



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Klimaanpassung in Bayern

Handbuch zur Umsetzung



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Klimaanpassung in Bayern

Handbuch zur Umsetzung

INHALT

Vorwort	5
Abkürzungsverzeichnis	6
Warum Klimaanpassung?	9
Wozu ein Handbuch?	9
Zielgruppe	9
Aufbau des Handbuchs	10
Fahrplan zur Klimaanpassung	11
Anstoß	11
Schritte auf dem Weg zur Klimaanpassung	12
Klimawandel verstehen	14
1.1 Beobachteter Klimawandel in Bayern	14
1.2 Zukünftiger Klimawandel in Bayern	17
Betroffenheit ermitteln	27
2.1 Methoden und Datengrundlagen für die Betroffenheitsanalyse	27
2.2 Wasserwirtschaft	35
2.3 Landwirtschaft	41
2.4 Wald und Forstwirtschaft	44
2.5 Naturschutz	47
2.6 Bodenschutz und Georisiken	50
2.7 Menschliche Gesundheit	52
2.8 Katastrophenschutz	55
2.9 Städtebau und Bauleitplanung	57
2.10 Bauwesen	61
2.11 Straßenbau und Verkehr	64
2.12 Energiewirtschaft	67
2.13 Industrie und Gewerbe	69
2.14 Tourismus	73
2.15 Finanzwirtschaft	76
Maßnahmen entwickeln und abwägen	78
3.1 Grundsätze zur Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen	78
3.2 Maßnahmen formulieren	82
3.3 Zielkonflikte erkennen	87
3.4 Maßnahmen priorisieren	95

Maßnahmen planen und umsetzen	98
4.1 Die Rolle der Raumordnung und Stadtplanung	98
4.2 Hindernisse und Erfolgsfaktoren	102
4.3 Eignung und Weiterentwicklung der Umsetzungsinstrumente	114
Monitoring	121
Gute-Praxis-Beispiele	124
6.1 Bildungsangebote für medizinische Fachangestellte und Pflegekräfte	125
6.2 Grünes Dach statt Wüstenwind	127
6.3 Stadtklimaanalyse München	129
6.4 Fernerkundliche Inventarisierung und Potentialanalyse	131
6.5 Bunte Vielfalt am Landesamt für Umwelt	133
6.6 Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt	135
6.7 Erosionsschutz beim Anbau von Spargel	137
6.8 Intelligente Hochwasserschutzstrategie in Regensburg	139
6.9 Zukunftswald Rohr-Gaulnhofen	141
6.10 Passive Kälteerzeugung durch Nutzung von Strahlungskühlung	144
6.11 Pilotprojekt zur dezentralen Bewässerung von fränkischen Weinlagen	146
6.12 Winter ist nur eine Jahreszeit	148
6.13 Gemeindeübergreifende Kooperation zum Hochwasserschutz	150
6.14 Initiative boden:ständig	152
Literaturverzeichnis	154
Glossar	161
Anhang 1 Maßnahmenblätter	164
Klimawirkung Hitzebelastung	166
Klimawirkung Hochwasser und hohe Grundwasserstände	182
Klimawirkung Starkregen und Sturzfluten	192
Klimawirkung Niedrigwasser	206
Klimawirkung Trockenheit und Dürren	218
Klimawirkung Gesundheitliche Risiken	235
Klimawirkung Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme	239
Klimawirkung Georisiken	258
Anhang 2 Förderprogramme	261

VORWORT

Liebe Leserin, lieber Leser,

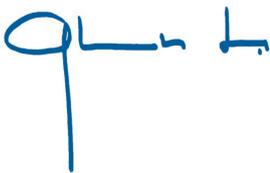
der Klimawandel ist eine der größten gesamtgesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Diese Gewissheit ist Grundlage des historischen Übereinkommens von Paris im Jahr 2015 und sie prägt unser Handeln. Bayerns Klimapolitik ergänzt die nationale und europäische Gesetzgebung, um diese große Gemeinschaftsaufgabe in Bayern zu unterstützen. Hierfür wurde im November 2020 das erste Bayerische Klimaschutzgesetz verabschiedet. Mit dem Gesetz und einem begleitenden 10-Punkte-Plan wurde ein neues Zeitalter des Klimaschutzes eingeläutet.

Ambitionierter Klimaschutz ist ein Gebot, das Schritt für Schritt und konsequent umgesetzt werden muss. Bayern muss hier Vorbild sein. Deswegen wollen wir unsere Ziele noch einmal deutlich verschärfen: Spätestens bis zum Jahr 2040 soll Bayern klimaneutral sein. Im Netto sollen dann also keine Treibhausgase mehr ausgestoßen werden. Die Staatsregierung selbst will bereits ab dem Jahr 2023 klimaneutral sein. Dieser Ehrgeiz beim Klimaschutz macht Bayerns Volkswirtschaft fit für die Herausforderungen der Gegenwart und Zukunft. Er ist die logische Konsequenz unserer aller grundgesetzlicher Verantwortung zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen. Bayerns Klimapolitik baut auf drei bewährten Säulen auf: der Minderung des Ausstoßes von Treibhausgasen, der Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie der Forschung und Entwicklung. Das vorliegende Handbuch zur Umsetzung von Klimaanpassung ist dabei ein wichtiger Baustein. Es zeigt, dass bereits heute die Folgen des Klimawandels spürbar sind und wie diesen Folgen zu begegnen ist.

