoch nur langfristig zu erreichen. Skiregionen, die ihre gesamte Infrastruktur seit Jahrzehnten auf den Wintertourismus ausgerichtet haben, gelingt ein erfolgreicher und wirtschaftlich verträglicher Strukturwandel nur mit Hilfe nachhaltiger Zukunftskonzepte.

Sommertourismus

Für den Sommertourismus zeigen Temperaturerwärmung, zunehmende Sonnenscheindauer und abnehmende Niederschläge überwiegend positive Effekte. So profitieren beispielsweise Biergärten, Outdoor-Events wie Mountainbiken oder Klettern, Freizeitbäder und Badeseen von einer verlängerten Saison und steigt die Attraktivität der bayerischen Mittelgebirgsregionen. Des Weiteren verlieren die heißen Mittelmeerregionen immer mehr an Anziehungskraft, zu Gunsten der süddeutschen Tourismusregionen. Demgegenüber kann allerdings die Wasserqualität unter steigenden Wassertemperaturen und sinkenden Wasserständen abnehmen, mit möglicherweise negativen Folgen für den Badetourismus → **Gesundheit**. Weitere Risiken können durch ein erhöhtes Waldbrandrisiko und die weitere Ausbreitung von Zecken oder anderen Krankheitserregern bestehen. Die touristischen Betriebe und Destinationen können diese Risiken für den Gast durch sachliche Information und Verhaltenshinweise abmildern.



Mountainbiken wird im Winter immer attraktiver und kann leere Sessellifte füllen.

Extremereignisse

Auch Extremereignisse beeinflussen den Tourismus und sorgen zunehmend für finanzielle Einbußen. So verlieren Gebiete mit erhöhter Lawinen- oder Steinschlaggefahr als Urlaubsziel an Attraktivität und die Kosten für Reparaturen und Versicherungspolizen → **Gesundheit**, → **Finanzwirtschaft** steigen. Hinzu kommt eine Einschränkung der Naherholungsfunktion der Gewässer, Auen und Feuchtgebiete, da überschwemmte Räume zeitweise nicht nutzbar sind.

Auch die historischen Gärten, die als gartenkulturelles Erbe und touristische Highlights einen wesentlichen Beitrag zur Identität und Attraktivität Bayerns und damit zur Tourismusförderung leisten, sind zunehmend durch Extremereignisse (Sturm- und Orkanshäden, anhaltende Trockenperioden, zu milde Winter) und die als Folge des Klimawandels auch immer stärker durch eingeschleppte oder zuwandernde pflanzliche und tierische Schädlinge (*Neobiota*) bedroht. Das Anpassungspotenzial der historischen Gärten an die Auswirkungen des Klimawandels ist aufgrund der langen Lebenszyklen

der verwendeten Gehölze, die das Hauptgestaltungselement der Gärten bilden, sehr begrenzt. Auch können bestimmte Gehölze nicht einfach durch andere ersetzt werden, da die ästhetische Qualität der Gärten und deren authentisches Erscheinungsbild ja gerade auf der gezielten Verwendung spezifischer Gehölzarten und -sorten beruhen (Laubfarbe, Habitus, Herbstfärbung, Blühaspekte usw.).

KLIMAAANPASSUNG IM TOURISMUS



„Der Klimawandel setzt altgewohnten Wirtschaftsstrukturen zunehmend neue Rahmenbedingungen entgegen. Besonders beim Tourismus im Bayerischen Alpenvorland sind nachhaltige Konzepte notwendig. Dabei sind alle bergsportlichen Aktivitäten mit einzubeziehen.“

Rudolf Erlacher, Vize-Präsident Deutscher Alpenverein (DAV)

In Bayern wird sowohl die touristische Infrastruktur als auch die Entwicklung und Vermarktung des touristischen Angebots stetig an die klimatischen Veränderungen angepasst. Dabei ist es ein Anliegen der Betriebe, rechtzeitig zusätzliche innovative und hochwertige Angebote zu entwickeln sowie bestehende Alternativen qualitativ auszubauen.

Im Rahmen der bayerischen Regionalförderung bietet der Freistaat Bayern für den Tourismussektor Unterstützungsmöglichkeiten auf folgenden zwei Ebenen an:

- Über die „Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW⁵¹) und die „Richtlinie zur Durchführung des bayerischen regionalen Förderprogramms für die gewerbliche Wirtschaft“ (BRF⁵²) können einzelbetriebliche Investitionsmaßnahmen unter anderem zur Neuerrichtung, Erweiterung und Qualitätsverbesserung von Beherbergungs- und Gastronomiebetrieben gefördert werden. Zuwendungsempfänger sind gewerbliche Unternehmen.

- Vorhaben der öffentlichen touristischen Infrastruktur, wie z. B. die Errichtung, der Umbau und die Modernisierung von Informationszentren, Tourismusämter, Kurparks, Kurwegen und Veranstaltungszentren sowie die Generalsanierung und Modernisierung von Kurhäusern und Hallenbädern beziehungsweise Thermen können im Rahmen der beihilferechtlichen Möglichkeiten über die „Richtlinie zur Förderung von öffentlichen touristischen Infrastruktureinrichtungen“ (RÖFE⁵³) bezuschusst werden. Zuwendungsempfänger sind ausschließlich kommunale Körperschaften.

In Bayern liegt die Verantwortlichkeit für den „Tourismus“ beim StMWi. Tourismusverbände und Sportverbände sowie die Bevölkerung als Tourist können als weitere Akteure hinzugezogen werden. Insbesondere zu den Handlungsfeldern Naturschutz, Gesundheit und Finanzwirtschaft bestehen vielfältige intersektorale Beziehungen.

51
www.stmwi.bayern.de/
fileadmin/user_upload/
stmwivt/Themen/Foerder-
programme/Dokumente/
Regionalfoerderung/2015-
06-15-GRW-Regelungsteil-
mit-Positivliste.pdf
am 16.03.2016

52
www.stmwi.bayern.de/
fileadmin/user_upload/
stmwivt/Themen/
Foerderprogramme/
Dokumente/
Regionalfoerderung/
BRF-2014.pdf
am 16.03.2016

53
www.stmwi.bayern.de/
service/foerderprogramme/
tourismusfoerderung/
am 28.10.2016

Verantwortlichkeit	Ressort des StMWi unter Beteiligung des Ressorts des StMELF
Einbeziehen weiterer Akteure	Tourismusverbände, Sportverbände, Beherbergungsbetriebe, Reisebüros, Gastronomie, Touristen/Bevölkerung
Intersektorale Vernetzung	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Gesundheit, Raumordnung, Verkehr, Finanzwirtschaft

Handlungsziele

Die Ziele im Handlungsfeld Tourismus sind die Entwicklung und Vermarktung eines an die Folgen des Klimawandels und die zu erwartende Verschiebung der räumlichen Präferenz und Reisezeit von Touristenströmen angepassten

touristischen Angebots sowie die Anpassung der touristischen Infrastruktur zum Beispiel durch Dämmung beziehungsweise Einbau möglichst energieeffizienter/klimaschonender Kühlsysteme.

Maßnahmen im Bereich Tourismus

Tabelle 47

Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Tourismus

Schwerpunkt: Tourismus (T)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
T_01	Ausbau von wetter-, insbesondere schneeunabhängigen, ganzheitlichen Angeboten in den Bereichen Natur, Kultur, Radsport, Kulinarik und Wellness zum Erschließen neuer Zielgruppen	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi, Kommunen, Tourismusverbände
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Naturschutz, Verkehr
T_02	Aufstellen raumbezogener, nachhaltiger Entwicklungskonzepte zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit des bayerischen Wintertourismus	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi, Kommunen, Tourismusverbände
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Naturschutz, Verkehr
T_03	Erhalt bzw. Stabilisierung der Wälder mit Erholungsfunktion sowie zugehöriger Infrastruktur; unter zunehmenden Temperaturen nimmt das klimatische Ausgleichspotenzial von Waldflächen zu	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMELF, Kommunen, private Waldbesitzer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
T_04	Punktesystem für umweltbewusste Urlauber; Punkte können z. B. für eine Wellness-Anwendung eingelöst werden	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Kommunen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Naturschutz

Finanzwirtschaft

KLIMAAUSWIRKUNGEN

KLIMAAANPASSUNG

Maßnahmen im Bereich Finanzwirtschaft



KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE FINANZWIRTSCHAFT

Für die Finanz- und Versicherungswirtschaft in Bayern ist vor allem die erwartete Zunahme von Extremereignissen relevant. Hinzu kommen höher versicherte Vermögenswerte und somit ein größeres Risikopotenzial. Stürme, Starkniederschlag und Hochwasser verursachen beispielsweise Schäden an Gebäuden und Infrastruktur. Demgegenüber können Trockenperioden und Dürren Produktionseinbußen in Land- und Forstwirtschaft zur Folge haben. Die Nachfrage nach Sachversicherungen wird absehbar zunehmen. Die Bankenwirtschaft ist betroffen, wenn bei Krediten und Investitionen die Ausfallquoten steigen (z. B. Investitionen in touristische Infrastruktur für Wintersport).

87 % der großen, global agierenden Unternehmen betrachteten den Klimawandel als wirtschaftliches Risiko im Sinne von möglichen Produktionsunterbrechungen, steigenden Kosten als Folge staatlicher Eingriffe oder drohenden Wettbewerbs- und Imageproblemen (HWWI und Berenberg Bank, 2007). Allerdings bedeutet der Klimawandel für die bayerische Wirtschaft, die hohes, technologisches Potenzial im Bereich des Umweltschutzes hat, auch eine Chance. Für Banken und für die Versicherungs-

wirtschaft eröffnen sich neue Geschäftsfelder (z. B. Finanzierung erneuerbarer Energien, Emissionshandel, Versicherung der Risiken innovativer erneuerbarer Energien, von CO₂-Sequestrierung sowie von Projekten der Kyoto-Prozesse) oder die Gestaltung von klimabezogenen Produkten. Die Versicherungsindustrie muss auf die Zunahme von extremen Naturgefahren und/oder ihrer Intensität reagieren (Berechnung von Versicherungsprämien, Auszahlung von Versicherungsleistungen, Versicherbarkeit bestimmter Risiken).

Tabelle 48 fasst die Bedeutung der Auswirkungen des Klimawandels im Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ für Deutschland zusammen (adelphi / PRC / EURAC 2015). Durch die Möglichkeit von Rückversicherungen, Risikomanagementsystemen oder kurzen Vertragslaufzeiten besitzen Versicherungs- und Bankenwirtschaft eine große Anpassungskapazität gegenüber den Folgen des Klimawandels. Die Sensitivität im Finanzwesen hängt maßgeblich davon ab, wie hoch der Vermögenswert in gefährdeten Gebieten ist. Insgesamt wird die Vulnerabilität im Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ jedoch als gering eingeschätzt.

Tabelle 48
Bedeutung der Klimawirkung im Handlungsfeld „Finanzwirtschaft“ für die Gegenwart und nahe Zukunft (2021 bis 2050) unter einem schwachen und einem starken Wandel gemäß der Vulnerabilitätsstudie des Bundes (geändert nach adelphi / PRC / EURAC 2015)

Klimawirkung	Gegenwart	Nahe Zukunft: Schwacher Wandel	Nahe Zukunft: Starker Wandel
Auswirkungen des Klimawandels auf die Bankenwirtschaft	gering	gering	gering
Auswirkungen des Klimawandels auf die Versicherungswirtschaft	gering	gering	mittel

KLIMAANPASSUNG IN DER FINANZWIRTSCHAFT



„Wir brauchen ein nachhaltiges Marktwirtschaftsmodell, um Klimastabilität und Wohlergehen für möglichst viele Erdenbürger abzusichern. Gleichzeitig müssen wir als Menschheit endlich verstehen lernen, dass wir Menschen ein Teil unserer Natur sind. Ökologie ist sehr viel mehr als nur ein Rahmen für unser Wirtschaften.“

Max Schön, Präsidium Deutsche Gesellschaft Club of Rome

Finanzdienstleister leisten keine unmittelbaren Klimaanpassungsmaßnahmen. Dennoch kommt ihnen eine Schlüsselfunktion zu. Durch die Berücksichtigung klimarelevanter Risiken im Rahmen von Finanz- beziehungsweise Versicherungsgeschäften trägt die Finanzwirtschaft dazu bei, klimarelevanten Risiken Rechnung zu tragen. Auf der anderen Seite sind die Bürger und Unternehmer selbst gefragt. Die Bayerische Staatsregierung appelliert an Privatper-

sonen und Unternehmen, sich umfassend gegen Schäden aus Naturgefahren abzusichern. Deshalb hat sie im Jahr 2009 die Öffentlichkeitskampagne „Voraus denken – elementar versichern“ gestartet. Eigentümer, Mieter und Pächter sind gefordert, Eigenvorsorge zu betreiben – durch präventive Maßnahmen am und im Gebäude sowie ausreichenden Versicherungsschutz.

Handlungsziele

Die Finanzwirtschaft ist gefordert, ihre Produkte an klimatische Veränderungen und die Reaktionen aus Politik und Gesellschaft (z. B. Versicherungen, Vermögensanlagen) anzupassen.

Maßnahmen im Bereich Finanzwirtschaft

Tabelle 49
Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung in der Finanzwirtschaft

Schwerpunkt: Finanzwirtschaft (F)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
F_01	Sensibilisierung der Bevölkerung und Unternehmen für Elementarschadensversicherungen z. B. Bayerische Elementarschadenskampagne „Vorausdenken – elementar handeln“	Wirksamkeit	hoch
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMWi, Versicherungen
		Umsetzungsgrundlage	MR-Beschluss vom 4.8.2009
		Querverweis	
F_02	Prüfung von Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien bei Vermögensanlagen und Kreditvergaben zur Vermeidung von Ausfallquoten	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Banken
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Naturschutz
F_03	Evaluierung von Unternehmen und Branchen nach Risiken und Chancen zukünftiger Anpassungsoptionen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Unternehmen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wald und Forstwirtschaft
F_04	Prüfung von Zugrunde gelegten Risikomodellen, um finanzielle Stabilität der Versicherungen und Banken zu gewährleisten	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Finanzaufsicht
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
F_05	Verstärktes Einbringen in Forschungs-, Entwicklungs- und Planungsprozesse z. B. Berücksichtigung von Projektionsdaten bei der Risikobewertung	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung o. Planung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Versicherungen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	
F_06	Schaffung von Anreizmechanismen für Risikominderung z. B. Prämiennachlässe bei guter Baustruktur, Erarbeitung von Gebäude- und Hochwasserpässen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Versicherungen
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	Wasserwirtschaft, Städtebau, Bauwesen

Schwerpunkt: Finanzwirtschaft (F)			
Nr.	Maßnahmenbeschreibung	Bewertungskriterien	
F_07	Intensivierung der Vernetzung über die Branche hinaus mittels Hilfsorganisationen, Planern, Behörden oder Kommunen z. B. bei der Erstellung von Gefahrenhinweiskarten	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	StMUV (Portal „Naturgefahren Bayern“), Kommune, Versicherungen, Banken, Planer
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	alle Handlungsfelder
F_08	Entwicklung neuer Finanzmarktprodukte z. B. Wetterderivate, Catastrophe Bonds oder spezielle Anleihen	Wirksamkeit	mittel
		Umsetzung	in Planung o. Umsetzung
		Dringlichkeit	mittel- bis langfristig (3 bis > 10 Jahre)
		Verantwortlichkeit	Versicherungen, Banken
		Umsetzungsgrundlage	
		Querverweis	alle Handlungsfelder

An aerial photograph of a mountain station in the Alps. The station is a large, modern building with a flat roof and a glass-enclosed structure. It is situated on a rocky, snow-dusted mountain slope. A cable car is visible, suspended from a tall tower and moving towards the station. The surrounding landscape is rugged and mountainous, with patches of snow and rocky terrain. The sky is clear and blue.

Klimawandel in den Alpen

AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS IN DEN ALPEN
KLIMAANPASSUNG IM ALPENRAUM



KLIMAWANDEL IN DEN ALPEN

Die Alpen gehören aufgrund ihrer Morphologie, der hohen Anzahl besonders sensibler Lebensräume auf engem Raum sowie der hohen Biodiversität zu den gegenüber dem Klimawandel empfindlichsten Naturräumen in Bayern. Seit dem späten 19. Jahrhundert bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts hat sich der Temperaturanstieg hier mit $+2\text{ °C}$ doppelt so stark vollzogen als im Vergleich zum globalen Durchschnitt (EEA 2009, Abbildung 27). Dieser starke Anstieg lässt sich vermutlich auf eine reduzierte Schneedecke und andere Rückkopplungseffekte zurückführen. Insgesamt ist die höchste Temperaturzunahme im Winter zu beobachten. Temperaturabgeleitete Kenntage wie die Anzahl von Frost- und Eistagen zeigen bereits heute einen deutlichen Rückgang. In Folge fällt im Winter mehr Regen anstelle von Schnee für Höhenlagen unter 650 Meter. Im Rahmen von KLIWA wurde ein Rückgang der Schneedeckendauer in tiefen Lagen um 30 bis 40 % beobachtet (KLIWA 2005). Teilweise ist eine Trendumkehr in den Kamm- und Gipfellagen festzustellen. Wie im gesamten Bayern beobachtbar, zeigt sich eine Veränderung im Niederschlagsregime mit Niederschlagsabnahmen im Sommer- und Zunahmen im Winterhalbjahr bei über das Jahr

gleichbleibenden Regenmengen. Zusätzlich führt die früher einsetzende Schneeschmelze zu einer Verschiebung des maximalen Gebietsabflusses vom Frühling in den Winter. Mit der zunehmenden Variabilität der Klimaparameter steigt das Risiko von Extremwetterlagen und damit von Extremereignissen wie Starkniederschlägen und Stürmen. Eine detaillierte Beschreibung der alpinen Klimacharakteristik enthält der Klima-Report Bayern 2015 (StMUV 2015c).