Klimaschutz ist ein Mitmach-Projekt. Es ist der Staat, der den gesetzgeberischen Rahmen schafft, damit die gesellschaftlichen Ziele des Klimaschutzes und der Klimaanpassung erreicht werden. Es sind aber vor allem die Bürger, Unternehmer und Kommunen, welche innerhalb dieses Rahmens die konkreten Maßnahmen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung vor Ort umsetzen.

Das Handbuch zur Umsetzung von Klimaanpassung in Bayern liefert Ihnen, liebe Leserin und lieber Leser, eine umfangreiche Sammlung an Werkzeugen, Informationen, Handlungsempfehlungen und Praxisbeispielen. Es unterstützt Sie, daran mitzuarbeiten, dass Bayern klimasicher wird. Die Umsetzung von Klimaschutz und Klimaanpassung braucht Bürger, die Akteure sein möchten. Seien auch Sie Teil jenes nachhaltigen Wandels, den wir gemeinsam und gesamtgesellschaftlich anstreben.

Ihr



Thorsten Glauber, MdL
Bayerischer Staatsminister für Umwelt und Verbraucherschutz



Abkürzungsverzeichnis

AbwV	Abwasserverordnung
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
BAP2030	Bayerisches Gewässer-Aktionsprogramm 2030
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
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
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
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
BZE	Bodenzustandserhebung
ClimEx	Klimawandel und hydrologische Extremereignisse – Risiken und Perspektiven für die Wasserwirtschaft in Bayern
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DorfR	Bayerisches Dorferneuerungsprogramm
DVL	Deutscher Verband für Landschaftspflege
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz

EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
FFH-Richtlinie	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FlurbG	Flurbereinigungsgesetz
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GIS	Geoinformationssystem
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 Potentiale“
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
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
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
StMB	Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr
StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
StMFH	Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat (ab 11/2018)
StMFLH	Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (bis 11/2018)
StMGP	Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege
StMI	Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Sport und Integration (seit 11/2018); Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (bis 03/2018)
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, Landesentwicklung und Energie (seit 11/2018); Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (bis 03/2018)
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



Warum Klimaanpassung?

Der Klimawandel und seine Folgen werden sich in Bayern in Zukunft weiter verstärken: Die Temperatur wird weiter ansteigen und Extremereignisse, wie Hitzewellen und Starkregen, werden häufiger auftreten. Das stellt vor allem politische und kommunale Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger aber auch Privatpersonen vor immer größere und neue Herausforderungen.

Um die Risiken eines sich ändernden Klimas möglichst gering zu halten, baut Bayerns Klimapolitik auf einer bewährten Dreifachstrategie aus Klimaschutz, Klimaanpassung und Forschung auf. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist damit ebenso notwendig wie der Klimaschutz selbst. Während Bemühungen um den Klimaschutz langfristig wirken, bieten Anpassungsmaßnahmen eine kurzfristige Vorsorge und Risikominderung gegenüber den Folgen des Klimawandels.

Das zentrale Ziel der Klimaanpassung ist es, die Verwundbarkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme zu mindern bzw. deren Anpassungsfähigkeit an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels zu erhöhen und damit die unterschiedlichen Regionen und Bereiche Bayerns zukunftsfähig zu gestalten sowie klimasicher zu machen.

Wozu ein Handbuch?

Das Handbuch stellt eine umfangreiche Sammlung an Werkzeugen, Informationen, Handlungsempfehlungen und Praxisbeispielen zur Verfügung, welche Ihnen eine Hilfestellung und Entscheidungsgrundlage bei der Umsetzung von Klimaanpassung bietet. Es begleitet Sie schrittweise durch den Anpassungszyklus und fördert somit eine strukturierte Auseinandersetzung mit der Thematik Klimaanpassung. Das Handbuch soll Sie bei der Beantwortung folgender Fragen unterstützen: Welche klimatischen Änderungen sind in meiner Region zu beobachten und zukünftig zu erwarten? Wie betroffen bin ich oder meine Region von den Folgen des Klimawandels? Wie kann ich mich oder meine Region an diese Folgen anpassen? Welche Informationen benötige ich und woher bekomme ich diese? Wie können Maßnahmen gezielt umgesetzt werden? Wen muss ich im Umsetzungsprozess beteiligen? Welche Hindernisse und Erfolgsfaktoren gilt es zu berücksichtigen? Welche Kriterien muss eine gute Anpassungsmaßnahme erfüllen? Welche Ansätze sind in der Praxis bereits erfolgreich umgesetzt worden?

Zielgruppe

Das Handbuch richtet sich vorrangig an Kommunen und Raumplanung sowie an Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger aus Politik, öffentlicher Verwaltung und Unternehmen.

Aufbau des Handbuchs

Das Handbuch orientiert sich an den Schritten im Anpassungszyklus (Abb. 1). Das nachfolgende Kapitel „Fahrplan zur Klimaanpassung“ skizziert dabei den generellen Ablauf der Entwicklung einer Anpassungsstrategie vom Anstoß bis zur Umsetzung der Maßnahmen und der Erfolgskontrolle. Kapitel 1 beschreibt die beobachteten und zukünftig möglichen Klimaänderungen in Bayern. Darauf aufbauend gilt es, die Auswirkungen des Klimawandels zu erkennen und die Betroffenheit zu bewerten (Kapitel 2). Neben einer allgemeinen Zusammenfassung der Auswirkungen werden Werkzeuge in Form von Karten, Analysetools sowie Warn- und Informationsdienste für eine individuelle Betroffenheitsanalyse vorgestellt. Um die Folgen des Klimawandels zu reduzieren, müssen neben unverzichtbaren Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt werden (Kapitel 3). Hierfür zeigt das Handbuch detaillierte Handlungsempfehlungen sowie eine Reihe an Werkzeugen² auf. Die Maßnahmenblätter im Anhang beschreiben konkrete Anpassungsmaßnahmen an verschiedene Klimawirkungen und anhand bereits umgesetzter Praxisbeispiele. Weiter ist bereits bei der Planung von Maßnahmen ein rechtzeitiges Erkennen potenzieller Zielkonflikte essenziell. Eine Auswahl an Zielkonflikten und Lösungen wird nachfolgend überblicksartig dargestellt. Vor dem Hintergrund fehlender finanzieller und personeller Kapazitäten wird zunehmend eine Priorisierung von Maßnahmen gefordert. Als Orientierungshilfe zeigt das Handbuch hierfür mögliche Bewertungskriterien auf. Kapitel 4 gibt Hinweise für eine zielgerichtete Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, wie Erfolgsfaktoren und mögliche Umsetzungsinstrumente. Im Anhang wird dazu eine Liste von Förderprogrammen bereitgestellt. Im letzten Schritt folgt mit dem Monitoring (Kapitel 5) die Beobachtung und Bewertung von Maßnahmen der Klimaanpassung. Darüber hinaus sollen Akteure anhand guter Praxisbeispiele (Kapitel 6) zu eigenen Anpassungsmaßnahmen inspiriert und bei der Umsetzung unterstützt werden.

2) Werkzeuge sind praktische Arbeitshilfen wie Forschungsberichte, Handbücher, Wissensportale, interaktive Webtools, Kartendienste oder Klimadaten, die zur Unterstützung regionaler und kommunaler Anpassungsprozesse dienen.

Die im Handbuch aufgeführten Werkzeuge, Maßnahmen, Förderprogramme und Praxisbeispiele erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Reihenfolge der Auflistung der Werkzeuge, Maßnahmen, Förderprogramme und Praxisbeispiele folgt keinem Kriterium: Sie folgt insbesondere keiner Priorisierung oder Wertung.



Abb. 1:
Zyklischer Ansatz zur Klimawandelanpassung (geändert nach BUNDESREGIERUNG 2008)



Fahrplan zur Klimaanpassung

Das Handbuch soll die verantwortlichen Akteure von der Idee über die Anpassungsstrategie bis hin zur Umsetzung von konkreten Maßnahmen begleiten und unterstützen. Der „Fahrplan“ zur Klimaanpassung folgt dabei, sowohl bei staatlichen, kommunalen oder wirtschaftlichen Akteuren als auch bei Privatpersonen, einigen wesentlichen Stationen. Die Ausgestaltung des Anpassungsprozesses wird für Kommunen (Abb. 2) von BAUSCH & KOZIOL (2017) und für Unternehmen in der Tourismusbranche von Bartels et al. (2009) konkretisiert.

Anstoß

Um den Anpassungsprozess in Gang zu setzen, müssen die zuständigen Entscheidungsträgerinnen und -träger für das Thema Klimawandel und Klimabetroffenheit sensibilisiert werden. Deren Beschluss, sich mit dem Thema zu beschäftigen, bietet Legitimation und Unterstützung im weiteren Verfahren. In diesem Schritt geht es also darum, die Entscheidungsträgerinnen und -träger davon zu überzeugen, Klimaanpassung auf die (politische) Agenda zu setzen und dafür zu sorgen, dass das Thema auch langfristig behandelt wird. Dafür werden geeignete Inhalte und Argumente mit lokalem Bezug vorgestellt und die relevanten Akteure beteiligt. Praxisnahe Hinweise auf die Möglichkeiten der Umsetzung (grober Zeitplan, Gute-Praxis-Beispiele, Förderprogramme) bieten die Grundlage zur Einschätzung des Aufwandes und zeigen, dass man sich vertieft mit dem Thema auseinandergesetzt hat.

Siehe Kapitel:

1 Klimawandel verstehen

2 Betroffenheit ermitteln

4.2 Kommunikation und Akzeptanzschaffung

6 Gute-Praxis-Beispiele

Anhang 2 Förderprogramme



Schritte auf dem Weg zur Klimaanpassung

Klimawandel verstehen

Zu Beginn des Anpassungsprozesses müssen die beobachteten und zukünftig möglichen Klimaveränderungen einer Region bekannt sein.

Siehe Kapitel:

1 Klimawandel verstehen

Betroffenheitsanalyse

Bei der Betroffenheitsanalyse wird ermittelt, welche Klimawandelfolgen im Interessensgebiet auftreten und mit welchen Auswirkungen (Chancen und Risiken) in Zukunft zu rechnen ist. Eine erste Bestandsaufnahme kann dabei Argumente für den Anstoß des Anpassungsprozesses liefern und die relevanten Untersuchungsgebiete eingrenzen, während eine tiefergehende Analyse die Grundlage für die Maßnahmenentwicklung bildet.