Auch zukünftig ist, basierend auf einer Vielzahl an Klimaprojektionen, mit einem überdurchschnittlichen Temperaturanstieg in den Alpen zu rechnen. Gegenüber den Aussagen zur Temperaturentwicklung sind die Aussagen der Modelle hinsichtlich des Niederschlags mit hohen Unsicherheiten verbunden. Es gilt jedoch als sehr wahrscheinlich, dass sich die Niederschlagsverschiebung vom Sommer- in das Winterhalbjahr fortsetzen wird. Außerdem wird angenommen, dass der Gebirgsniederschlag stärker ansteigen wird als in niederen Lagen, was zur Folge hat, dass diese Regionen weniger stark von Trockenheit betroffen sind (BMU 2008).

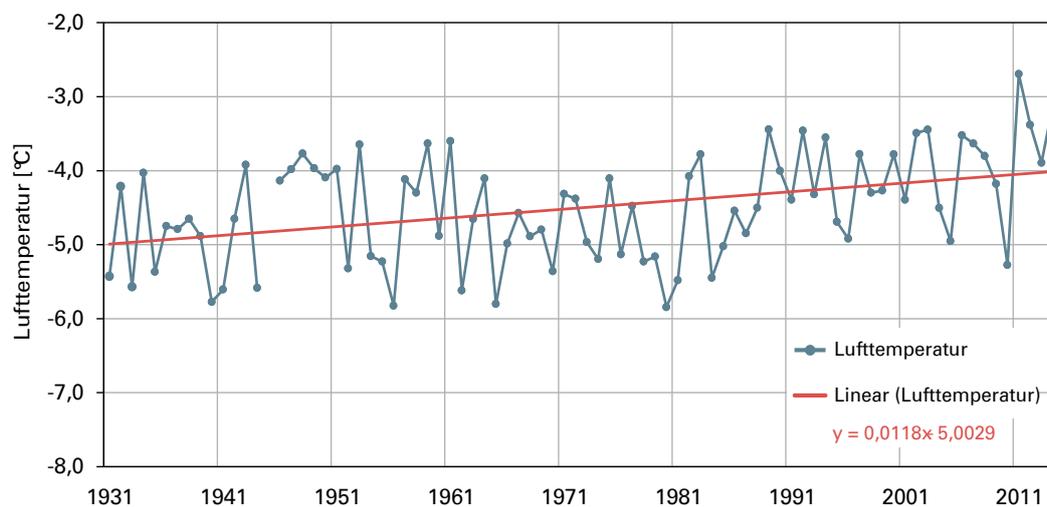


Abbildung 27
Entwicklung der mittleren
jährlichen Lufttemperatur an
der Zugspitze im Zeitraum 1931
bis 2014 (keine Daten: 1945)

Auswirkungen des Klimawandels in den Alpen

In der Alpenregion zeigen die beobachteten Klimaveränderungen bereits vielfältige Auswirkungen auf die natürlichen und naturnahen Lebensräume, die sich durch den zukünftig fort-

setzenden Klimawandel weiter verstärken werden. Diese sollen im Folgenden näher erläutert werden.

Wasserwirtschaft

Die Alpengletscher spielen eine wichtige Rolle als Speichergröße, da sie beispielsweise den Abfluss aus den Gebirgsregionen regulieren. Allerdings ist durch den Temperaturanstieg seit Mitte des 19. Jahrhunderts bereits die Hälfte der in Form von Eis gespeicherten Wassermenge abgeflossen. Der dramatische Rückgang der bayerischen Gletscherflächen seit etwa 1980 ist in Abbildung 28 dargestellt. Ein weiterer Rückgang der Gletscher würde zu erheblichen wasserwirtschaftlichen Konsequenzen für gletschergespeiste Seen und Flüsse führen. Auf der anderen Seite fördern die Alpen als orographisches Hindernis die Bildung von Niederschlägen durch Stau- und Hebungseffekte, wovon vor allem die im Einzugsgebiet der Gebirgsbäche und -flüsse liegenden Regionen während Trockenzeiten profitieren.

Wald und Forstwirtschaft

Die alpinen Wälder besitzen vielfältige Funktionen als Lebensraum einer Vielzahl von Arten, als Holzlieferant, Erholungs- und Tourismusraum sowie zum Schutz des Klimas. Besonders wertvoll ist die Schutzfunktion der Bergwälder vor Naturgefahren wie Hangrutschungen, Lawinen, Steinschlägen und Überschwemmungen. Mit zunehmenden Temperaturen und einem geänderten Niederschlagsregime ist mit einem Wandel der Baumartenzusammensetzung und Biodiversität der Wälder zu rechnen. Auf der anderen Seite wird mit dem Temperaturanstieg eine Anhebung der Waldgrenze um etwa 100 bis 200 Meter pro Grad Celsius erwartet (BMU 2008). Allerdings zeigen Ergebnisse des GLORIA-Projekts, dass die heutige Ausbreitungsgeschwindigkeit alpiner Arten weniger als 50 Höhenmeter pro 100 Jahre beträgt. Auch bedingt eine Arealverschiebung in die Höhe einen Nettoflächenverlust, da die potenzielle Landfläche abnimmt.

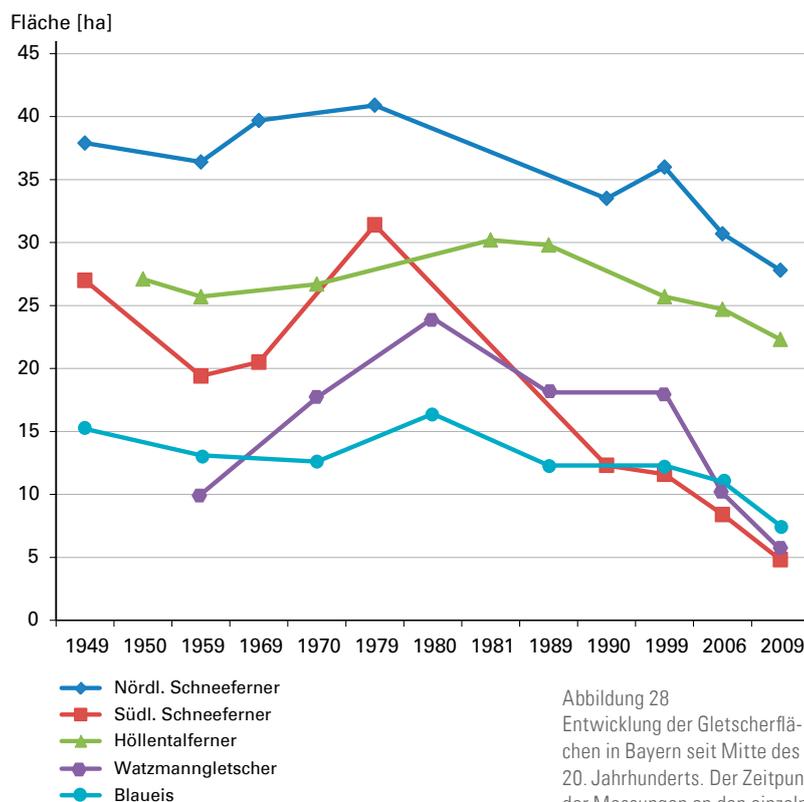


Abbildung 28
Entwicklung der Gletscherflächen in Bayern seit Mitte des 20. Jahrhunderts. Der Zeitpunkt der Messungen an den einzelnen Gletschern ist mit Punkten markiert, wobei:
NSF = nördlicher Schneeferner,
SSF = südlicher Schneeferner,
HTF = Höllentalferner,
WMG = Watzmanngletscher,
BEI = Blaueis (StMUG 2012a)

Der Orkan Niklas hinterließ eine Spur der Verwüstung in den Bergwäldern des Ammergebirges, Landkreis Garmisch-Partenkirchen.

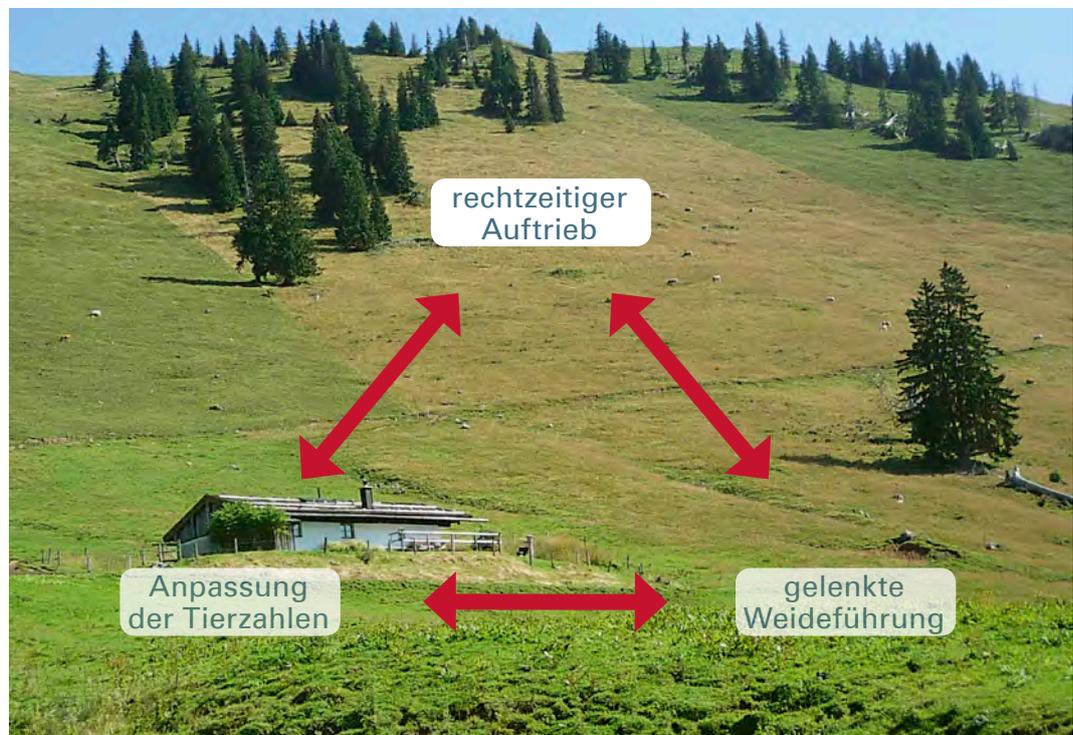
Besonders die Mittelgebirgs- und Gebirgsregionen mit ihren überwiegenden Nadelwaldgesellschaften zeigen sich anfällig gegenüber Stürmen. Ein Anstieg der Auftretenswahrscheinlichkeit von Stürmen wie Lothar (1999), Kyrill (2007) oder Niklas (2015) kann erhebliche wirtschaftliche Folgen mit sich bringen. Waldumbaumaßnahmen hin zu zukunftsfähigen Mischbeständen können diese Folgen abmildern.



Almwirtschaft

Eine standortangepasste Beweidung der Almen und Alpen sichert nachhaltig eine von Menschenhand geschaffene Kulturlandschaft im Berggebiet. Die Offenhaltung dieser Landschaft ist ein allgemein akzeptiertes Ziel und wird staatlicherseits durch entsprechende Fördermaßnahmen unterstützt. Die zunehmende Erderwärmung bewirkt eine deutliche Verlängerung der Vegetationszeiten, vor allem im Frühjahr beginnt das Graswachstum wesentlich

früher als vor 40 Jahren. Die höheren Temperaturen während der Vegetationszeiten sorgen für mehr Wachstum auch in den Höhenlagen. Die höheren Futtererträge erfordern zwingend eine Anpassung der Auftriebszeiten und eine Erhöhung der aufgetriebenen Tiere sofern die Fläche genutzt werden soll. Mit Hilfe mobiler Zauneinrichtungen sorgt eine gelenkte Weideführung für eine gleichmäßige Nutzung der Alm- und Alpweiden.



Ein abgestimmtes Zusammenwirken der drei Managementfaktoren sichert eine optimale Almbeweidung.

Ökosysteme

Die Alpen sind durch eine hohe Vielfalt an endemischen Tier- und Pflanzenarten geprägt. Der Temperaturanstieg begünstigt zum einen die Verschiebung der Lebensräume von anpassungsfähigen Tieren und Pflanzen in höhere Lagen sowie eine längere Vegetationsperiode und kürzerer Schneebedeckung mit Vorteilen für früh- und spätblühende Arten. Allerdings ist dies, mit zunehmender Höhe, auch mit einem zunehmenden Nettoflächenverlust verbunden. Tiere und Pflanzen mit geringem Ausbreitungspotenzial und geringen Ausweichmöglichkeiten sind besonders gefährdet. Auch eine Verschiebung für Arten der kühlen und nivalen Zone

nahe den Gipfellen in höhere Lagen ist begrenzt möglich. Insbesondere über der Baumgrenze werden hohe Biotopverluste und eine zunehmende Verinselung der Populationen von Hochgebirgsarten erwartet (BMU 2008).

Neben dem Klimawandel unterliegen die alpinen Ökosysteme in besonderem Maße dem menschlichen Einfluss vor allem durch stärkere Nutzung infolge steigender Touristenzahlen und Ausweitung beziehungsweise Intensivierung der Freizeitangebote (Wandern, Klettern, Mountainbiken).

Naturgefahren

Für die Alpen besonders relevant sind Naturgefahren wie Hangbewegungen, Lawinen, Muren, Felsstürze und Steinschläge, die auch als Folge von Extremereignissen wie Starkregen auftreten können. Durch das Auftauen von Permafrost im Hochgebirge wird die Hangstabilität reduziert und die Bildung von Hangbewegungen, Rutschungen und Felsstürzen begünstigt. Das Wachstum von Gletscherseen durch zunehmende Schmelzvorgänge oder Starkregenereignisse

kann zu Gletscherseeausbrüchen und Überschwemmungen mit nachfolgenden Murenabgängen führen. Im Juni 2015 beschädigte beispielsweise eine Schlammlawine den Skisportort Oberstdorf. Auch abrupte Eis- und Felsstürze sowie Steinschläge sind potenzielle Gefahren, die aus Schmelz- oder Auftauvorgängen resultieren. Des Weiteren erfolgt eine Erhöhung der wasserwirtschaftlichen Risiken unter anderem durch Überschwemmungen und Lawinen.



Anrisskante einer Bodenlawine

Tourismus

Grundsätzlich ist ein weiterer Rückgang der Schneesicherheit durch mildere, schneeärmere Winter und einer kürzer andauernden Schneedecke erkennbar, mit Auswirkungen für den Wintersporttourismus in den Bayerischen Alpen. Bereits bei einem Temperaturanstieg von +3 °C, wie er bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts prognostiziert wird, würden die schneebedeckten Flächen im Alpenraum stark schrumpfen. Im Gegensatz zum Wintertourismus dürfte der Sommertourismus von den klimatischen Änderungen profitieren. Die kühlere Bergluft bietet vor allem während hoher Temperaturen im Flachland ein wertvolles Ausgleichs- und Erho-

lungspotenzial. Zudem verlängert sich die klimatisch begünstigte Reisezeit in Frühjahr und Spätherbst, mit Chancen für die Beherbergungs- und Almwirtschaft.

KLIMAAANPASSUNG IM ALPENRAUM

Basierend auf den dargestellten Klimafolgen im Alpenraum zeigt sich ein besonderer Handlungsbedarf bei den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Boden und Georisiken sowie dem Tourismus als einem der Hauptwirtschaftszweige des Alpenraums.

Wichtiges Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung und zum Schutz des Bayerischen Alpenraums bildet die Alpenkonvention nebst ihren Protokollen. Das internationale Abkommen zwischen den Alpenländern und der EU beinhaltet Verpflichtungen auf europäischer, nationaler, regionaler und lokaler Ebene⁵⁵. Mittels einer Reihe an Aktivitäten und Projekten sollen die Ziele des Vertragswerks der Alpenkonvention umgesetzt werden. Künftig wird auch die makroregionale EU-Strategie für den Alpenraum (EUSALP) Instrumente und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel bieten.

Darüber hinaus widmet sich in Bayern eine Vielzahl von Projekten und Studien den Folgen und der Anpassung an den Klimawandel im Alpenraum. Nachfolgend werden exemplarisch laufende beziehungsweise kürzlich abgeschlossene Projekte und Studien vorgestellt:

HISTALP – Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region (seit 1997): Das Ziel des Forschungsprojekts war die Schaffung einer geeigneten Klimadatenbasis für den Großraum Alpen zur Quantifizierung des regionalen Klimawandels.

Projektleitung: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Österreich

GLORIA – Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (seit 2001): Mit GLORIA wird die Hochgebirgsvegetation als genereller Indikator für die Wirksamkeit des Klimawandels genutzt.

Projektleitung: Institut für Ökologie und Naturschutz an der Universität Wien unter Beteiligung der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden

ClimChAlp – Climate Change, Impacts and Adaptation Strategies in the Alpine Space (2006 bis 2008): Ziel des Projektes war es, mit fundierten Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels im Alpenraum das gesellschaftliche Bewusstsein zu schärfen und den politisch Handelnden und der öffentlichen Verwaltung Empfehlungen anzubieten, wie man mit den zukünftigen Herausforderungen umgehen und dabei für eine nachhaltige Entwicklung in den betroffenen Bereichen sorgen kann.

Projektleitung: StMUV mit Projektpartnern aus Österreich, Schweiz, Italien, Liechtenstein, Frankreich, Slowenien und Deutschland

Im Projekt PermaNET – Permafrost Long-Term Monitoring Network (2007 bis 2011) wurde das Vorkommen von Permafrost in den bayerischen Alpen kartiert. Ziel des Projektes war es, einen wesentlichen Beitrag zum Schutz des Lebensraumes vor Naturgefahren, die direkt oder indirekt mit Permafrost und Permafrostdegradation zusammenhängen, zu leisten.

Projektleitung: Autonome Provinz Bozen - Südtirol

CLISP – Climate Change Adaptation by Spatial Planning in the Alpine Space (2008 bis 2011): im Mittelpunkt des Projekts standen die Möglichkeiten der Klimaanpassung in der Raumordnung. Dabei wurden klimasichere Raumordnungslösungen erarbeitet.

Projektleitung: Umweltbundesamt (UBA) mit Projektpartnern aus Österreich, Italien, Deutschland, Slowenien, der Schweiz und Liechtenstein

AdaptAlp – Adaptation to Climate Change in the Alpine Space (2008 bis 2011): Innerhalb des Projektes wurden Strategien erarbeitet, wie auf einen Klimawandel im Alpenraum reagiert werden kann. Ein weiteres Ziel von AdaptAlp war die Ermittlung zuverlässiger Daten zur Bestimmung von Bemessungsereignissen für zukünftige Szenarien, die einer Klimaveränderung Rechnung tragen.

Projektleitung: StMUV mit Projektpartnern aus Österreich, Italien, Deutschland, Slowenien, Frankreich und der Schweiz

WINALP – Waldinformationssystem Nordalpen (2008 bis 2011): Im Projekt haben Forstwissenschaftler, Bodenkundler und GIS-Fachleute für 400.000 ha Wald in den Kalkalpen entlang der Grenze zwischen Bayern, Tirol und Salzburg neue standörtliche Grundlagen für die Bewirtschaftung, Pflege und Sanierung von Bergwäldern erarbeitet.

Projektleitung: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

SICALP – Standortsicherung im Kalkalpin (2010 bis 2013): Im Projekt wurden sowohl vorausschauend im Hinblick auf den Klimawandel als auch kurativ nach Katastropheneignissen (Windwurf, Borkenkäfer) Bergwälder im Kalkalpin untersucht, um langfristig die Schutzfunktionen der Bergwälder sichern zu können.

Projektleitung: Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt, Technische Universität München (TUM)

STRATALP – Wälder der Kalkalpen – Strategien für die Zukunft (2013 bis 2014): Aufbauend auf den Projekten WINALP und SICALP wurden Methoden zur Bewertung von Waldstandorten in den Nördlichen Kalkalpen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit für Standortdegradation erarbeitet und in Beispielsgebieten verifiziert.

Projektleitung: Institut für Waldökologie, BOKU Wien

C3-Alps – Capitalising Climate Change Knowledge for Adaptation in the Alpine Space (2012 bis 2014): Das EU-Projekt baut auf den Erkenntnissen von AdaptAlp und weiteren Vorgängerprojekten auf und führte deren Ergebnisse zusammen, um die Anwendung in Politik und Praxis zu fördern.

Projektleitung: Österreichisches Umweltbundesamt unter Beteiligung von StMUV und Projektpartnern aus Österreich, Italien, Frankreich, Slowenien, der Schweiz und Liechtenstein

BWO-Projekte – Projekte Bergwaldoffensive (seit 2008): Im Rahmen der Bergwaldoffensive werden Maßnahmen zur Stabilisierung und nachhaltigen Anpassung der Bergwälder an den Klimawandel intensiviert und im Einklang mit den Zielen der Alpenkonvention umgesetzt.

Projektleitung: Zuständige Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bereich Forsten

KLIMAGRAD I/II (2009 bis 2018): Das Projekt untersucht die Auswirkungen von Umweltveränderungen (durch menschliche Einflüsse) auf das Ökosystem der Alpen.

Projektleitung: Technische Universität München (TUM)

„Bayerische Gletscher im Klimawandel“: Der Statusbericht fasst die bisher gewonnenen Erkenntnisse der Klimafolgen auf die Bayerischen Gletscher zusammen (StMUG 2012a).

RAHMENVORGABEN UND KOMPETENZEN DES BUNDES

Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist in erster Linie eine Aufgabe, die vor Ort unter Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen naturräumlichen Gegebenheiten – also vornehmlich regional – zu leisten ist. Die Aufgaben des Bundes liegen dabei insbesondere in den Bereichen:

- Bereitstellung von Wissen und Informationen
- Setzung von Rahmenbedingungen
- Durchführung von Aktivitäten in direkter Bundesverantwortung
- Wahrnehmung der internationalen Verantwortung

Auf Bundesebene wurde das Thema Klimaanpassung erstmals im Jahr 2005 im Rahmen des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung thematisiert. Am 17. Dezember 2008 hat das Bundeskabinett die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) beschlossen. Darin werden Handlungsmöglichkeiten und -erfordernisse gegenüber den Folgen des Klimawandels beschrieben. Die Strategie stellt vorrangig den Beitrag des Bundes dar und bietet auf diese Weise eine Orientierung für andere Akteure. Ziel der DAS ist es die Verwundbarkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu mindern beziehungsweise die Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme zu erhalten oder zu steigern und mögliche Chancen zu nutzen.

Der „Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (APA I von 2011) unterlegt die in der DAS genannten Ziele und Handlungsoptionen mit spezifischen Aktivitäten und stellt dabei vor allem Aktivitäten des Bundes dar, die den vier handlungsfeldübergreifenden strategischen Säulen zugeordnet sind (s.o. Aufgaben des Bundes). Die Schwerpunktsetzungen des Aktionsplans geben zugleich eine Orientierung für andere Akteure. Neben der Darstellung der bundesseitigen Vorhaben spricht der Aktionsplan beispielhaft gemeinsame Aktivitäten von Bund und Ländern an. Im Mittelpunkt stehen das Klimafolgen-Monitoring und Frühwarnsysteme. Außerdem gibt der Aktionsplan einen zusammenfassenden Überblick über Initiativen und Prozesse der Bundesländer zur Entwicklung eigener Anpassungsstrategien und -aktionspläne. Ein aktualisierter APA, der „Aktionsplan Anpassung II“

ist Teil des Fortschrittsberichtes vom 16. November 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Der Fortschrittsbericht enthält konkrete Schritte zur Weiterentwicklung und Umsetzung der DAS und wurde auf Basis neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse erarbeitet. Hierzu zählen:

Monitoring-Bericht

Der Monitoring-Bericht vom Mai 2015 beschreibt auf der Grundlage definierter Indikatoren den Stand der aktuellen Entwicklung und Umsetzung der Anpassung an den Klimawandel in Deutschland. Für das Monitoring entwickelte das Umweltbundesamt unter breiter fachlicher Beteiligung von Behörden des Bundes und der Länder, von Verbänden, Unternehmen und Wissenschaftlern ein Indikatorensystem. In einem mehrstufigen Prozess wurden zu den 15 Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie Indikatoren entwickelt, die aufzeigen, wie Deutschland vom Klimawandel betroffen ist und wo bereits Maßnahmen zur Anpassung ergriffen werden. Das Indikatorensystem zur DAS ist in erster Linie ein Instrument des Bundes, das den Prozess der Umsetzung der DAS langfristig begleiten soll.

Vulnerabilitätsanalyse

Das Netzwerk Vulnerabilität, ein Netzwerk von 16 Bundesbehörden und -instituten und unterstützt von einem wissenschaftlichen Konsortium, hat 2011 bis 2015 eine Analyse der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) Deutschlands gegenüber dem Klimawandel durchgeführt. Sie hatte zum Ziel, Risiken des Klimawandels und Handlungserfordernisse für die Bundesebene zu priorisieren. Dafür wurden bestehende regionale und sektorale Betrachtungen der Folgen des Klimawandels und Vulnerabilitätsstudien analysiert und eine Methodik für eine neue sektorenübergreifende, deutschlandweit einheitliche Vulnerabilitätsanalyse entwickelt. Mittels der Vulnerabilitätsanalyse wurden in einem Screening-Verfahren deutschlandweit und handlungsfeldübergreifend die Regionen und Systeme identifiziert, die besonders durch den Klimawandel gefährdet, das heißt vulnerabel, sind. Die Ergebnisse wurden auf der Fachkonferenz „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ am 1. Juni 2015 vorgestellt und im November 2015 veröffentlicht.



Klimakonferenz Paris 2015

Die Ansätze der Deutschen Anpassungsstrategie und die Grundlagen für ihre Fortschreibung sind auch von Relevanz für die Weiterentwicklung der BayKLAS und wurden - soweit anwendbar - in den entsprechenden Kapiteln genutzt.

Auf europäischer Ebene ist der Umgang mit den Folgen des Klimawandels dadurch gekennzeichnet, dass noch nicht alle Mitgliedstaaten über eine Anpassungsstrategie verfügen. Vor diesem Hintergrund hat die Generaldirektion KLIMA der Kommission im Jahr 2013 ein Strategiepaket zur Anpassung an den Klimawandel vorgelegt. Dieses schlägt einen Handlungsrahmen vor, der nationale, regionale und lokale Anstrengungen sinnvoll ergänzen soll. Das wichtigste Element des Strategiepaketes bildet die „EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ vom April 2013. Sie stellt eine Bestandsaufnahme zu aktuellen und zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels bereit. Außerdem gibt sie einen Überblick über künftige Prognosen und stellt die Kosten des Nichthandelns dem Mehrwert des rechtzeitigen Handelns in Bezug auf gegenwärtige und unvermeidbare Folgen des Klimawandels gegenüber.

Aus deutscher und bayerischer Sicht ist dabei aber von wesentlicher Bedeutung, dass Anpassungsmaßnahmen in einer regionalen Kulisse umgesetzt werden müssen und daher insbesondere die Einführung neuer Regelungen und

Vorschriften für die EU insgesamt kritisch betrachtet werden müssen.

Im internationalen Kontext hat erstmals die Weltklimakonferenz von Paris 2015 (COP 21) die Notwendigkeit der Klimaanpassung auch global anerkannt. Der Klimavertrag von Paris unterstützt dabei Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel insbesondere in den Entwicklungsländern und nimmt auch bereits eingetretene Klimaschäden in den Focus. Die Industriestaaten sollen dafür zwischen 2020 und 2025 jährlich 100 Mrd. US-\$ mobilisieren, um Entwicklungsländer bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu unterstützen.

PROJEKTE, FORSCHUNGS- UND UNTERSUCHUNGSBEDARF

Projekte

In Bayern wird eine Vielzahl an Projekten zu Klimafolgen und Klimaanpassung in fast allen klimasensitiven Handlungsbereichen durchgeführt. Neben der Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen werden Auswirkungen

des Klimawandels sowie deren Betroffenheit untersucht und Anpassungsmaßnahmen entwickelt. Im Folgenden wird eine Auswahl an aktuellen Projekten und Initiativen vorgestellt:

Klimaanpassungsmonitoring und -projektionen

BayKLAS – Umsetzung und Weiterentwicklung der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (2015 bis 2018)

Ziel des Projektes ist es, entsprechend den Vorgaben des Klimaprogramms Bayern 2050, Klimaanpassungsaktivitäten in Bayern strukturell und inhaltlich weiterzuentwickeln und Klimaanpassung im Bewusstsein der Öffentlichkeit verstärkt zu verankern. Mit der Erstellung von 2 Broschüren zur Klimaanpassung in Bayern wird die Öffentlichkeit über Hintergründe, Beispiele und die Notwendigkeit von Klimaanpassung informiert. Darüber hinaus wird ein „Klima-Anpassungsindikatorensystem“ zur Validierung der Folgen und Anpassungsmaßnahmen für Bayern entwickelt.

Projektleitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

BayKliZ – Klimazukunft Bayern – Leitwerte für die Klimaanpassung (2015 bis 2017)

Innerhalb des Projektes wird eine bayernweit abgestimmte und insgesamt erweiterte Datengrundlage von ca. 58 regionalen Klimaprojektionen (sowohl SRES als auch RCPs) für Anpassungsaktivitäten von staatlichen und kommunalen Verwaltungen auf regionaler und lokaler Ebene geschaffen. Diese Datengrundlage ermöglicht es, die zukünftige Entwicklung von Leitparametern wie Hitzetage, Starkniederschlag oder Trockenheit zu berechnen. Gleichzeitig können bisher verwendete Projektionen in die erweiterte Datengrundlage eingeordnet und bewertet werden. Mit der Konzeption eines webbasierten Bayerischen Klimainformationssystems (BayKIS) wird die Grundlage für einen einfachen Zugang und Austausch von Klimamodelldaten und Ergebnissen entwickelt.

Projektleitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Wasserwirtschaft

KLIWA – Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (1999 bis 2017)

Seit 1999 besteht das Kooperationsvorhaben zwischen den Ländern Baden-Württemberg und Bayern sowie dem Deutschen Wetterdienst. Im Jahr 2007 trat Rheinland-Pfalz als vierter Kooperationspartner dem Vorhaben bei. Schwerpunkt der aktuellen KLIWA-Phase VI (2015-2017) sind die Durchführung von Vulnerabilitätsstudien und die Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Dies geschieht unter Einbeziehung der Akteure vor Ort in Form lokaler Fallstudien.

Themenschwerpunkte sind Niedrigwasser und die Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerökologie. Aufbauend auf den fachlichen Grundlagen werden Anpassungskonzepte entwickelt.

Projektleitung: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM BW), Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (MULEWF RLP), Deutscher Wetterdienst (DWD)

Weiterführende Informationen:
www.kliwa.de am 16.03.2016

ClimEX – Klimawandel und Hydrologische Extremereignisse – Risiken und Perspektiven für die Wasserwirtschaft in Bayern (2015 bis 2019)

Ziel des Projekts ist es, die Folgen des Klimawandels auf hydrologische Extremsituationen verbessert analysieren und quantifizieren zu können sowie aus diesen Ergebnissen Empfehlungen für eine vorausschauende Bewirtschaftung der bayerischen Wasserressourcen

abzuleiten. Neben der Bewertung der Hochwassersituation in Bayern wird die Entwicklung von Niedrigwassersituationen untersucht und dazu räumlich differenzierte, qualitative Aussagen getroffen.

Projektbegleitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Weiterführende Informationen: www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/projekte/klimex/index.htm am 16.03.2016

Landwirtschaft

Arbeitsschwerpunkt Klimaänderung der LfL

Alle Projekte und Aufgaben der LfL zum Thema Klimaänderung werden hier gebündelt und koordiniert. Informationen zu laufenden Vorhaben und Forschungsprojekten bietet die Internetseite:

www.lfl.bayern.de/schwerpunkte/klimaaenderung/index.php am 16.03.2016

AgroKlima Bayern (2008 bis 2014)

In verschiedenen Teilprojekten wurden unter anderem Streifenversuche an selektierten bayerischen Agrarstandorten mit unterschiedlichen Techniken für Regelfahrspurverfahren und Streifenbearbeitung angelegt. Ziel dabei ist die Untersuchung des Einflusses der genannten Verfahren auf Wassereffizienz, Ertrag und Qualität im Vergleich zur üblichen Mulchsaat. In einem weiteren Teilprojekt werden verschiedene Tropfbewässerungsverfahren zur wasser- und energiesparenden Bewässerung von Speisekartoffeln untersucht und das Bewässerungsmanagement optimiert. Ziel des Vorhabens ist eine effiziente Nutzung der Tropfbewässerungstechnik.

Projektleitung: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Weiterführende Informationen: www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/marktfruchtanbau/ am 16.03.2016

Ertrags- und Qualitätssicherheit bei Getreide – Selektion durch kontrollierten Trockenstress (2009 bis 2015)

Ziel des Projektes war es, Methoden zu evaluieren, die für eine effiziente Selektion auf Toleranz gegenüber Trockenstress geeignet sind. Dafür wurde ein Sortiment von Gerste in einem eigens errichteten Rollgewächshaus unter simuliertem Trockenstress geprüft. Einige Gerstentypen mit guter Stresstoleranz wurden selektiert. Darüber hinaus wurden Genombereiche identifiziert, die zu erhöhter Stresstoleranz beitragen.

Stadtgrün 2021 (2009 bis 2021)

Im Rahmen des Projekts werden zukunftssträchtige Baumarten aus dem (süd-)osteuropäischen, aber auch nordamerikanischen und asiatischen Raum auf ihre Eignung als Stadtbaum im Zuge des Klimawandels getestet. In den drei repräsentativen Städten Würzburg, Hof/Münchberg und Kempten werden diese im Langzeitversuch angepflanzt und regelmäßig auf Frost- und Trockenschäden, Kronenvitalität, Gesundheit und Zuwachsleistung bonitiert und die Phänologie der einzelnen Baumarten aufgezeichnet.