Siehe Kapitel:

2 Betroffenheit ermitteln

Maßnahmen entwickeln und vergleichen

In Abhängigkeit von der Betroffenheit durch den Klimawandel werden konkrete Ziele zur Klimaanpassung definiert und geeignete Maßnahmen zur Zielerreichung entwickelt. Dabei sollten Zielkonflikte zwischen den Maßnahmen vermieden werden. Die Maßnahmen werden nach abgestimmten Kriterien priorisiert.

Siehe Kapitel:

3 Maßnahmen entwickeln und abwägen

Anhang 1 Maßnahmenblätter

Anhang 2 Förderprogramme

Maßnahmen planen und umsetzen

Gemeinsam mit den betroffenen Akteuren werden geeignete Instrumente und Vorgehensweisen identifiziert. In diesem Schritt gilt es, eine breite Akzeptanz für die Maßnahmen zu schaffen und die Motivation zum präventiven Handeln zu erhöhen. Klimaanpassung sollte in allen relevanten Handlungsfeldern auf organisatorischer Ebene integriert werden, um ein reibungsloses Zusammenarbeiten aller beteiligten Akteure zu ermöglichen. Die Finanzierung der geplanten Maßnahmen muss gesichert werden.

Siehe Kapitel:

4 Maßnahmen planen und umsetzen

6 Gute-Praxis-Beispiele

Monitoring

Im Laufe des Anpassungsprozesses sollte die Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen sowie der eingesetzten Steuerungsansätze und Beteiligungsformen erfasst und bewertet werden. Gleichmaßen werden die klimatischen Veränderungen und deren Auswirkung im Untersuchungsgebiet fortlaufend beobachtet. Dies ist die Voraussetzung, um gegebenenfalls nachzusteuern. Ausgewählte Indikatoren helfen bei der Erfassung und Bewertung der Klimafolgen und Anpassungserfolge.

Siehe Kapitel:

5 Monitoring



Abb. 2:
Integration von Klimaanpassung
in die kommunalen Strukturen
und Planungsprozesse. Eigene
Abbildung nach BAUSCH &
KOZIOL (2017)



1 Klimawandel verstehen

Zentrale Fragestellungen des Kapitels:

Welche klimatischen Veränderungen können wir bereits heute in Bayern beobachten?

Wie wird sich das Klima in Bayern zukünftig verändern?

Welche Werkzeuge helfen mir bei der Analyse des regionalen Klimawandels?

1.1 BEOBACHTETER KLIMAWANDEL IN BAYERN

Die globale Mitteltemperatur ist gegenüber vorindustriellen Werten bereits um 1,1 °C angestiegen (Stand 2017) (IPCC 2018). Insbesondere seit Mitte der 1970er Jahre hat sich das Tempo der Erwärmung stark erhöht. Hauptursache des gegenwärtigen Klimawandels sind durch menschliche Aktivitäten verursachte Treibhausgasemissionen und der daraus resultierende Treibhausgaseffekt (IPCC 2013b). Seit Beginn der Industrialisierung hat die weltweite Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Erdatmosphäre von 280 ppm (parts per million) um über 46 % auf rund 410 ppm in 2019 zugenommen (UBA 2020a). Damit ist die globale Konzentration von CO₂ gegenwärtig höher als in den vergangenen 800.000 Jahren. Die Kohlendioxidkonzentration auf der Zugspitze lag 2019 im Jahresmittel bei über 411 ppm.

Auch in Bayern wurden steigende Temperaturen beobachtet (Abb. 3). Der berechnete lineare Trend der mittleren Lufttemperatur zwischen 1951 und 2019 beträgt +1,9 °C (Abb. 3: die gestrichelte blaue Linie steigt gegenüber dem Mittel des Zeitraums 1971–2000 von etwa –0,9 °C im Jahr 1951 auf etwa +1 °C im Jahr 2019 – ein Anstieg um insgesamt +1,9 °C). Dieser Trend ist statistisch hoch signifikant³. In Bayern verlief die Erwärmung schneller als im globalen Durchschnitt – eine Entwicklung, die für Landmassen grundsätzlich zu erwarten ist (im Gegensatz zum tendenziell geringeren Anstieg der Lufttemperaturen über den Weltmeeren).

Saisonal betrachtet ist die gemessene mittlere Temperaturzunahme in Winter- (Dez.–Feb.) und Frühjahrsquartal (März–Mai) mit +2,1 °C sowie im Sommerquartal (Juni–Aug.) mit +2,4 °C deutlich stärker ausgeprägt als im Herbstquartal mit +1,2 °C (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

Um regionale klimatische Unterschiede innerhalb Bayerns angemessen abzubilden, wurde Bayern vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) in sieben zusammenhängende Klimaregionen unterteilt, die in sich möglichst ähnlich bezüglich Temperatur und Niederschlag sind (Abb. 4: Alpen, Alpenvorland, Südbayerisches Hügelland, Donauregion, Mainregion, Spessart-Rhön, Ostbayerisches Hügel- und Bergland).