Projektleitung: Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG)

Weiterführende Informationen: www.lwg.bayern.de/landespflege/urbanes_gruen/085113/ am 16.03.2016

Wald und Forstwirtschaft

Bayerisches Standortinformationssystem (BaSIS) (seit 2008)

Das innerhalb mehrerer Forschungsprojekte entwickelte Bayerische Standortinformationssystem hilft den Waldbesitzern, Chancen und Risiken bei der Auswahl klimaangepasster Baumartenzusammensetzungen im Rahmen der Beratung gegeneinander abzuwägen. Dieses Instrument, das kontinuierlich weiterentwickelt wird, liefert Antworten auf die bedeutende Frage: Welche Baumartemischung birgt im Hinblick auf den Klimawandel ein geringes Betriebsrisiko, nutzt die Chance für eine ertragreiche Bewirtschaftung und kommt mit den Standortbedingungen der Zukunft am besten zurecht?

Projektleitung: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)

Weiterführende Informationen:
www.lwf.bayern.de/boden-klima/standortinformationssystem/index.php
am 16.03.2016

Herkünfte verschiedener Baumarten und Klimawandel (seit 2008)

Leistungsfähiges und hochwertiges Forstvermehrungsgut bildet die Basis für einen erfolgreichen Waldumbau. Im Rahmen von mehreren Forschungsprojekten wird die Anbaueignung verschiedener Baumarten in Bayern geprüft

und die Basis geschaffen, dass forstliches Vermehrungsgut von hoher genetischer Qualität für waldbauliche Maßnahmen zur Anpassung der bayerischen Wäldern an den Klimawandel zur Verfügung steht.

Projektleitung: Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)

Weiterführende Informationen: www.asp.bayern.de/074383/index.php am 16.03.2016

WUKS – Waldumbauprogramm Klimawandel im Staatswald Bayern

Durch das 2004 gestartete Waldumbauprogramm Klimawandel im Staatswald Bayern sollten seinerzeit neben dem ohnehin laufenden Waldumbau zusätzlich 10.000 Hektar Nadelholzwälder in Mischwälder umgewandelt werden, um den Folgen des Klimawandels zu begegnen. Die Inhalte von WUKS sind inzwischen integraler Bestandteil der Staatswald-Bewirtschaftung durch die Bayerische Staatsforsten (BaySF), so dass es als eigenständiges Programm nicht mehr in Erscheinung tritt.

Projektleitung: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), Bayerische Staatsforsten (BaySF)

Weiterführende Informationen:
www.waldundklima.de/klima/klima_docs/uba_dez2008_forstwirtschaft_anpassung.pdf
am 16.03.2016

Naturschutz

Moorclimb – Moore und Moorrenaturierung in Bayern – Klimarelevanz, Klimaentlastung und Synergien mit dem Schutz der Biodiversität

Differenzierte Darstellungen der jeweiligen Treibhausgas-Reduktionswerte aus unterschiedlichen Moortypen, Moorböden und Moornutzungen mit Darstellung der Synergien für die Biodiversität anhand ausgewählter Arten, Gruppen und Lebensraumtypen.

Projektleitung: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (Prof. Drösler)

Weiterführende Information zum Moor-

schutz: www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/index.htm am 16.03.2016

GLORIA – Global Observation Research Initiative in Alpine Environments (seit 2001)

Mit GLORIA wird die Hochgebirgsvegetation als genereller Indikator für die Wirksamkeit des Klimawandels genutzt. Das Netzwerk wird als Frühwarnsystem fungieren, welches Langzeitveränderungen der Habitate und der Biodiversitätsmuster bis hin zum drohenden Aussterben von Arten feststellt und realistische Szenarios entwirft, in welchem Ausmaß und in welche Rich-

tung diese Veränderungen erfolgen. Im Nationalpark Berchtesgaden wurden zwischen 2004 und 2006 verschiedene Probestellen eingerichtet. Die Daten werden in die zentrale botanische Datenbank der Nationalparkverwaltung integriert.

Projektleitung: Institut für Ökologie und Naturschutz an der Universität Wien unter Beteiligung der Nationalparkverwaltung Berchtesgaden

Weiterführende Informationen:
www.gloria.ac.at/ am 16.03.2016

Bodenschutz und Georisiken

Permafrost an der Zugspitze (2006 bis voraussichtlich 2022)

Veränderungen im Permafrost sind nicht nur ein langfristiger Klimaindikator, sie haben auch eine grundsätzliche praktische Bedeutung für Gebäudegründungen und für Felssturzgefahren. 2007 wurde quer durch den Gipfelgrat der Zugspitze eine Bohrung abgeteuft und eine permanente Temperaturmessanlage installiert. Ziel der Messanlage ist es, langfristige Veränderungen im Bestand des Permafrostes zu erfassen

und zu dokumentieren. Die Ergebnisse sollen interessierten Forschungseinrichtungen zu weiteren Untersuchungen und Modellierungen zur Verfügung gestellt werden.

Projektleitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Weiterführende Informationen:

www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/projekte/permafrost_zugspitze/ am 16.03.2016

Gesundheit

UV-Strahlung und Sonnenschutz von Kindern: Evaluation von Präventionskampagnen (2010 bis 2011)

Im Rahmen des 5. GME-Surveys 2010/2011 wurden von Herbst 2010 bis Sommer 2011 Eltern von fünf- bis sechsjährigen Kindern in drei Landkreisen und drei kreisfreien Städten in Bayern zur Thematik UV-Strahlung und Sonnenschutz von Kindern befragt. Erhoben wurde dabei, wie häufig sich Kinder im Freien in der Sonne aufhalten, wie oft sie bereits einen Sonnenbrand hatten und welche Sonnenschutzmaßnahmen die Eltern treffen. Die Befragung hat zum Ziel zu klären, in welchem Ausmaß die Eltern geeignete Sonnenschutzmaßnahmen für ihre Kinder treffen und ob die Kenntnis der Präventionskampagnen hierauf einen Einfluss hat (Klostermann und Bolte 2012).

Aktionsprogramm Ambrosiabekämpfung in Bayern (seit 2007)

Das Bayerische Staatsministerium für Gesundheit und Pflege - StMGP - (ehemals StMUG) ruft seit 2007 jährlich in einem konzertierten Aktionsprogramm zur Bekämpfung der aus Nordamerika eingewanderten Beifuß-Ambrosie auf. Seit 2009 werden die Kreisverwaltungsbehörden außerdem gebeten, zur Verlaufsdocumentation das Meldeformular „Standort-/Bekämpfungsmeldung“ auszufüllen und an die LfL zu senden. Einzelpflanzen und Nester mit weniger als 100 Pflanzen entfernt jeder Finder selbst. Meldungen von größeren Ambrosiabeständen, das heißt mehr als ca. 100 Pflanzen, sollen möglichst mit aussagekräftigen beschrifteten Fotos, wie Abzügen, Ausdrucken oder CDs, bei der örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörde, Landratsamt oder Stadtverwaltung, erfolgen.

Projektleitung: Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (StMGP)

Weiterführende Informationen: www.stmgrp.bayern.de/aufklaerung_vorbeugung/ambrosia/index.htm am 16.03.2016

Katastrophenschutz

GeoKat – Geographisches Katastrophenschutzinformationssystem (2014 bis 2016)

Zur Unterstützung des Aufgabenbereiches Katastrophenschutz wurde ein webbasierter Katastrophenschutzatlas entwickelt. Die Hauptzielgruppe der Anwendung sind sämtliche Katastrophenschutzbehörden aller drei Verwaltungsebenen mit zugehörigen Führungsgruppen

Katastrophenschutz (FÜGK) und den Örtlichen Einsatzleitungen (ÖEL). GeoKat wurde Anfang 2016 den bayerischen Katastrophenschutzbehörden kostenlos zur Verfügung gestellt.

Projektleitung: Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (StMFLH) und Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (StMI)

Raumordnung

Klima NEU (2009 bis 2011)

Mit dem im Rahmen des Modellvorhabens der Raumordnung (MORO) „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KLIMA MORO) geförderten Vorhaben „Klima NEU“ wurden im Landkreis Neumarkt i.d.OPf. in einem partizipativen Prozess raumspezifische Strategien und bedarfsgerechte Maßnahmenvorschläge der Regionalentwicklung zum Klimawandel erarbeitet. Fokus des Vorhabens war die Vorbereitung der Fortschreibung eines regionalen Entwick-

lungskonzepts, der Aufbau beziehungsweise die Stärkung regionaler Netzwerke und Kooperationsstrukturen sowie die Erstellung von Aktionsprogrammen zu aktuellen Handlungsanforderungen. Dabei wurden besonders die regionalen Planungsstellen, die Gemeinden, die Fachverwaltungen und Verbände einbezogen (Jacoby 2013).

Projektleitung: Landratsamt Neumarkt i.d.OPf.
Weiterführende Informationen:
www.klimaanpassung-landkreis-neumarkt.de/
am 16.03.2016

Städtebau/Bauleitplanung

StadtKlimaExWoSt – Urbane Strategien zum Klimawandel: Kommunale Strategien und Potenziale (2009 bis 2013)

Das Forschungsvorhaben als Teilvorhaben im Experimentellen Wohnungs- und Städtebau – ExWoSt setzte sich mit der Anpassung an den Klimawandel auf Ebene der Städte und Gemeinden auseinander. Modellregionen waren unter anderem die bayerischen Städte Nürnberg und Regensburg. Ziele waren die modellhafte Erprobung integrierter Handlungskonzepte speziell zum klimawandelgerechten Stadtumbau im Sinne der Bestandserneuerung sowie die Erarbeitung konkreter Handlungsempfehlungen und aktorsgruppenspezifische Öffentlichkeitsarbeit. In diesem Zusammenhang erfolgten eine praxisbezogene Prüfung bestehender und neuer städtebaurechtlicher

Instrumente sowie die Weiterentwicklung des Stadtklimalotsen.

Projektleitung: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)

Weiterführende Informationen:
www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2014/KlimaresilienterStadtumbau/01_Start.html?nn=430172 am 16.03.2016

Bauwesen

ZSK – Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung (2013 bis 2016)

Das ZSK erweitert Ansätze zu integrierten städtebaulichen Konzepten und entwickelt Leitfäden für die zukünftige Entwicklung in urbanen Räumen und konkrete städtebauliche Maßnahmen.

Ziel ist es, dem Klimawandel entgegenzuwirken und die Resilienz bayerischer Städte in Bezug auf Klimaänderungen zu verbessern.

Projektleitung: Technische Universität München (TUM)

Weiterführende Informationen: www.zsk.tum.de am 16.03.2016

Straßenbau und Verkehr

Radschnellwege in der Metropolregion Nürnberg

In der Metropolregion Nürnberg haben sich fünf Städte (Nürnberg, Fürth, Erlangen, Schwabach, Herzogenaurach) und 4 Landkreise (Lauf, Roth, Erlangen-Höchstadt, Nürnberger Land) zusammengeschlossen, um das Thema Radschnellwege über die kommunalen Grenzen hinweg für die gesamte Region untersuchen zu lassen. Aufbauend auf ein Wunschliniennetz mit 20 Verbindungen wurde im August 2015 eine Studie beauftragt, die sowohl grundsätzliche Fragestellungen als auch konkrete Potenziale beleuchten soll. In einem zweiten Teil soll die Machbarkeit von voraussichtlich sechs ausgewählten Korridoren untersucht werden. Weil die Studie durch die polyzentrische Raumstruktur besonders geeignet ist, grundsätzliche Fragestellungen zu Baulast, Trägerschaft und Finanzierung beispielhaft für ganz Bayern unter Berücksichtigung der bayerischen Rahmenbedingungen zu beleuchten, wird sich der Freistaat mit 50 % der Kosten am ersten Teil der Studie beteiligen. Mit Ergebnissen wird im Sommer 2016 gerechnet.

Radschnellwege in der Metropolregion München

Im Raum München haben sich unter Koordination des „Planungsverbandes Äußerer Wirtschaftsraum München“ die Landkreise Dachau, Ebersberg, Fürstfeldbruck und München mit der Landeshauptstadt zusammengeschlossen, um eine Potenzialanalyse erarbeiten lassen, die 14 Haupt- und drei Ergänzungskorridore aufgezeigt hat. Aus diesen vielversprechenden Korridoren, die aus allen Himmelsrichtungen auf München zulaufen, wurde ein Pilotkorridor gewählt. Zu diesem soll im Frühjahr 2016 eine Machbarkeitsstudie beauftragt werden.

Energiewirtschaft

Energie-Atlas Bayern

Der Energie-Atlas Bayern ist das zentrale Internet-Portal der Bayerischen Staatsregierung zur Umsetzung der Energiewende. Es wird unter der Federführung des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (StMWi) kontinuierlich weiterentwickelt. Das Portal stellt in Form von eng mit-

einander verzahnten, interaktiven Karten und Texten kostenlos eine Fülle von Informationen zum Energiesparen, zur Energieeffizienz und zu erneuerbaren Energien für Bürger, Kommunen, Behörden und Unternehmen bereit.

Weiterführende Informationen:

www.energieatlas.bayern.de/ am 16.03.2016

Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie (2008 bis 2015)

Im Rahmen des Projektes wurde ein Online-Tool entwickelt, das zeigt, welche Möglichkeiten zur Erdwärmennutzung an konkreten Standorten in Bayern bestehen. Alle Karten und die zugehörigen Datenpools werden nach Fertigstellung in das Bodeninformationssystem (BIS) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt eingestellt und werden dann gemäß den daten-

schutzrechtlichen Bestimmungen von jedermann nutzbar sein. Durch den Einsatz von Erdwärme können bei einem Einfamilienhaus Jahr für Jahr rund 2 Tonnen Kohlendioxid-Emissionen eingespart werden.

Projektleitung: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Weiterführende Informationen: www.lfu.bayern.de/geologie/hydrogeologie/iogi/index.htm am 16.03.2016

Industrie und Gewerbe

Die Wirtschaft und der Klimawandel – Reaktionen der Unternehmen (2009)

Bisher ist nur wenig darüber bekannt, wie sehr sich Unternehmen vom Klimawandel betroffen fühlen, wie sie darauf reagieren und was sie von der Politik erwarten. Aus diesem Grund

haben das StMUG und die IHK für München und Oberbayern unter der Projektträgerschaft der bifa Umweltinstitut GmbH eine Befragung oberbayerischer Unternehmen durchgeführt.

Weiterführende Informationen: www.muenchen.ihk.de/de/presse/Anhaenge/Klimastudie-Broschuere.pdf am 16.03.2016

Tourismus

Wohlfühlregion Fichtelgebirge (seit 2002)

Zehn Gemeinden des Fichtelgebirges haben sich zur "Wohlfühlregion Fichtelgebirge" zusammengeschlossen. Im Rahmen der Bewerbung als LEADER+-Region wurde ein Regionales Entwicklungskonzept (REK) erstellt, um über regional angepasste Maßnahmen endogene Potenziale zu aktivieren und die Lebens- und Aufenthaltsqualität der Region für Tagesgäste und Urlauber sowie die Bewohner zu verbessern. Im Rahmen des REK sollen vor allem die Herausforderungen des Klimawandels auf den Tourismus aufgegriffen werden. So wurden beispielsweise die Konzepte „Ganzjahressport – Nordic Parc“ und „Wellness – Fitness – Schönheit: elements5“ entwickelt.

Weiterführende Informationen:

www.wohlfuehlregion-fichtelgebirge.de
am 16.03.2016

Weitergehender Forschungs- und Untersuchungsbedarf

Die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen unterliegt dem wissenschaftlichen Fortschritt der Klimaforschung, praktischen Erfahrungen und politischen, gesellschaftlichen sowie naturräumlichen Rahmenbedingungen. Eine fortwährende Aktualisierung und Nachjustierung von Anpassungsmaßnahmen ist zwingend notwendig. Grundlage dafür liefert die Fortschreibung von Forschung und Entwicklung. Das Klimaschutzprogramm Bayern 2050 stellt dafür insgesamt 43 Mio. € im Doppel-Haushalt 2015/2016 zur Verfügung.

In diesem Zusammenhang sieht das Klimaschutzprogramm Bayern 2050 die Einrichtung eines Forschungsnetzwerks vor (BayKLiF), das die an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen in der Klimaforschung bereits vorhandenen Kompetenzen weiter stärken und vernetzen soll. BayKLiF soll zugleich zwischen Klimaforschung und Klimapolitik vermitteln. Die vernetzten Forschungsaktivitäten sollen sich insbesondere mit Strategien und Modellen zur Milderung des Klimawandels und der regionalen Anpassung an seine Folgen befassen. Das Netzwerk wird stark interdisziplinär ausgerichtet sein und neben den Lebens- und Naturwissenschaften auch die Geistes- und Sozialwissenschaften einbinden. Die Vorarbeiten für die konkrete Ausgestaltung des Netzwerks haben bereits begonnen. Das geplante Gesamtprojektvolumen beläuft sich über eine Laufzeit von fünf Jahren auf insgesamt 18 Mio. €.

Die komplexen Wirkungszusammenhänge innerhalb und zwischen den Handlungsfeldern

erfordern ein fortwährendes Monitoring, um die Auswirkungen des Klimawandels sowie die Vulnerabilität der Systeme hinreichend quantifizieren als auch qualifizieren zu können. Oftmals fehlen allerdings quantitative Modelle und etablierte Indikatoren. Zum anderen erschwert ein teilweise unzureichendes Prozessverständnis die Analyse von Klimawirkungen. Monitoringssysteme und Modelle sind daher zu erhalten und weiterzuentwickeln. Des Weiteren sind besonders die komplexen Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern detaillierter zu untersuchen und zu berücksichtigen.

Großer Forschungsbedarf besteht zudem hinsichtlich robuster Aussagen zur Entwicklung von Extremereignissen und Niederschlag.

Darüber hinaus wird mittels Monitoring beziehungsweise geeigneten Indikatoren eine sach- und fachgerechte Bewertung von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen möglich. Grundlage hierfür ist eine ausreichende Datengrundlage sowie Fortschreibung des Monitorings. Im Rahmen des Projektes „Klimaanpassung in Bayern – Umsetzung und Weiterentwicklung der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)“ soll bis 2018 ein Indikatorensystem nach dem DPSIR-Ansatz zum Monitoring von Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen im Freistaat Bayern entwickelt werden.

Für die Zukunft ergibt sich folgender Forschungsbedarf in den klimasensitiven Handlungsfeldern:

Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen

- Beobachtung der Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen und ggf. Anpassung der Szenarien und Prognosen und ihrer Auswirkungen auf alle Landschaftskompartimente
- Weiterentwicklung der globalen und regionalen Klimamodelle und Erweiterung der Datensätze um regionale Paläotemperaturproxys als Basisdaten für regionale Klimamodelle in enger Kooperation von Behörden und Forschung
- Entwicklung und Einführung eines sektorübergreifenden Klimaindikatorensystems (Modellierung nach dem DPSIR-Ansatz) als Management- und Kommunikationsinstrument für Klimaanpassung und Klimaschutz in Bayern
- Untersuchungen zur Identifikation von Erfolgsfaktoren für die eigenverantwortliche Anpassung von Bürgern und Organisationen an die Folgen des Klimawandels

- Untersuchungen zur raumbezogenen Zuordnung und Bewertung klimabezogener Gefährdungspotenziale (Klimawirkungsanalyse) als Grundlage für regionale Anpassungsmaßnahmen
- Analyse und Prognosen zu Art, Häufigkeit und Umfang von Gebäudeschäden, die aus dem Klimawandel resultieren (Sturmschäden, Hochwasserschäden, Blitzeinschlag etc.)

Wasserwirtschaft

- Fachliche Ausweitung und Fortführung des Untersuchungsprogramms KLIWA unter Verstärkung der Wirkungsmodellierung
- Weiterentwicklung und Verbesserung der Modellierungswerkzeuge zur Erhöhung der Prognosesicherheit der Auswirkungen von regionalen Klimaprojektionen
- Standardisierte Darstellung von Prognoseunsicherheiten zum Beispiel Modellunsicherheiten vermitteln, Bandbreiten vorgeben, Entwickeln standardisierter Szenarios für unterschiedliche Fachplanungen
- Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf Menge und Beschaffenheit des Grundwassers in den für die Wasserversorgung wichtigsten Grundwasserleitern Bayerns unter besonderer Berücksichtigung des Quellschüttungsverhaltens und konkurrierender Wasserentnahmen
- Untersuchung von notwendigen Maßnahmen zur Verbesserung des Trinkwasserschutzes und der Trinkwassersicherheit bei Hochwasser, Starkregenereignissen und Uferfiltrat-Nutzungen
- Weiterentwicklung von integrativen Modellierungsansätzen für flussgebietsbezogene Bewirtschaftungsinstrumente
- Untersuchung der möglichen Zunahme von Naturgefahren aufgrund der Klimaänderung (Hochwasser, Muren, Lawinen)
- Entwicklung von Methoden zur Lösung grenzüberschreitender Umweltkrisen, insbesondere im Wassersektor

Landwirtschaft

- Entwicklung standortangepasster und ressourceneffizienter Produktionssysteme für die Landwirtschaft durch angepasste Forschung und Wissenstransfer
- Untersuchungen zur Anpassung von Schaderregerpopulationen und Ungras-/Unkrautgesellschaften in der Landwirtschaft an geänderte Klimabedingungen, sowie Entwicklung von Entscheidungshilfen und umweltverträglichen Regulierungsverfahren für die landwirtschaftliche Praxis (z. B. Neu-/Weiterentwicklung von Monitoring-Systemen, Untersuchungen zur Biologie und Epidemiologie neu auftretender Schadorganismen, Entwicklung von Expertensystemen und anderen)
- Langfristige Sicherstellung einer neutralen Wissensgewinnung und Wissensbereitstellung, insbesondere durch das landwirtschaftliche Versuchswesen für Pflanzenbau, Sortenfragen, Pflanzenschutz, Pflanzenernährung, Bodenbearbeitung, Verfahrenstechnik und ökologischen Landbau
- Entwicklung klimaangepasster Nutzpflanzensorten durch aktive Züchtungsforschung
- Erhalt und Verbesserung der Resilienz von landwirtschaftlichen Produktionssystemen durch in-situ-Erhaltung von regional angepassten Nutzpflanzensorten und Tierrassen für eine Absicherung und Verbreiterung des für die Züchtung aktiven Genpools

- Entwicklung von Kriterien und Indikatoren zur Erfassung der Effekte des Klimawandels auf pflanzliche und tierische Produktionsverfahren und Umsetzung in Monitoring-Programmen
- Analyse der Folgewirkungen geänderter Landnutzungssysteme auf Natur und Umwelt (Auswirkungen auf Wasser- und Stoffhaushalt, Arten- und Lebensraumvielfalt)
- Entwicklung von Maßnahmen zur Minimierung der Emission klimaschädlicher Gase aus der Landwirtschaft (Pflanzenbau und Tierhaltung)
- Untersuchung des Einsatzes von Kurzumtriebskulturen mit Zusatznutzen für die Anpassung
- Untersuchung klimatoleranter agroforstwirtschaftlicher Bewirtschaftungssysteme

Wald und Forstwirtschaft

- Weiterentwicklung klimatoleranter, flexibler und produktiver Waldbewirtschaftungssysteme und Beratungsinstrumente mit umfassendem Gesamtnutzen (insbesondere Holz, biologische Vielfalt, Kohlenstoff-Speicherung)
- Abschätzung und ggf. Verbesserung der Anpassungsfähigkeit von Baumarten auf Grundlage von genetischen Untersuchungen und Feldversuche (z. B. Transferversuche)
- Auswirkungen des Klimawandels auf abiotische und biotische Waldschutzrisiken
- Auswirkungen des Klimawandels auf ausgewählte Tier- und Pflanzenarten im Waldnaturschutz
- Anpassung der Holzernte und -vermarktung (vom Waldort bis ins Werk) an erhöhte Wettervariabilitäten und Bewältigung von Extremereignissen
- Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldbesitzer und Forstbetriebe sowie Wege zu deren bestmöglicher Information, Motivation und Befähigung zur Anpassung ihrer Wälder und Betriebe
- Entwicklung innovativer Holzprodukte mit Zusatznutzen für die Anpassung
- Erforschung sozioökonomischer Wechselwirkungen bei der Entwicklung einer Bio-Ökonomie
- Untersuchung effektiver Methoden zur Anpassung überhöhter Schalenwild- und Schwarzwildbestände

Naturschutz

- Entwicklung von Kriterien zur stärkeren Berücksichtigung der Ergebnisse der Klimafolgenforschung sowie deren Unsicherheiten in Programmen und Instrumenten des Naturschutzes (Vorsorgeprinzip)
- Langfristige Untersuchung der Reaktion von Arten, Lebensgemeinschaften und Ökosystemen auf Klimaänderungen, zum Beispiel Untersuchung potenzieller Klimaxgesellschaften der Vegetation
- Untersuchung der Reaktion von Arten, Lebensgemeinschaften und Ökosystemen auf durch den Klimawandel bedingte Veränderungen in der Landnutzung
- Begleitende Forschung zu Anpassungsmaßnahmen (z. B. Erfolgskontrollen zum Biotopverbund, Translokationsmaßnahmen)

Bodenschutz und Georisiken

- Grundlagenforschung zur Ermittlung der Auswirkungen des Klimawandels auf Bodenerosion und Humusgehalte der Böden
- Grundlagenforschung zur Interaktion von Klimaänderung und Hangstabilität, insbesondere betreffend den Einfluss des Bergwasserspiegels und des Verwitterungsverhaltens
- Entwicklung von Instrumenten zur Rationalisierung / Automatisierung bei der Erstellung von Gefahrenkarten auf der Basis von genauen digitalen Geländemodellen
- Erkundung der Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren der Radar-Interferometrie (PS, DINSAR; sowohl terrestrisch, als auch Satelliten- oder Flugzeug-gestützt) zur Früherkennung und Überwachung von Hangbewegungen, insbesondere in bewaldeten Bereichen
- Erkundung des Kohlenstoffspeicherpotenzials von Boden und Untergrund unter Berücksichtigung der Temperatursensibilität – auch vor dem Hintergrund gezielter biologisch-technischer Sequestrierungsmaßnahmen

Gesundheit

- Auswirkungen des Klimawandels auf Morbidität und Mortalität
- Entwicklung und Auswirkungen der UV-Strahlung
- Qualität der Innenraumluft im Kontext der Energieeinsparung bei Häusern
- Pollenmonitoring und Verbesserung der Pollenflugvorhersage
- Interaktionen von chemischen Luftaerosolen mit Pollen und Veränderung deren Pathogenität,
- Ausbreitung von Cyanobakterien in aquatischen Systemen
- Monitoring und weiterführende Erforschung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Verbreitung von tierischen Überträgern wie Mücken und Zecken (Risikoanalyse durch Überwachung von Vorkommen und Verbreitung) und durch sie verursachte Krankheiten:
- Entwicklung alternativer Bekämpfungsstrategien
- Ausarbeitung regionaler Vorhersagemodelle

Raumordnung (Landes- und Regionalplanung)

- Regionale Klimaanalyse als Grundlage für die Umsetzung in der Regionalplanung
- Projekt zur Erarbeitung von Handlungsempfehlungen und Datengrundlagen für die Umsetzung von Klimaanpassung

Städtebau/Bauleitplanung/Dorferneuerung, Bauwesen

- Untersuchungen Städtebau / Bestandsgebiete in ihrer Auswirkung auf das Stadtklima
- Identifizieren von Synergien zwischen Vermeidungs- und Anpassungsstrategien
- Bauordnungsrechtliche Begleitung (Normen, Technische Baubestimmungen) der Entwicklung von angepassten Gebäudeformen an extreme Witterungsbedingungen und geänderte klimatische Verhältnisse, zum Beispiel Schneelasten, Stürme etc.
- Bauordnungsrechtliche Begleitung (Zustimmung im Einzelfall, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) der Entwicklung effizienter und umweltfreundlicher Bau- und Dämmmaterialien

Energiewirtschaft

- Entwicklung innovativer Heizungs- und Kühlsysteme für Niedrigenergiehäuser, z. B. nutzerabhängige, trägheitsarme Steuerung bedarfsgesteuert, zeit- und raumvariabel
- Entwicklung überregionaler Energiekonzepte (auf Basis kommunaler Energiekonzepte)
- Einrichtung von „Energie-Tischen“ zur Optimierung von Querschnitts-Anwendungstechniken in kleinen und mittleren Betrieben (Antriebe, Prozesswärme, Beleuchtung, Informations- & Kommunikations-Techniken)
- Anpassung in der Stromversorgung (Kühlung thermischer Kraftwerke, Netzausbau/-stabilisierung)
- Ermittlung von Potenzialen der Recyclingwirtschaft zur Energieeinsparung
- möglichst flächendeckende Ermittlung und Kartierung von Abwärmepotenzialen
- kontinuierlicher Ausbau des Energie-Atlas Bayern

Industrie und Gewerbe

- Handlungsempfehlungen für die Vorbereitung der KMU auf die Folgen des Klimawandels
- Weiterentwickeln effizienter und umweltfreundlicher Bau- und Dämmmaterialien und angepasster Gebäudeformen für extreme Witterungsbedingungen und geänderte klimatische Verhältnisse zum Beispiel Schneelasten, Stürme, Hagel
- Entwickeln innovativer Konzepte zur Grauwassernutzung und Kreislaufwirtschaft (Up-cycling)

UMSETZUNGSMÖGLICHKEITEN DER BAYKLAS

Bayern verfolgt bei der Anpassung an den Klimawandel das Grundprinzip „Eigenverantwortung und Solidarität“. Zur Umsetzung der BayKLAS setzt Bayern im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel auf bürgerfreundliche und praxisnahe Instrumente. Hierzu gehören insbesondere eine Vernetzung aller Beteiligten, Information und Motivation der Bürger, Dialog und Erfahrungsaustausch, zielgerichtete Forschung und Monitoring, kompetente und praxisgerechte Beratung, Aus- und Fortbildung sowie finanzielle Förderung.

Die BayKLAS ist als eine Aufforderung an die Akteure der genannten Handlungsfelder zu verstehen, selbstständig für die Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels tätig zu werden. Gleichzeitig bietet sie eine Orientierungshilfe, welche Maßnahmen der Klimaanpassung durch die Bayerische Staatsregierung verfolgt werden.

Neben den Fachpolitiken kommt der Raumplanung eine zentrale Bedeutung bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu. In der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) heißt es dazu: „Räumliche Planung kann mit den bereits bestehenden rechtlichen und planerischen Instrumenten sowohl Klimaschutz als auch Anpassung unterstützen“ (Die Bundesregierung 2008: 42). Auch mit der Klimaschutznovelle 2011 (vergleiche § 1 Abs. 5 BauGB) wurden die Planungsziele ausdrücklich um Klimaschutz und Klimaanpassung erweitert. Landes- und Regionalplanung sind als querschnittsorientierte und integrierende Disziplinen zu betrachten, da sie die Planungen und Maßnahmen raumrelevanter Fachplanungen koordinieren. Deren formelle und informelle Instrumente leisten einen Beitrag, um den Herausforderungen des Klimawandels begegnen zu können. Dies gilt auch für die Bauleitplanung.

Rolle der Landes- und Regionalplanung sowie der Bauleitplanung

Der Klimawandel ist ein globales Problem mit räumlichen Auswirkungen auch für Bayern. Dieser Herausforderung begegnet die Landesentwicklung über eine Doppelstrategie der Vorsorge (Klimaschutz) und der Anpassung an den Klimawandel. Dieser Bedeutung wird sowohl im Bayerischen Landesplanungsgesetz (BayLplG) als auch im Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) entsprochen.

Das BayLplG trifft in Art. 6 Abs. 2 Nr. 7 die Vorgabe, dass den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes Rechnung getragen werden soll, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. Insbesondere in den Berggebieten soll dem Schutz vor Naturgefahren besondere Bedeutung beigegeben werden.

Im Landesentwicklungsprogramm Bayern 2013 werden die Aussagen zum Klimawandel hoch gewichtet und in ihrer Bedeutung mit einem eigenen Kapitel herausgestellt (1.3 LEP).

Zur Anpassung an den Klimawandel sind im LEP folgende Festlegungen enthalten (1.3.2 LEP):

- „Die räumlichen Auswirkungen von klimabedingten Naturgefahren sollen bei allen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen berücksichtigt werden.
- In allen Teilräumen, insbesondere in verdichteten Räumen, sollen klimarelevante Freiflächen von Bebauung freigehalten werden.“

Durch den Klimawandel kann sich die Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen und Naturgefahren, wie Überschwemmungen, Lawinen, Muren, Stürme, Trockenperioden und Hitzewellen, auch in Bayern erhöhen. Der Schutz von Bevölkerung, Siedlungen und Infrastruktur erfordert die Einbeziehung von Erkenntnissen zu Gefahrenpotenzialen in die planerische Abwägung. Von großer Bedeutung sind die Freihaltung klimarelevanter Flächen, wie Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen, von zusätzlicher Bebauung und der Erhalt von Waldgebieten. Landesplanerische Steuerungsinstrumente sind hierfür landschaftliche Vorbehaltsgebiete und regionale Grünzüge. Darüber hinaus ziehen sich Klimaschutz und Klimaanpassung durch alle einschlägigen Kapitel, wie etwa Verkehr, Energie und Siedlung, Alpenraum und Natur und Landschaft.

Die Festlegungen (Grundsätze und Ziele) des LEP werden räumlich und inhaltlich für die 18 bayerischen Regionen in den Regionalplänen konkretisiert und von den Regionalen Planungsverbänden bei Bedarf fortgeschrieben.

Die Vorgaben des LEP und der Regionalpläne sind bei der Erstellung der nachgeordneten Bauleitpläne zu beachten. Als Umsetzungsinstrumente stehen auf der kommunalen Ebene der Flächennutzungs- und Bebauungsplan zur Verfügung. Im Gegensatz zur Regionalplanung können hier parzellenscharfe Festsetzungen getroffen werden. So können über den Bebauungsplan zum Beispiel Vorgaben zur Fassaden- und Dachbegrünung, zur Flächenentsiegelung oder zur Anpassung des Stadtgrüns an den Klimawandel festgelegt werden.

Neben den Instrumenten der Bauleitplanung haben die Instrumente des Besonderen Städterechts, die Städtebauliche Sanierung und der Stadtumbau, erhöhte Relevanz bei der Umsetzung von städtebaulichen Maßnahmen. Über diese können ebenfalls Festlegungen von freiraumplanerischen und Begrünungsmaßnahmen, wie zum Beispiel die Nutzung von Brachflächen zur Freiraumentwicklung oder die Förderung der Flächenentsiegelung, geregelt werden. Darüber hinaus existieren eine Reihe weiterer Instrumente, wie Städtebauliche Verträge, Städtebauliche Gebote, Instrumente des Bauordnungsrechts, Baurecht auf Zeit oder Baumschutzsatzungen (§ 29 BNatSchG). Letztere Satzung ermöglicht es Grundstückseigen-

tümern vorzugeben, unter welchen Voraussetzungen Bäume gefällt oder Ersatzpflanzungen durchzuführen sind (Rößler & Albrecht, 2015).