3) Signifikanzniveau:
nicht signifikant: ≤ 90 %,
signifikant: > 90 %,
hoch signifikant: > 99 %

4) Hinweis: Das gleitende 30-jährige Mittel stellt keine Ergebnisse für einzelne Jahre dar. Ein Beispiel: Der Wert, der für das Jahr 2004 das Ende der schwarzen Linie markiert, ist die Abweichung des zeitlichen Mittelwerts der Einzelergebnisse der Jahre 1990–2019 gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000.

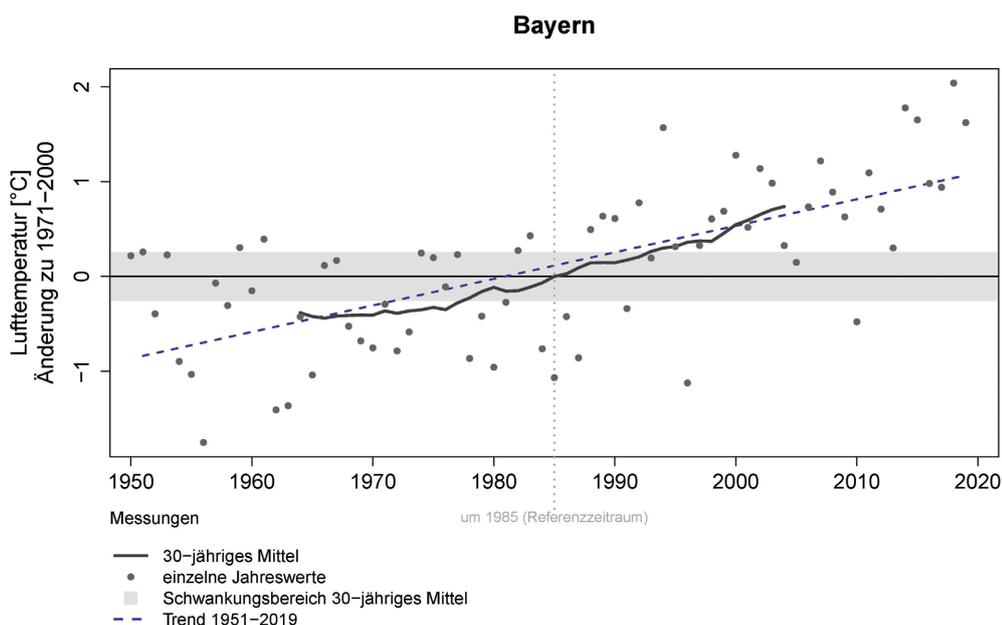
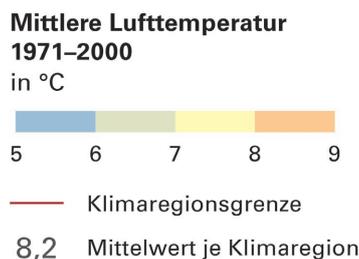
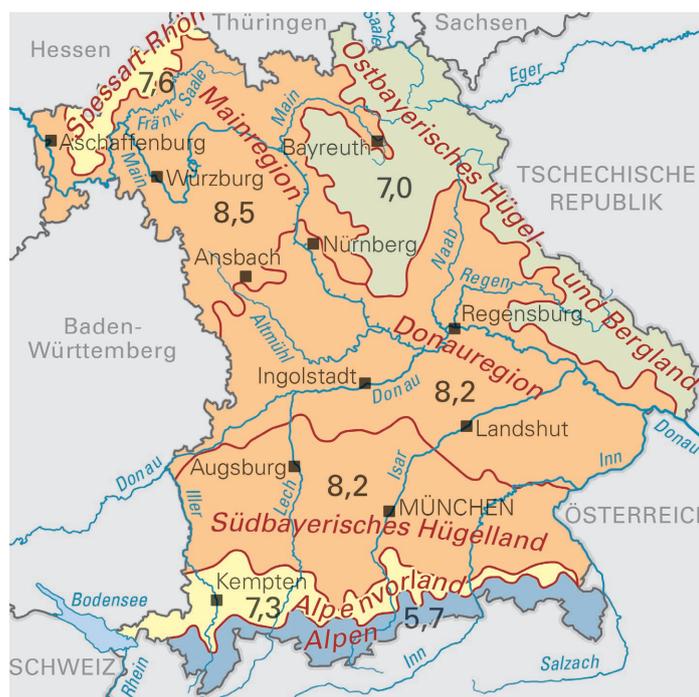


Abb. 3:
Abweichung der beobachteten jährlichen Mitteltemperatur (graue Punkte) und des 30-jährigen Mittels (schwarze Linie) der Messwerte zwischen 1951–2019 gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000. Der lineare Trend des Temperaturanstiegs (gestrichelte blaue Linie) wurde auf Basis der Messwerte zwischen 1951–2019 berechnet (Fachdaten: LfU, basierend auf Daten des Deutschen Wetterdienstes und E-OBS Daten).⁴

Abb. 4:
Mittlere Lufttemperatur in den sieben Klimaregionen Bayerns: Alpen, Alpenvorland, Südbayerisches Hügelland, Donauregion, Ostbayerisches Hügel- und Bergland, Mainregion und Spessart-Rhön.