Neben den genannten formellen Instrumenten kommt aber auch den informellen Instrumenten eine große Bedeutung zu. So dienen Regionale Entwicklungskonzepte (REK), integrierte Stadt(teil)entwicklungskonzepte (INSEK), Raumordnerische Verträge, Regionalmanagement oder Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) dazu, Akteure zum Handeln zu motivieren, Netzwerke zu schaffen und Kooperationen zu befördern. Die Förderrichtlinie Regionalmanagement legt das Handlungsfeld „Klimawandel und Energie“ als ein Zukunftsthema der Landesentwicklung für die Projektförderung fest. Gegenstand der Förderung sind insbesondere Energie- und Klimaschutzkonzepte sowie Beratungs- und Umsetzungsmaßnahmen. Es handelt sich um querschnittsorientierte Projekte, die auch andere Themenfelder wie Siedlungsentwicklung oder Demographieanpassung berühren können. Als Beispiel können die INSEKs der Stadt Nürnberg (Altstadt, Weststadt) betrachtet werden, für welche das Themenfeld Klimaanpassung mit aufgenommen wurde (Stadt Nürnberg 2012). Zu den verschiedenen KlimaMORO zählt unter anderem das Vorhaben „Klima NEU“ im Landkreis Neumarkt i.d.OPf. Dabei wurde verstärkt der Regional-Governance-Ansatz genutzt, um die Herausforderungen des Klimawandels bezüglich einer klimagerechten Siedlungs-, Freiraum- und Infrastrukturentwicklung bewältigen zu können (Jacoby 2013).

Fördermöglichkeiten

Zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen sind neben der Akzeptanz und personellen Ressourcen vor allem finanzielle Mittel notwendig. Anpassungsmaßnahmen können aufgrund begrenzter finanzieller Ressourcen jedoch nicht alle gleichzeitig und nur im Rahmen vorhandener Stellen und Mittel umgesetzt werden. Hier müssen Kosten und Verantwortlichkeiten konkretisiert und zeitliche und räumliche Priorisierungen vorgenommen werden.

Unternehmen, Kommunen oder Privatpersonen können darüber hinaus auf zahlreiche Förderprogramme von EU, Bund und Ländern zurück-

greifen. Tabelle 50 gibt einen exemplarischen Überblick über bestehende bayerische Förderprogramme zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in den klimasensitiven Handlungsfeldern. Die Förderfibel⁵⁶ des Bayerischen Landesamts für Umwelt sowie die Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie⁵⁷ liefern darüber hinaus weitere Informationen unter anderem zu Fördervoraussetzungen, Art und Höhe der Förderung, dem Antragsverfahren und der Förderung zu Grunde liegenden Richtlinie.

⁵⁶
www.izu.bayern.de

⁵⁷
www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/foerderrecherche.html

Tabelle 50
Auswahl bayerischer Förderprogramme zur Anpassung an den Klimawandel

Förderprogramm	Förderbereich	Förderberechtigte	Handlungsfeld
Agrarinvestitions-Förderprogramm (AFP)	Errichtung oder Modernisierung von Bauten oder baulichen Anlagen	Kleine und mittelständige landwirtschaftliche Unternehmen (KMU) bis 31.12.2016 gültig	Landwirtschaft
	Dauerkulturanlagen einschließlich der Pflanzungen		
	Kauf neuer technischer Einrichtungen der Innenwirtschaft		
	Baunebenkosten		
Agrarumwelt-, Klima- und Tierschutzmaßnahmen (AUM)	zur Umstellung bzw. Beibehaltung der Bewirtschaftung des gesamten Betriebes nach den Kriterien des ökologischen Landbaus	Unternehmen (z. B. Weinbaubetriebe, Alm- und Weidegenossenschaften, Landwirte, Naturschutzvereine etc.) bis 31.12.2019 gültig	Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz
	zum Klima-, Boden- und Wasserschutz		
	zur Erhaltung der Biodiversität/Artenvielfalt und Kulturlandschaft		
	zur Sicherung und Entwicklung ökologisch wertvoller Lebensräume und der Lebensgrundlagen wildlebender Tierarten und wildwachsender Pflanzenarten		
	zum Erhalt historischer Kulturlandschaften		
Kulturlandschaftsprogramm (KULAP)	Klimaschutz	Landwirte bis 31.12.2019 gültig	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz, Boden
	Boden- und Wasserschutz		
	Biodiversität und Artenvielfalt		
	Kulturlandschaft		
Bayerisches Programm zur Stärkung des Weinbaus Teil A + B (WBA)	Sortenumstellung mit Pfropfreben	Natürliche oder juristische Personen und Personengesellschaften, die Rebflächen bewirtschaften bis 14.10.2018 gültig	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft
	Umstrukturierung durch Änderung des Zeilenabstandes sowie		
	Beschaffung und feste Installation von Tropfbewässerungsanlagen		
	Errichtung und Modernisierung von Bauten und baulichen Anlagen zur Verarbeitung oder Vermarktung von weinbaulichen Erzeugnissen		
	u. a.		
Zuwendungen zu waldbaulichen Maßnahmen im Rahmen eines forstlichen Förderprogramms (WALDFÖPR 2015)	Kulturbegründung	Private und Körperschaftliche Waldbesitzer bis 31.12.2017 gültig	Wald und Forstwirtschaft
	Bestands- und Bodenpflege		
	Waldschutzmaßnahmen		
	Bewirtschaftung von Sonderstandorten		
	Vorarbeiten		
	Integrative Waldbewirtschaftung		
	Waldbrand- und Hochwasserschäden		
	Förderschwerpunkte		
	Überregionale Schadereignisse (bei einigen Themen derzeit keine Antragstellung möglich)		
Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP)	Erhalt und Entwicklung des europäischen Schutzgebietsnetzes Natura 2000	Landnutzer wie Landwirte, Zusammenschlüsse von Landwirten sowie sonstige Landbewirtschaftler, anerkannte Naturschutzverbände, Landschaftspflegeverbände	Naturschutz
	Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie und des Bayerischen Biodiversitätsprogramms		

Förderprogramm	Förderbereich	Förderberechtigte	Handlungsfeld
Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm Wald (VNP-Wald)	Erhalt und Wiederherstellung von Nieder- und Mittelwäldern	Private und körperschaftliche Waldbesitzer bis 31.12.2020 gültig	Land-, Wald und Forstwirtschaft, Naturschutz
	Ausgleich für den Verzicht auf forstliche Bewirtschaftungsmaßnahmen		
	Erhalt von Biotopbäumen		
	Belassen von Totholz		
Bayerisches Bergbauernprogramm Teil A + B (BBP)	Sanierung und Neubau von landwirtschaftlich genutzten Alm-/Alpgebäuden zur Erhaltung und Verbesserung der Funktionsfähigkeit bzw. der Arbeitsbedingungen des Personals	Bewirtschafter von Almen/Alpen und Heimweiden (z. B. Eigentümer, Pächter, Berechtigte, Kooperationen, Genossenschaften) bis 31.12.2016 gültig	Landwirtschaft, Georisiken
	Schaffung und Erneuerung von Einrichtungen zur ordnungsgemäßen Weidewirtschaft		
	Bau bzw. grundlegende Erneuerung von Anschluss- oder Triebwegen im Bereich von Almen/Alpen		
	u. a.		
Bayerisches Programm zur Umsetzung von Projekten durch Regionalmanagement in Zukunftsthemen der Landesentwicklung (FöRReg)	Durchführung von Projekten aus dem Handlungsfeld „Klimawandel und Energie“, insbesondere Energie- und Klimaschutzkonzepte, Beratungs- und Umsetzungsmaßnahmen	Eingerichtete Regionalmanagements bis 31.12.2018 gültig	Landesentwicklung
Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien (LNPR)	Erhaltung, Pflege, Entwicklung und Neuschaffung von ökologisch wertvollen Lebensräumen sowie spezielle Artenschutzmaßnahmen für im Bestand gefährdete heimische Tier- und Pflanzenarten	Kommune, Öffentliche Einrichtung, Privatperson, Verband/Vereinigung bis 31.12.2020 gültig	Naturschutz
	Erhalt und Entwicklung naturverträglicher Erholungsnutzungen in Naturparken		
	Sicherung der Naturparke als Vorbildlandschaften		
	fach- und zielgerechte Umsetzung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege		
Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWas 2016)	Ausbauvorhaben zur Verbesserung des Hochwasserschutzes, Vorhaben zur Schaffung, Verbesserung bzw. Reaktivierung von Rückhalteräumen an Gewässern, Ausbaumaßnahmen zur Gewässerentwicklung, insbesondere zur Umsetzung der EG-WRRL	Kommune, Öffentliche Einrichtung, Verband/Vereinigung gültig bis 31.12.2019	Wasserwirtschaft, Städtebau, Bauwesen
	u. a.		
Natural Capital Finance Facility (NCFF)	Hochwasserschutz, Regenwasseraufbereitung, Programme zum Schutz von Wäldern sowie zur Verminderung von Wasser- und Bodenverunreinigung, Biodiversitätsausgleichsmaßnahmen und Öko-Tourismus	bis Ende 2017 gültig	Wasserwirtschaft, Forstwirtschaft, Boden, Naturschutz, Tourismus
Dorferneuerungsrichtlinien (DorfR)	Vorbereitungen, Planungen und Beratungen	Kommune, Öffentliche Einrichtung, Privatperson, Verbände/Vereine (z. B. Landesverband für ländliche Entwicklung Bayern) bis 31.12.2018 gültig	Dorferneuerung
	gemeinschaftliche und öffentliche Maßnahmen und Anlagen		
	private Vorhaben		
Städtebauliche Erneuerungsmaßnahmen (Städtebauförderung)	Stärkung der Innenstädte und Ortsmitten sowie von Stadtteilzentren	Kommune bis 31.12.2019 gültig	Städtebau, Bauwesen
	die Fortentwicklung von Stadt- und Ortsteilen mit besonderem sozialem, ökonomischem und ökologischem Entwicklungsbedarf		
	die Herstellung nachhaltiger städtebaulicher Strukturen bei erheblichen Funktionsverlusten, insbesondere bei Brachflächen und Gebäudeleerständen		

Förderprogramm	Förderbereich	Förderberechtigte	Handlungsfeld
Förderung von öffentlichen touristischen Infrastruktureinrichtungen (RÖFE)	Errichtung, Erweiterung, Generalinstandsetzung, Umbau und Modernisierung von: Kurparks, Kur- bzw. Wanderwegen, unentgeltlichen Tourismusämtern und touristischen Informationszentren sowie entsprechende Erschließungsmaßnahmen	Kommune	Tourismus
	Errichtung, Erweiterung, Generalinstandsetzung, Umbau und Modernisierung von: Tagungs- und Veranstaltungsräumen, Veranstaltungszentren, Sole- und Heilwasserleitungen, als auch Generalinstandsetzung, Umbau und Modernisierung von Häusern des Gasts, Kurmittel- und Kurhäusern sowie Hallen- bzw. Thermalbädern		
Bayerisches Umweltkreditprogramm / Ökokredit	Umweltschutzinvestitionen	KMU oder freiberuflich Tätige bis 30.06.2018 gültig	Industrie und Gewerbe
	Abwasserreinigung		
Bayerisches Modernisierungsprogramm (BayModR)	Modernisierung und Erneuerung von Gebäuden mit mindestens drei Mietwohnungen	Unternehmen, Kommune, Öffentliche Einrichtung, Privatperson, Verband/Vereinigung	Bauwesen, Gesundheit, Energiewirtschaft
LEADER-Förderrichtlinie	Vorbereitende Unterstützung zur Erstellung einer Lokalen Entwicklungsstrategie (LES)	Kommune, Öffentliche Einrichtung, Privatperson, Verband/Vereinigung bis 31.12.2018 gültig	Alle Handlungsfelder
	Durchführung von Projekten zur Umsetzung der LES einer Lokalen Aktionsgruppe (LAG)		
	Vorbereitung und Durchführung von gebietsübergreifenden oder transnationalen Zusammenarbeitsprojekten zwischen LAGs oder von LAGs mit vergleichbaren regionalen Partnerschaften (auch Nicht-EU-Ländern)		
Europäische Territoriale Zusammenarbeit (INTERREG V) in Bayern	Forschung und Innovation	u. a. KMU, Forschungseinrichtung, Hochschule, Kommune, Öffentliche Einrichtung, Verband/Vereinigung	Alle Handlungsfelder
	Umwelt- und Naturschutz		
	Bildung und Netzwerke		

Weitere Förderprogramme auf EU-Ebene sind beispielsweise LIFE 2014 bis 2020 oder der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Für grenzübergreifende Projekte im Rahmen von INTERREG werden im Förderzeitraum 2014 bis 2020 insgesamt 197 Millionen Euro aus Europa speziell in den bayerischen Grenzräumen wirksam. Die EU-Kommission und die Europäische Investitionsbank (EIB) stellen ebenfalls Finanzierungsinstrumente zur Verfügung. Damit sollen private Investitionen in den Schwerpunktbereichen Energieeffizienz, Natur und Biodiversität motiviert werden. Ein Beispiel ist das Instrument „Natural Capital Finance Facility (NCFF)“, mit Fokus auf Projekte zur Anpassung an den Klimawandel. Dies umfasst die Themenbereiche „grüne Infrastruktur“ und „naturbasierte Projekte“, wie zum Beispiel Hochwasserschutz, Regenwasseraufbereitung, Programme zum Schutz von Wäldern sowie zur

Verminderung von Wasser- und Bodenverunreinigung, Biodiversitätsausgleichsmaßnahmen und Öko-Tourismus. Bis 2017 werden dafür rund 125 Millionen Euro aus dem LIFE-Programm zur Verfügung stehen.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AbwV	Abwasserverordnung
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
ADÖ	Alarmplan für die bayerische, staugeregelte Donau – Gewässerökologie
AMÖ	Alarmplan für den bayerischen, staugeregelten Main – Gewässerökologie
AP 2020plus	Hochwasserschutz-Aktionsprogramm 2020plus
APA	Aktionsplan Anpassung
APCC	Austrian Panel on Climate Change
ASP	Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht
BaSiS	Bayerisches Standortinformationssystem
BauGB	Baugesetzbuch
BayAgrarWiG	Bayerisches Agrarwirtschaftsgesetz
BayBO	Bayerische Bauordnung
BayBodSchG	Bayerisches Bodenschutzgesetz
BayBodSchVwV	Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern
BayFiG	Bayerisches Fischereigesetz
BayJG	Bayerisches Jagdgesetz
BayKIS	Bayerisches Klimainformationssystem
BayKliZ	Projekt Klimazukunft Bayern
BayKompV	Bayerische Kompensationsverordnung
BayKSG	Bayerisches Katastrophenschutzgesetz
BayLplG	Bayerisches Landesplanungsgesetz
BayNatSchG	Bayerisches Naturschutzgesetz
BaySF	Bayerische Staatsforsten AöR
BayWaldG	Bayerisches Waldgesetz
BayWG	Bayerisches Wasserhaushaltsgesetz
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BDF	Bodendauerbeobachtung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BRF	Richtlinie zur Durchführung des bayerischen regionalen Förderprogramms für die gewerbliche Wirtschaft
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BWO	Bergwaldoffensive
BZE	Bodenzustandserhebung
ClimEx	Klimawandel und hydrologische Extremereignisse – Risiken und Perspektiven für die Wasserwirtschaft in Bayern
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DorfR	Bayerisches Dorferneuerungsprogramm
DWD	Deutscher Wetterdienst
EBA	Eisenbahnbundesamt
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen

ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnLAG	Energieleitungsausbaugesetz
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
FFH-Richtlinie	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FlurbG	Flurbereinigungsgesetz
FoVG	Forstvermehrungsgutgesetz
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GLORIA	Global Observation Research Initiative In Alpine Environments
GRW	Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur
GrwV	Grundwasserverordnung
HND	Hochwassernachrichtendienst
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
IAN	Informationsdienst Alpine Naturgefahren
InSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KlimaExWoSt	Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) im Forschungsfeld „Urbane Strategien zum Klimawandel – Kommunale Strategien und Potenziale“
KLIP 2050	Klimaschutzprogramm Bayern 2050
KLIWA	Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft
KLIWAS	Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KomPass	Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung
KULAP	Kulturlandschaftsprogramm
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KVR	Kreisverwaltungsreferat
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LEP	Landesentwicklungsprogramm Bayern
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LGL	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
LWD	Lawinenwarndienst
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
NID	Niedrigwasserinformationsdienst
OBB	Oberste Baubehörde
ÖGD	Ärzteverband Öffentlicher Gesundheitsdienst Bayern e.V.
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
RCP	Representative Concentration Pathways
ResKV	Reservekraftwerksverordnung
RKI	Robert Koch-Institut

RÖFE	Richtlinie zur Förderung von öffentlichen touristischen Infrastruktureinrichtungen
ROG	Raumordnungsgesetz
RPV	Regionaler Planungsverband
SRES	Special Report on Emissions Scenarios
STIKO	Ständige Impfkommission
StKM	Städtisches Klinikum München GmbH
StMBW	Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst
StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
StMFLH	Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat
StMGP	Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege
StMI	Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr
StMUG	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (bis 09/2013)
StMUV	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (ab 10/2013)
StMWi	Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie
SUP	Strategische Umweltprüfung
TierSchG	Tierschutzgesetz
UV	Ultraviolett
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VCD	Verkehrsclub Deutschland
VNP	Vertragsnaturschutzprogramm
WALDFÖPR	Waldbauliches Förderprogramm
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	World Health Organization
WIO	Waldinitiative Ostbayern
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie

GLOSSAR

Allergen	Allergische Reaktionen (Allergien, Intoleranzen) auslösend.
Anpassungskapazität	Die Fähigkeiten, Ressourcen oder institutionellen Kapazitäten von Systemen, Organisationen oder (einzelnen) Akteuren an veränderte oder sich künftig verändernde Klimabedingungen und deren mögliche Folgen anzupassen, wirksame → Anpassungsmaßnahmen zu ergreifen und damit die → Vulnerabilität zu reduzieren.
Anpassungsmaßnahmen	Maßnahmen, die geeignet sind, um die schädlichen Auswirkungen einer Umweltveränderung, in dem Fall des → Klimawandels , auszugleichen beziehungsweise zu mindern.
Autochthone Lebewesen	Einheimische oder indigene Arten, die im aktuellen Verbreitungsgebiet entstanden sind oder ohne den Einfluss des Menschen im Zuge von Arealerweiterungen eingewandert sind.
Biodiversität	Auch als Biologische Vielfalt bezeichnet; umfasst drei Bereiche: die Vielfalt von Ökosystemen, die Vielfalt der Arten sowie die genetische Vielfalt innerhalb einer Art.
Bioökonomie	Beinhaltet die nachhaltige industrielle Nutzung biologischer Ressourcen. Sie ist gerade in Bayern von Bedeutung, da sie Agrarproduktion mit Hochtechnologien verbindet und eine umweltschonende Lebensweise ermöglicht.
Bodenerosion	Ablösung, Transport und Ablagerung von Bodenmaterial von der Bodenoberfläche durch Wasser oder Wind.
Borreliose	Lyme-Borreliose ist eine bakterielle Infektion, die durch bestimmte Bakterien, die Borrelien, verursacht wird. Die Borrelien befallen Menschen und andere Säugetiere. Zur Infektion benötigen sie allerdings Zecken und Läuse als Überträger, denn die Bakterien können nur durch die Stiche dieser Parasiten in die Haut anderer Lebewesen gelangen. Die Symptome und der Schweregrad der Borreliose reichen von Hautrötungen, Kopfschmerzen und Fieber über Lähmungserscheinungen und neurologische Ausfälle bis hin zur Lyme-Arthritis.
C3/C4-Pflanze	Die Angabe C3 beziehungsweise C4 kennzeichnet die Art, über welche Stoffwechselprozesse die Pflanze in der Photosynthese ihre Energie gewinnt. C3-Nutzpflanzen wie Weizen, Roggen, Hafer oder Reis besitzen die höchste Photosyntheseleistung und damit den höchsten Ertrag unter gemäßigten Temperatur- und Lichtbedingungen, während C4-Pflanzen an hohe Temperaturen und starke Sonneneinstrahlungen angepasst sind. Solche sind beispielsweise Mais, Zuckerrohr oder Hirse.
CO₂	Kohlenstoffdioxid ist ein wichtiges Treibhausgas. Es entsteht bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Substanzen unter ausreichender Sauerstoffzufuhr als auch im Organismus von Lebewesen als Produkt der Zellatmung.
CO₂-Äquivalent	CO ₂ wird der Treibhauseffekt durch diverse andere Gase wie Methan oder Lachgas verstärkt. Um deren Treibhauspotenzial vergleichen zu können, kann man dafür sogenannte CO ₂ -Äquivalente angeben.
CO₂-Sequestrierung	Verfahren und Bestrebungen zur Reduzierung klimaschädlicher CO ₂ -Emissionen in die Atmosphäre durch die technische Abspaltung am Kraftwerk und die Einlagerung in den tieferen Untergrund bezeichnet. Ziel der biologischen Sequestrierung ist die Möglichkeit, das CO ₂ als Biomasse zu binden und so der Atmosphäre zu entziehen.
Cross Compliance	Gemäß der Verordnung (EU) Nr. 1306/2013 ist die Gewährung von Agrarzahlungen auch an die Einhaltung von Vorschriften in den Bereichen Umweltschutz, Klimawandel, guter landwirtschaftlicher Zustand der Flächen, Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze sowie Tierschutz geknüpft. Diese Verknüpfung wird als „Cross Compliance“ bezeichnet.
Cyanobakterien	Gehören im taxonomischen Sinn nicht zu den Algen (keine Zellkerne), sondern zu den Bakterien. Massenentwicklungen können in hohem Maß die Wasserqualität und damit die Gewässernutzung beeinträchtigen.

Demographie	Im Deutschen als „Bevölkerungswissenschaft“ übersetzt, befasst sich Demographie mit der Beschreibung und Analyse von Bevölkerungsentwicklungen und -strukturen sowie deren Veränderungen. Sie berücksichtigt dabei Ursachen und Folgen von Bevölkerungsentwicklungen und stellt diese im Kontext mit politischen und anderen Größen dar.
Eistag	Temperaturkenntag, an dem das Maximum der Lufttemperatur unter 0 Grad Celsius liegt.
Endemische Arten	Tier- und Pflanzenarten, die weltweit nur in einem kleinen Verbreitungsgebiet vorkommen.
Ensemble	In der Klimaforschung bezeichnet ein Ensemble eine Gruppe von Klimasimulationen, deren Ergebnisse eine Bandbreite möglicher Entwicklungen des Klimas wiedergeben. Die Methode der Ensemble-Simulation stammt aus der numerischen Wettervorhersage, mit der versucht wird, die Plausibilität einzelner Wettervorhersagen abzuschätzen.
Eutrophierung	Das Überangebot an Pflanzennährstoffen (insbesondere Stickstoff und Phosphor) in Gewässern oder im Boden. Dies hat in der Regel eine Förderung des pflanzlichen Wachstums mit entsprechender Verschlechterung des ökologischen Zustands zur Folge.
Extremereignis	Eine einheitliche Definition besteht nicht. Allgemein ist ein Extremereignis ein sehr selten auftretender kurzer Zeitraum im Geschehen von Wetter, Abfluss, Phänologie, ..., das in seiner Ausprägung von bestimmten Durchschnittswerten abweicht. Solche Ereignisse können beispielsweise heftige Stürme oder Hochwasser sein, aber auch das massenhafte Auftreten einer Insektenart.
Flächenpool	Sammlung von potenziellen Ausgleichflächen, auf denen die Gemeinde zukünftige Eingriffe (bspw. in Folge ihrer Siedlungsentwicklung) durch Maßnahmen für Naturschutz und Landschaftspflege kompensiert.
Forstliche Vegetationsperiode	Periode zwischen dem ersten und letzten Tag im Jahr, an dem die mittlere tägliche Lufttemperatur von 10 Grad Celsius überschritten wird.
Frosttag	Temperaturkenntag, an dem das Minimum der Lufttemperatur unter 0 Grad Celsius liegt.
Fruchtfolge	Im Ackerbau die wiederkehrende Abfolge der angebauten Feldfrüchte. Die Anzahl und Kombination der sogenannten Fruchtfolgeglieder sollte fachlichen Grundsätzen entsprechen, um die Anreicherung von Schadfaktoren (z. B. Pilzkrankheiten, Nematoden) zu minimieren und die verfügbaren Nährstoffe nachhaltig zu nutzen.
FSME	Die Frühsommer-Meningoenzephalitis ist eine Virusinfektion. Sie führt zu grippeähnlichen Symptomen (Fieber, Kopfschmerzen, Erbrechen, Schwindelgefühl), später zu Hirnhaut- oder Gehirnentzündung.
Genom	Bezeichnet die in einem Lebewesen oder einem Virus enthaltene Gesamtheit der materiellen Träger der vererbaren Information (z. B. DNA).
Georisiken	Geologisch bedingte Gefahren wie zum Beispiel Hangbewegungen oder Felsstürze – so genannte gravitative Massenbewegungen.
Gleitender Mittelwert	Einfache Methode zur Glättung von Messdaten. Dabei werden die Datenpunkte durch den arithmetischen Mittelwert der Nachbarkpunkte (oder einer gewichteten Form davon) ersetzt.
Greening	Mit dem sogenannten Greening der Direktzahlungen-Durchführungsverordnung soll die Landwirtschaft einen größeren Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten. Greening-Anforderungen wie die Anbau-differenzierung auf Ackerflächen, der Erhalt von Dauergrünlandflächen und die Bereitstellung „ökologischer Vorrangflächen“ auf fünf Prozent des Ackerlands sind verpflichtend für diejenigen, die Direktzahlungen beantragen.
Grundwasserleiter	Wasserführende Gesteinsschicht mit einheitlichen Eigenschaften.
Grundwasserneubildung	Bezeichnet verschiedene Vorgänge, bei denen Wasser (z. B. aus Niederschlag oder Oberflächengewässern) nach der Durchsickerung der ungesättigten Bodenzone den Grundwasserkörper erreicht.

Grüne Infrastruktur	Wird als Netzwerk von Grünflächen in ländlichen und städtischen Landschaften verstanden, welches die Bereitstellung von lebenswichtigen Ökosystemleistungen und -gütern sowie die Widerstandsfähigkeit von Arten und Ökosystemen bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützt und gleichzeitig zur Erholung und dem menschlichen Wohlergehen beiträgt.
Hantaviren	Verursachen in Abhängigkeit vom Virustyp verschiedenartige Krankheitsbilder mit unterschiedlich schwerem Verlauf. Sie werden über Nagetiere wie Mäuse und Ratten auf den Menschen übertragen, in Deutschland hauptsächlich über die Rötelmaus. Für eine Übertragung ist kein direkter Kontakt zu den betroffenen Nagern nötig. Meist werden Hantaviren eingeatmet, beispielsweise zusammen mit aufgewirbeltem Staub, welcher die Erreger enthält. Eine Ansteckung ist ebenso durch einen Biss der Tiere möglich.
Heiße Tage	Temperaturkenntag, an dem das Maximum der Lufttemperatur über 30 Grad Celsius liegt.
Hydrologisches Sommerhalbjahr	Umfasst die Monate Mai bis Oktober.
Hydrologisches Winterhalbjahr	Umfasst die Monate November bis April des Folgejahres.
In-situ-Erhaltung	Gemäß des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt die Erhaltung von Ökosystemen und natürlichen Lebensräumen sowie die Bewahrung und Wiederherstellung lebensfähiger Populationen von Arten in ihrer natürlichen Umwelt, so dass eine Anpassung an veränderte Umweltbedingungen.
Intermodaler Verkehr	Transport von Gütern in ein und derselben Ladeeinheit oder demselben Fahrzeug mit zwei oder mehreren Verkehrsträgern, wobei ein Wechsel der Ladeeinheit, aber kein Umschlag der transportierten Güter selbst, erfolgt.
Klimafolgen	Veränderungen innerhalb eines Systems, die in Folge des Klimawandels auftreten. Klimafolgen können sowohl negativer (Risiken) als auch positiver Natur (Chancen) sein.
Klimakenntag	Ein "klimatologischer Kenntag" ist ein Tag, an dem ein definierter Schwellenwert eines klimatischen Parameters erreicht beziehungsweise über- oder unterschritten wird (z. B. Sommertag) oder ein Tag, an dem ein definiertes meteorologisches Phänomen auftrat.
Klimaprojektion	Klimamodelle sind in der Lage, das Klima der Zukunft mit Hilfe von Szenarien zu berechnen. Man spricht dann von einer Klimaprojektion, da hier Auswirkungen verschiedener Konzentrationen von Treibhausgasen auf das Klima untersucht werden. Die Ergebnisse sind daher keine Prognosen.
Klimawandel	Synonym für Klimaveränderung, also allgemein jede Veränderung des Klimas unabhängig von der betrachteten Größenordnung in Raum und Zeit.
Klimavariabilität	Zeitliche und räumliche Schwankungen des Klimas um einen mittleren Zustand. Diese kann durch natürliche Prozesse innerhalb des Klimasystems (interne Variabilität) oder durch menschliche Einflüsse (externe Variabilität) verursacht sein.
Konservierende Bodenbearbeitung	Pfluglose Bodenbearbeitung mit nichtwendenden Bodenbearbeitungsgeräten (z. B. Grubber, Scheibeneggen). Der Boden bleibt weitgehend in seinem Aufbau erhalten. Gleichzeitig verbleiben Ernterückstände wie zum Beispiel Stroh (Mulchmaterial) nahe oder an der Bodenoberfläche.
Kritische Infrastruktur	Kritische Infrastrukturen sind Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.

Kurzumtriebskulturen	Auch Kurzumtriebsplantagen oder Energiewälder genannt; Anpflanzungen von schnellwachsenden und stockausschlagfähigen Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer sehr kurzen Umtriebszeit.
Langstreckenzieher	Vogelarten, die den Winter in Afrika südlich der Sahara verbringen.
Monitoring	Überbegriff für alle Arten der unmittelbaren systematischen Erfassung (Protokollierung), Messung, Beobachtung oder Überwachung eines Vorgangs oder Prozesses mittels technischer Hilfsmittel oder anderer Beobachtungssysteme.
Morbidität	Krankheitshäufigkeit bezogen auf eine bestimmte Bevölkerungsgruppe.
Mortalität	Sterberate bezogen auf eine Gesamt- oder Teilpopulation.
Multimodaler Verkehr	Transport von Gütern mit zwei oder mehreren verschiedenen Verkehrsträgern.
NATURA 2000	Die Fauna-Flora-Habitat- oder FFH-Richtlinie bildet zusammen mit der Vogelschutz-Richtlinie (SPA-Gebiete) das europäische Naturschutzprojekt "NATURA 2000", das Arten und Lebensräume innerhalb der EU in einem Länder übergreifenden Biotopverbundnetz schützen und damit die biologische Vielfalt dauerhaft erhalten soll.
N_{min}-Methode	Ermittlung des pflanzenverfügbaren mineralischen Bodenstickstoffes (Nmin) durch Entnahme repräsentativer Bodenproben und Anrechnung dieser N-Gehalte bei der N-Düngebedarfsermittlung.
Neobiota (Neophyten, Neozoen)	Arten, die nach 1492 unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen eingewandert sind. Neophyten sind dabei neue Pflanzenarten, Neozoen neue Tierarten.
Ökofläche	Ökologisch verträgliche Flächen, die im Ökoflächenkataster erfasst werden.
Ökosystemleistung	Auch Ökosystemdienstleistung umfasst Versorgungsdienstleistungen wie Nahrung und Wasser, Regulationsdienstleistungen wie Schutz vor Hochwasserschutz, Trockenheit, Bodendegradation und Krankheiten, Basisdienstleistungen wie Bodenbildung und Nährstoffkreisläufe, sowie kulturelle Dienstleistungen wie Erholung, spirituelle, religiöse und andere nichtmaterielle Leistungen.
Orographie	Physische Beschaffenheit der Geländeoberfläche (Höhe, Steilheit, „Rauhigkeit“).
Paläotemperaturproxis	Jegliche Informationsquellen, die indirekte Messung auf vergangene Temperaturen zulassen.
Pathogenität	Fähigkeit, krankhafte Veränderungen im Organismus hervorzurufen.
Permafrost	Ganzjährig gefrorener Boden..
Perzentil	Das Perzentil ist ein Lagemaß aus der Statistik. Durch die Perzentile wird ein der Größe nach geordneter Datensatz in 100 umfangsgleiche Teile zerlegt. Diese teilen somit den Datensatz in 1 %-Schritte auf. Das x.Perzentil ist sozusagen ein Schwellenwert innerhalb eines geordneten Datensatzes bei dem X % aller Werte kleiner oder gleich dieses Schwellenwertes sind. Der Rest ist größer.
Phänologie	Befasst sich mit den im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen von Pflanzen als auch Tieren.
Polyzentrische Raumstruktur	Die Ausrichtung eines Raums auf mehr als einen zentralen Ort. Ein jüngeres, auf dem Prinzip einer polyzentrischen Raumstruktur basierendes Leitbild ist das der Dezentralen Konzentration.
Ramsar-Konvention	Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wat- und Wasservogel, von internationaler Bedeutung seit 1971.
Resilienz	Maß für die Widerstandsfähigkeit eines Systems gegenüber Umweltveränderungen und Fähigkeit, sich nach Störungen wieder zu erholen. Dies können natürliche Systeme, also Ökosysteme oder der Wasserhaushalt sein, wie auch gesellschaftliche Systeme aber auch einzelne Wirtschaftszweige.