Die Alpenregion am südlichen Rand Bayerns ist durch die größten Erhebungen gekennzeichnet. Die Region Voralpenland ist durch Ausläufer der Alpen und durch deren unmittelbare Nähe geprägt. Innerhalb dieser Region nimmt die aufgrund ihrer geringen Größe nicht extra ausgewiesene Bodenseeregion mit ihrem milden Klima eine Sonderstellung ein. Das Südbayerische Hügelland umfasst die Zentren Augsburg und München und ist klimatisch noch von der Nähe der Alpen beeinflusst. Die Donauregion wird durch die große Flussniederung von Ulm bis Passau und Ausläufern nach Norden bis Weiden und Nürnberg aufgespannt. Die Grenze zur anderen großen Flachlandregion um den Main von Bayreuth bis Aschaffenburg wurde nicht entlang der Wasserscheide, sondern basierend auf klimatischen Kriterien gezogen. Die Spessart-Rhön-Region grenzt sich durch die Mittelgebirge im Nordwesten Bayerns deutlich ab. Auch das Ostbayerische Hügel- und Bergland, welches von der Frankenalb über das Fichtelgebirge bis ins Vogtland und den Bayerischen Wald reicht, ist von den Höhenlagen der Mittelgebirge geprägt.

Die mittlere Lufttemperatur in Bayern ist regional sehr unterschiedlich: Im Referenzzeitraum (1971–2000) war es am kältesten in den Alpen (5,7 °C) und am wärmsten (8,5 °C) in der Mainregion (Abb. 4). Der beobachtete bayernweite Anstieg der mittleren Temperatur von +1,9 °C seit 1951 verlief in den Klimaregionen insgesamt jedoch recht homogen: Die Mitteltemperatur stieg überall in Bayern in ähnlicher Weise an. Einzige Ausnahme stellen die Alpen und das Alpenvorland dar, in welchen der Temperaturanstieg insbesondere im Herbst- und



0 50 km

Fachdaten:
LfU, basierend auf
Daten des Deutschen
Wetterdienstes
und E-OBS Daten

Klima-Kennwert	Alpen		Alpenvorland		Südbayer. Hügelland		Donau-region		Ostbayer. Hügel- und Bergland		Mainregion		Spessart-Rhön	
	MW	T	MW	T	MW	T	MW	T	MW	T	MW	T	MW	T
Temperatur in °C	5,7	+1,5**	7,3	+1,7**	8,2	+2,0**	8,2	+2,1**	7,0	+1,9**	8,5	+1,8**	7,6	+1,9**
Hitzetage (Tmax ≥ 30°C)	0,5	+1,7**	1,5	+5,4**	3,9	+8,8**	5,1	+11**	2,5	+5,9**	6,2	+10**	2,5	+6,5**
Sommertage (Tmax ≥ 25 °C)	10	+12**	22	+22**	33	+26**	36	+28**	24	+20**	37	+27**	24	+23**
Frosttage (Tmin < 0 °C)	154	-17**	121	-16**	107	-25**	106	-31**	123	-30**	96	-22**	103	-25**
Eistage (Tmax < 0 °C)	41	-11*	30	-13**	29	-14**	30	-16**	37	-16**	23	-14**	30	-18**

Tab. 1:
Klima-Kennwerte in Tagen pro Jahr und Jahresmitteltemperatur in °C. Dargestellt ist der Mittelwert (MW) des Zeitraums 1971–2000 und der lineare Trend (T) der Vergangenheit seit 1951 (Trend-Zeitraum: 1951–2019, für die Alpen nur bis 2015; der Trend der Alpen ist somit nur bedingt mit den restlichen Trends vergleichbar; Signifikanzniveau: nicht signifikant ≤ 90 %, * signifikant > 90 %, ** hoch signifikant > 99 %).

Winterquartal etwas langsamer als in Gesamtbayern voranschritt (Tab. 1 und „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

Im Gegensatz zur Mitteltemperatur hat sich die Anzahl weiterer klimatischer Kennwerte in den sieben Klimaregionen Bayerns teils in sehr unterschiedlichem Ausmaß verändert (Tab. 1). So nahm beispielsweise die Anzahl der Eis- und Frosttage in den Alpen und dem Alpenvorland tendenziell weniger stark ab als in den restlichen Klimaregionen (Tab. 1).

In den Alpen, dem Alpenvorland und dem Ostbayerischen Hügel- und Bergland hat die jährliche Anzahl der Tage mit Temperaturen über 30 °C (Hitzetage) – in absoluten Zahlen – weniger stark zugenommen als in wärmeren Klimaregionen: Im Alpenvorland wurde ein Trend von +5,4 Hitzetagen zwischen 1951–2019 ermittelt, für die wärmere Donau- oder Mainregion hingegen ein Trend von +10 Hitzetagen. Ähnliche Unterschiede sind grundsätzlich auch innerhalb der Klimaregionen zu erwarten: Sehr hoch gelegene Orte und Gebiete (z. B. die Zugspitze) sind grundsätzlich kühler als niedriger liegende Gebiete. Erhöhen sich die mittleren Temperaturen an solchen kühlen Orten und Gebieten im Zuge des Klimawandels, so steigen die Tagestemperaturen eines Jahres nicht zwangsläufig öfters über den Schwellwert von 30 °C.

Klimatische Änderungen der Niederschlagsmengen waren in der Vergangenheit nur sehr schwach ausgeprägt: Beobachtet wurde eine leichte Umverteilung der innerjährlichen Niederschläge, mit etwas geringeren Niederschlagsmengen im Sommerquartal (Juni–Aug.) und, ausgleichend hierzu, etwas höheren Niederschlagsmengen in Herbst-, Winter- und Frühjahrsquartal. Im Sommerquartal (Juni–Aug.) wurde hierbei für den Zeitraum 1951 bis 2019 ein statistisch signifikanter Trend von –13 % im Mittel für ganz Bayern beobachtet. Im Herbst-, Winter- und Frühjahrsquartal sind die Trends der Niederschlagswerte hingegen nicht statistisch signifikant (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

Auf die Klimaregionen bezogen ist der Trend hin zu abnehmenden Niederschlägen im Sommerquartal im Südbayerischen Hügelland (–13 %), der Donauregion (–14 %) und der Spessart-Rhön Region (–23 %) statistisch signifikant (Abb. 5). Im Herbst-, Winter- und Frühjahrsquartal wurden in allen Klimaregionen mit Ausnahme der Alpen positive Trends ermittelt, die allerdings statistisch nicht signifikant sind. Trotz der saisonalen Änderungen des Niederschlags haben sich die jährlichen Niederschlagssummen im Zeitraum 1951 bis 2019 nicht nennenswert verändert (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

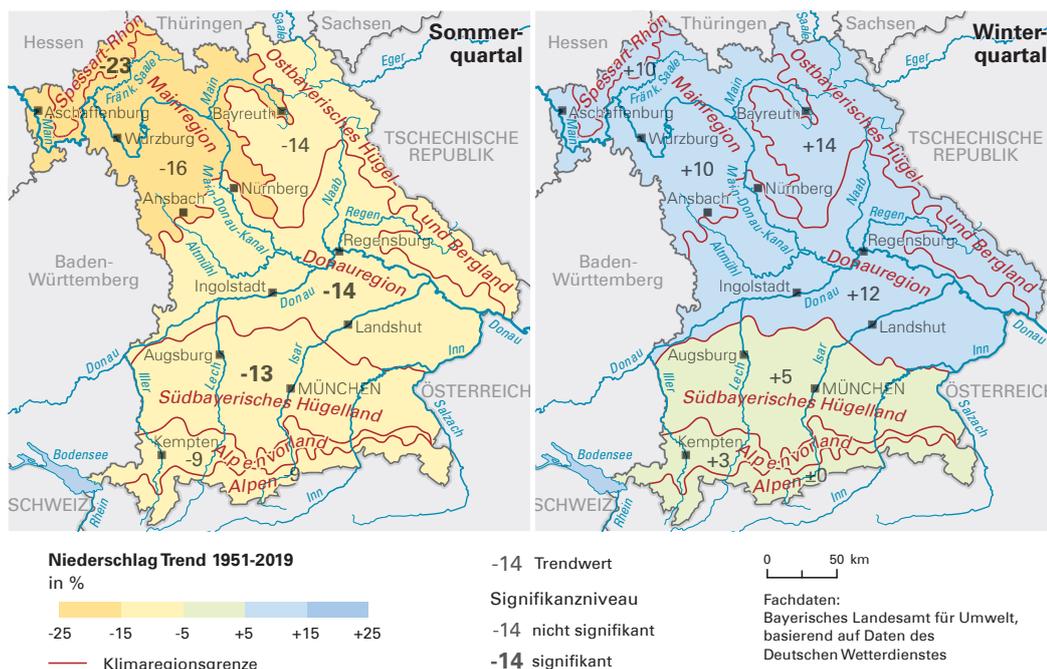


Abb. 5: Relativer Trend der Niederschlagssummen in den sieben Klimaregionen Bayerns über die vergangenen 69 Jahre zwischen 1951–2019, jeweils für das Sommerquartal Juni–Aug. (links) und für das Winterquartal Dez.–Feb. (rechts). Fett gedruckte Werte symbolisieren einen statistisch signifikanten Trend (Signifikanzniveau > 90 %).

1.2 ZUKÜNFTIGER KLIMAWANDEL IN BAYERN

Grundlagen: Klimamodelle und Szenarien

Klimamodelle werden auf Basis verschiedener sozialer, wirtschaftlicher und politischer Annahmen gerechnet. Soziale und wirtschaftliche Annahmen umfassen beispielsweise die künftige globale Bevölkerungsentwicklung, die wirtschaftlichen Produktionsbedingungen (etwa die Verfügbarkeit kostengünstiger Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien) und die Art und Weise der Landnutzung. Diese Faktoren beeinflussen die Menge an Treibhausgasen, welche vom Menschen global ausgestoßen werden – und somit die Entwicklung des Klimas in Bayern.

Maßgeblich für den globalen Ausstoß an Treibhausgasen sind vor allem die politischen Annahmen, also die Frage wie schnell ambitionierte Klimaschutzmaßnahmen regional und global beschlossen und umgesetzt werden. Auch aus diesem Grund wurden im 5. Sachstandsbericht des IPCC sogenannte Repräsentative [Treibhausgas-] Konzentrationspfade (RCP) verwendet, welche die künftigen Treibhausgasemissionen in Abhängigkeit von den umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen darstellen⁵.