Schneitag	Tage mit einem Tagesmittelwert der Feuchttemperatur ≤ -2 °C werden als Schneitage definiert. Eine technische Beschneieung ist aus meteorologischer Sicht noch möglich.
Sensitivität	Der Grad, zu welchem ein System oder Akteur entweder nachteilig oder positiv durch \rightarrow Klimavariabilität oder Klimaänderungen beeinflusst wird oder darauf reagiert.
Smart Grids	„Intelligente“ Energieversorgungsnetze mit zeitlich und räumlich aufeinander abgestimmten, bedarfsgerechten Einheiten zur Energieproduktion, -verteilung und -speicherung.
Standvögel	Vogelarten, die ganzjährig in einem Gebiet bleiben.
Statistische Signifikanz	Die Bestimmung der statistischen Signifikanz ermöglicht eine Aussage darüber, wie „streng“ beziehungsweise wie „sicher“ ein Trend ist, also wie deutlich er sich gegenüber der Zeitreihenvariabilität heraushebt.
Sommertag	Temperaturkenntag, an dem das Maximum der Lufttemperatur über 25 Grad Celsius liegt.
Symbiose	Bezeichnet die Interaktion zweier oder mehrerer unterschiedlicher Arten, verbunden mit einem beidseitigen Vorteil im Hinblick auf biologische Fitness, Überlebenswahrscheinlichkeit oder verbesserten Stoffwechsel.
Szenarien	Das Ausmaß des Klimawandels hängt wesentlich von der weiteren Entwicklung der Treibhausgasemissionen und deren Konzentration in der Atmosphäre ab. Dies ist wiederum abhängig von möglichen Entwicklungspfaden der Weltbevölkerung, des Technologiestands, der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, der Regionalisierung/Globalisierung des Welthandels oder politischen Faktoren, die anhand von Klimaszenarien beschrieben werden.
Trend	Der Trend einer Klimazeitreihe beschreibt das langfristige Verhalten einer oder mehrerer Komponenten des Klimasystems, dient also der Kennzeichnung einer möglichen Klimaänderung und setzt sich aus seiner Richtung (Vorzeichen), seinem Betrag und seiner \rightarrow statistischen Signifikanz zusammen.
Trittsteinbiotop	Künstlich angelegtes, inselartiges Überbrückungselement (z. B. Baumstamm), das den Biotopverbund von Arten fördern und Rückbesiedlungen und Neubesiedlungen von Lebensräumen ermöglichen soll.
Up-cycling	Herstellen hochwertigerer Produkte aus Abfallstoffen eines Prozesses.
Vulnerabilität	Auch Verwundbarkeit oder Verletzlichkeit eines Systems gegenüber dem Klimawandel. Wie vulnerabel ein System ist, hängt zum einen von der Art, dem Ausmaß und der Geschwindigkeit der Klimaänderung ab. Zum anderen beeinflussen \rightarrow Sensitivität und \rightarrow Anpassungskapazität die Verwundbarkeit des jeweiligen Systems.
Zwischenfruchtanbau	Sonderform der Fruchtfolge, in der gezielt Pflanzen angebaut werden, die nicht der Produktion von Gütern dienen, sondern den Boden vor Erosion schützen und ggf. Nährstoffe anreichern.

LITERATUR

- adelphi / PRC / EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umwelt-bundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau.
www.umweltbundesamt.de/publikationen/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem
- AID (2013): Gute fachliche Praxis – Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz. 113 S., Bonn.
- APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2
www.ccca.ac.at/de/apcc/oesterreichischer-sachstandsbericht-klimawandel-2014-infos-und-materialien/download-des-berichts/
- Bayerische Staatsregierung (2013): Gemeinsame Erklärung zur Stärkung der Forstwirtschaft und des ländlichen Raums.
www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/dateien/waldpakt.pdf
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2006): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. BfN-Skripten 148.
www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript148.pdf
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Klimawandel in den Alpen. Fakten – Folgen – Anpassung. 92 S., Berlin.
www.cipra.org/de/publikationen/3209
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013): Die Wasserrahmenrichtlinie. Eine Zwischenbilanz zur Umsetzung der Maßnahmenprogramme 2012. 35 S., Berlin.
www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/wasserrahmenrichtlinie_2012.pdf
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; (2006): Perspektiven der Raumentwicklung in Deutschland. Bonn/Berlin.
www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Sonderveroeffentlichungen/2006/PerspektivenRaumentwicklung.html;jsessionid=81AFD4526D2D5E5F41E54087C32E25DB.live1042?nn=422250
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011): Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP). 51 S., Bonn.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2013): Stadtklima – Kommunale Strategien und Potenziale zum Klimawandel. ExWoSt-Informationen 39/4. 23 S., Berlin.
www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/ExWoSt/39/exwost39_4.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Die Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Beschluss des Bundeskabinetts vom 17. Dezember 2008.
www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel/
- Die Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Beschluss des Bundeskabinetts vom 31. August 2011. 54 S., Berlin.
www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf
- Die Bundesregierung (2015): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimawandel_das_fortschrittsbericht_bf.pdf
- Drösler, M. et al (2015): Klimarelevanz von Moorrenaturierung in Bayern – Begleituntersuchungen zur Abschätzung des Klimaentlastungspotenzials durch Moorrenaturierungen in Bayern im Rahmen des KLIP 2020/2050; im Auftrag des LfU – Abschlussbericht vom 22.04.2015 (unveröffentlicht)
- EEA – European Environment Agency (2009): Regional climate change and adaptation. The Alps facing the challenge of changing water resources. EEA Report No 8/2009.
www.eea.europa.eu/publications/alps-climate-change-and-adaptation-2009
- Essl, F., Rabitsch, W. (Hrsg.) (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg.

- Europäische Kommission (2009): Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) – Guidance document n.º 24, River Basin Management in a Changing Climate, Luxemburg.
- Europäische Kommission (2012): Die Gemeinsame Agrarpolitik. Eine Partnerschaft zwischen Europa und den Landwirten. 16 S., Luxemburg.
http://ec.europa.eu/agriculture/cap-overview/2012_de.pdf
- Europäische Kommission (2013): Mitteilungen der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Grüne Infrastruktur (GI) — Aufwertung des europäischen Naturkapitals.
- Frommer, B., Schlipf, S., Böhm, H. R., Janssen, G., Sommerfeldt, P. (2013): Die Rolle der räumlichen Planung bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. In: Birkmann, J. Vollmer, M., Schanze, J. (Hrsg.) (2013): Raumentwicklung im Klimawandel. Herausforderungen für die räumliche Planung. Forschungsberichte der ARL 2, Hannover.
- HWWI – Hamburgisches Weltwirtschaftsinstitut und Berenberg Bank (2007): Klimawandel. Strategie 2030. Vermögen und Leben in der nächsten Generation. Eine Initiative des Hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts und der Berenberg Bank. Hamburg.
- IHK – Industrie und Handelskammer für München und Oberbayern (2009): Die Wirtschaft und der Klimawandel – Reaktionen der Unternehmen. 14 S., München.
www.muenchen.ihk.de/de/presse/Anhaenge/Klimastudie-Broschuere.pdf
- 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 and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
www.climatechange2013.org/report/full-report/
- Jacoby, C. (2013): Das Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) „Klima NEU“ im Landkreis Neumarkt in der Oberpfalz – Strategien der Regionalentwicklung zum Klimawandel. In: Kufeld, W. (Hrsg.): Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung. Arbeitsberichte der ARL 7, Hannover.
http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/ab/ab_007/ab_007_11.pdf
- KLIWA – Klimaänderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (2005): Langzeitverhalten der Schneedecke in Baden Württemberg und Bayern. KLIWA-Berichte, Heft 6. 76 S., München.
www.kliwa.de/download/KLIWAHeft6.pdf
- KLIWA – Klimaänderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (2011): Klimawandel in Süddeutschland. Veränderung von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen. Monitoringbericht 2011. 40 S.
- KLIWA – Klimaänderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (2012a): Klimawandel im Süden Deutschlands. Ausmaß – Auswirkungen – Anpassung. 23 S.
- KLIWA – Klimaänderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (2012b): Auswirkungen des Klimawandels auf Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. KLIWA-Berichte, Heft 17, 112 S., Karlsruhe.
www.kliwa.de/download/KLIWAHeft17.pdf
- Klostermann, S., Bolte, G. (2012). Prävalenz von Sonnenbrand, UV-Exposition und Sonnenschutzverhalten von Eltern bei ihren Kindern: Aktuelle Ergebnisse aus Bayern. UMID Umwelt und Mensch - Informationsdienst 2/2012.
- LABO – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2010): Positionspapier Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes.
www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Positionspapier_Boden_und_Klimawandel_090610_aa8_bf5.pdf

- Landeshauptstadt München (2014): Stadtklimaanalyse Landeshauptstadt München. Hannover.
- Larsen, J. (2006): Setting the Record Straight: More than 52,000 Europeans Died from Heat in Summer 2003. Earth Policy Institute.
www.earth-policy.org/index.php?plan_b_updates/2006/update56
- LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2013): Musterkapitel „Klimawandel“ für die zweiten Bewirtschaftungspläne der WRRL. Produktdatenblatt 2.7.7, Stand 28. August.
- LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2015): LAWA-BLANO Maßnahmenkatalog (WRRL, HWRMRL, MSRL). Stand: 15. Dezember 2015.
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2013): Bayernplan – Einsatz von Biogas zum Ersatz von Gaskraftwerken: Potenzial, verfahrenstechnische und ökonomische Konsequenzen für die Biogaserzeugung. Schriftenreihe, Nr. 7/2013, 196 S., Freising.
www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/bayernplan_einsatz_von_biogas_zum_ersatz_von_gaskraftwerken_ag1.pdf
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2015): Greening und Zwischenfruchtanbau. 12 S., Freising.
www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/greening_zwischenfruchtanbau_lfl-information.pdf
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008a): Klimaanpassung Bayern 2020. Der Klimawandel und seine Auswirkungen – Kenntnisstand und Forschungsbedarf als Grundlage für Anpassungsmaßnahmen. Kurzfassung einer Studie der Universität Bayreuth. UmweltSpezial. 42 S., Augsburg.
www.bayceer.uni-bayreuth.de/bayceer/de/pub/pub/pub_detail.php?id_obj=54823
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008b): Bayerns Klima im Wandel – erkennen und handeln. 94 S., Augsburg.
www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_005.htm
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2008c): Beschneiungsanlagen und Kunstschnee. Reihe UmweltWissen, Nr. 11, 8 S., Augsburg.
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012): Auswertung regionaler Klimaprojektionen. Klimabericht Bayern. 21 S., Augsburg.
www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00082.htm
- LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2013): KLIP 2020 – Ein Sonderprogramm zur Moorrenaturierung. 6 S., Augsburg
www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/klip_2020_infoblatt.pdf
- LfU – Landesamt für Umwelt (2014a): Beeinflusst der Klimawandel die Jahreszeiten in Bayern? Antworten der Phänologie. UmweltSpezial. 34 S., Augsburg.
www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00120.htm
- LfU – Landesamt für Umwelt (2014b): Bericht 2013 zur Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU für Bayern.
www.lfu.bayern.de/natur/natura_2000/ffh/doc/ffhbericht_2013_landtag.pdf
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2015): Strategien zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg. Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. 176 S., Stuttgart.
- RKI – Robert Koch-Institut (2015): FSME: Risikogebiete in Deutschland (Stand: Mai 2015). Epidemiologisches Bulletin, Nr. 21.
- RKI – Robert Koch-Institut (2016): FSME: Risikogebiete in Deutschland (Stand: Mai 2016). Epidemiologisches Bulletin, Nr. 18.
- Rößler, S., Albrecht, J. (2015): Umsetzung freiraumplanerischer Klimaanpassungsmaßnahmen durch stadt- und umweltplanerische Instrumente. In: Knieling, J. & Müller, B. (Hrsg.). (2015): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalentwicklung, Ansätze, Instrumente, Maßnahmen und Beispiele. München: oekom Verlag.
- Stadt Nürnberg (2012): Handbuch Klimaanpassung. Bausteine für die Nürnberger Anpassungsstrategie. 94 S., Nürnberg.
www.nuernberg.de/imperia/md/klimaanpassung/dokumente/klimaanpassung_handbuch_low.pdf

- Steiger, R. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im bayerischen Alpenraum, Studie im Auftrag des Deutschen Alpenvereins.
www.alpenverein.de/chameleon/public/bb5fd1b0-2450-2b72-ae88-e790db87e2c5/Beschneigungsstudie-Bericht_21661.pdf
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2012): Die Bergwaldoffensive – Schutz für unsere Bergwälder. Informationsfaltblatt. 8 S., München.
www.bestellen.bayern.de/shoplink/08000112.htm
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2013): Fitnessprogramm für Bayerns Wälder. Klimamaßnahmen der Forstverwaltung – Zwischenbilanz und Ausblick. 4 S., München.
www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/stmelf_aktuell_klimamassnahmen_zwischenbilanz.pdf
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2015a): Merkblatt zum Agrarinvestitionsförderprogramm (AFP).
www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/merkblatt_afp.pdf
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2015b): Ländliche Entwicklung in Bayern. Dorferneuerungsrichtlinien DorfR 2015. 17 S., München.
www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/dorfr_le.pdf
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2016a): Cross Compliance 2016. Informationsbroschüre über die einzuhaltenden Verpflichtungen. 101 S., München.
www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/allgemein/publikationen/broschuere_cross_compliance.pdf
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2016b): Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) – Maßnahmen ab 2016.
www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/massnahmenuebersicht_kulap.pdf
- StMGP – Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (2015): Erfahrungsbericht 2014 und Aktionsprogramm „Ambrosiabekämpfung“ in Bayern 2015. 52 S., München.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2009a): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS). 67 S., München.
www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmug_klima_00002.htm
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2009b): Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern. Bayerische Biodiversitätsstrategie. 16 S., München.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2010a): Bayern Arche – Artenschutzbericht Bayern. München.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2012a): Bayerische Gletscher im Klimawandel – ein Statusbericht. 34 S., München.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2012b): Folgen des Klimawandels. Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen – Ein Leitfaden. 42 S., München.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2013): Klimaschutz Bayern 2020. 88 S., München.
- StMUGV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2007): Klimaprogramm Bayern 2020. Minderung von Treibhausgasemissionen, Anpassung an den Klimawandel, Forschung und Entwicklung. 45 S., München.
www.bayern.de/wp-content/uploads/2014/06/Klimaprogramm-Bayern-2020.pdf
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2014a): Folgen des Klimawandels. Perspektiven für das Baugewerbe, den Handel und die produzierende Wirtschaft – Ein Leitfaden. 42 S., München
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2014b): Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus. Bayerns Schutzstrategie Ausweiten, Intensivieren, Beschleunigen. 56 S., München.

- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2014c): Handlungsanleitung zur Erarbeitung von Hochwasserrisikomanagement-Plänen in Bayern, Anlage 2: Maßnahmenkatalog.
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2014d): NaturVielfaltBayern – Biodiversitätsprogramm Bayern 2030. 157 S., München.
www.naturvielfalt.bayern.de/strategie/doc/strategie.pdf
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015a): Klimaschutzprogramm Bayern 2050. 30 S., München.
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015b): Klimacheck – Klimawandel in Ihrer Gemeinde: Auswirkungen und Anpassung. Das Interaktive PDF-Tool für Gemeinden. Maßnahmen und Tipps für alle relevanten Klimawandelfolgen.
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015c): Klima-Report Bayern 2015. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten. 200 S., München.
- StMUV – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015d): Umweltpakt Bayern. 16 S., München.
- StMWIVT – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2013): Wegweiser für Energieprojekte in Bayern. Beratung und Förderung. 43 S., München.
- StMWi – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2015): Bayerisches Energieprogramm. 62. S., München.
www.bestellen.bayern.de/shoplink/07000167.htm
- UBA – Umweltbundesamt (2011a): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Energiewirtschaft.
- UBA – Umweltbundesamt (2011b): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Verkehr.
- UBA – Umweltbundesamt (2011c): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Versicherungen.
- UBA – Umweltbundesamt (2015a): Die Asiatische Tigermücke: Aedes albopictus. Fachinformation.
- UBA – Umweltbundesamt (2015b): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung.
www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2015
- WHO – World Health Organization (2008): Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit vor den Folgen des Klimawandels in der europäischen Union, Faktenblatt vom 04. April 2008.

BILDNACHWEIS

Titelbild Braun Engels Gestaltung GbR, Ulm

Abbildungen

1–9, 11–22, 24–28 LfU
 10 adelphi, PRC, EURAC 2015
 23 LH München

Fotos

S. 12/13 Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz
 S. 22 Bergwacht Penzberg
 S. 24/25, S. 32/33, Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz
 S. 36 Dr. Andreas Rimböck, LfU
 S. 37 Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz
 S. 38 Stadtwerke Pfarrkirchen
 S. 50/51 Gotthard Augst - piclease.com
 S. 53 o. Raphaelae Löhmannsröben, LfU
 S. 53 u. Dr. Hermann Kolesch, LWG
 S. 54 l. Prof. Dr. Michael Zellner, LfL
 S. 54 r. Stephan Weigand, LfL
 S. 56 LfL
 S. 66/67 Heggie - fotolia.com
 S. 70 Ralf Petercord, LWF
 S. 76/77 Manfred Nieveler - piclease.com
 S. 79 Dr. Walter Joswig, LfU
 S. 92/93 Hans-Joachim Fünfstück - piclease.com
 S. 98 Dr. Andreas v. Poschinger, LfU
 S. 104/105 coldwaterman - fotolia.com
 S. 109 greenpapillon - fotolia.com
 S. 114/115 Gerhard Koller, WWA Regensburg
 S. 120/121, S. 122, Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz
 S. 126/127
 S. 123 Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München
 S. 129 marcus_hofmann - fotolia.com
 S. 136/137 photo 5000 - fotolia.com
 S. 142/143 Aamon - fotolia.com
 S. 145 Autobahndirektion Südbayern
 S. 150/151 Thorsten Schier - fotolia.com
 S. 158/159 Powell 83 - fotolia.com
 S. 165 ZAE Bayern, Petra Hoeglmeier
 S. 166/167 Simon Dannhauer - fotolia.com
 S. 169 Marco Schwarzak
 S. 172/173 Gerd Herrman - piclease.com
 S. 175 Georg Lopata
 S. 178/179 Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz
 S. 181 Michael Friedel, StMELF
 S. 182 Siegfried Steinberger, LfL
 S. 183 Stefan Rusch, inarx
 S. 187 Presidencia de la República Mexicana

Bayern. Die Zukunft.

Hinweis

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteiname der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung Ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwendung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplares gebeten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt.

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.