Die RCPs stellen sogenannte Szenarien dar, welche unterschiedliche Entwicklungen der menschengemachten klimatischen Rahmenbedingungen beschreiben. Die Klimadaten des Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) basieren auf drei verschiedenen Szenarien (RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5):

- Das **Szenario RCP 2.6** beschreibt ein Klimaschutzszenario, bei dem die globale Erwärmung auf 2,0 °C gegenüber dem vorindustriellen Klima begrenzt werden könnte (globale Erwärmung gemäß „2-Grad-Obergrenze“). Hierfür müssen die globalen Treibhausgasemissionen zeitnah reduziert werden und in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts im Netto auf null sinken.
- Das **Szenario RCP 4.5** geht lediglich von mäßigen Klimaschutzambitionen aus, mit hohen Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2100.
- Das **Szenario RCP 8.5** beschreibt eine Entwicklung gänzlich ohne Klimaschutz, mit stark steigenden Treibhausgasemissionen bis 2100.

5) In älteren Publikationen wie zum Beispiel der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie 2016 wurde ein sogenanntes SRES-Emissions-szenario (A1B) verwendet – ein Szenario, welches den Einfluss politischer Entscheidungen auf die Treibhausgasemissionen weniger transparent darstellt als die RCP Szenarien. Die Emissionen des Szenarios SRES A1B verlaufen ähnlich zu jenen des Szenarios RCP 6.0.

Die Szenarien RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5 stellen jeweils eine einzelne mögliche (d. h. politisch wählbare) Entwicklung der Treibhausgasemissionen dar. In der Vergangenheit lagen die CO₂-Emissionen zuletzt in etwa auf jenen des Szenarios RCP 8.5 „ohne Klimaschutz“. Für die Zukunft lässt sich daraus aber kein Schluss ziehen. Klimaschutzmaßnahmen bzw. technologische Innovationen der Vergangenheit werden zumindest zu gewissem Grade in Zukunft eine globale Wirkung entfalten: Beispielsweise ist die Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaikanlagen in vielen Regionen der Erde bereits heute die kostengünstigste Art der Stromerzeugung – eine Tatsache, welche heute auf globaler Ebene Investitionen in erneuerbare Energien lenkt und dadurch die globalen Emissionen senkt. In den internationalen Klimaverhandlungen wurde im Jahr 2015 mit dem Pariser Übereinkommen erstmals eine rechtsverbindliche vertragliche Struktur geschaffen, welche die globale Erwärmung „deutlich“ unter 2,0 °C begrenzen soll. Das Klimaschutzszenario RCP 2.6 und dessen „2-Grad-Obergrenze“ kann also in gewisser Näherung mit dem Pariser Übereinkommen in Bezug gesetzt werden: Der Anstieg der globalen Mitteltemperatur wird bei Einhaltung der 2-Grad-Obergrenze unter 2 °C begrenzt. Der Begriff der 2-Grad-Obergrenze unterstreicht, im Gegensatz zur Bezeichnung des 2-Grad-Ziels, das im Pariser Übereinkommen in Artikel 2 genannte Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur „deutlich“ unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg unter 1,5 °C zu begrenzen. Um die globale Mitteltemperatur unter 2 °C zu begrenzen, dürfen die Gesamtemissionen bis 2100 jene des Klimaschutzszenarios RCP 2.6 nicht übertreffen (vgl. Budget-Ansatz bzw. Kohlenstoffbudget im Glossar). Weitere Informationen zum Budget-Ansatz, zur internationalen Klimapolitik und zu den RCP-Szenarien finden sich im Klima-Report Bayern 2021 (Kap. 1, 2).

Ein Treibhausgas-Szenario beschreibt also eine Möglichkeit, die als Basis für politische Entscheidungen genutzt werden kann. Dieser Möglichkeit kann aber keine Wahrscheinlichkeit zugeordnet werden: Globale politische Prozesse können nicht berechnet werden.

Zur Berechnung der Auswirkungen eines Szenarios auf das zukünftige Klima ist in der Klimaforschung die Verwendung mehrerer Klimamodelle zur gängigen Praxis geworden. Auf diese Weise kann der Ergebnisbereich möglicher zukünftiger Klimaänderungen abgebildet werden. Man spricht dann von der Verwendung eines Modell-Ensembles. Für die vorliegenden Auswertungen wurde beim Szenario ohne Klimaschutz (RCP 8.5) ein Ensemble aus 12 regionalen Klimamodellen verwendet, beim Szenario mit mäßigem Klimaschutz (RCP 4.5)⁶ aus 6 Klimamodellen und beim Klimaschutzszenario (RCP 2.6) aus 8 Klimamodellen. Die Auswahl der Modelle erfolgte auf Grundlage einer strengen Plausibilitätsprüfung. Nur wenn sich das jeweils einzelne Klimamodell im Vergleich zu Beobachtungsdaten der Vergangenheit als räumlich und zeitlich (saisonal) wieder-gabekräftig erwiesen hat, wurde es bei der Berechnung der Klimadaten verwendet (LFU 2020).

Die Auswertung der Klimasimulationen der Zukunft erfolgt anhand des Medians sowie der Spannweite zwischen dem Minimum und dem Maximum der Modellergebnisse. Diese sind wie folgt definiert:

- Median: Der Median repräsentiert den mittleren Wert der Klimasimulationen, also den Wert, den 50 % aller verwendeten Klimasimulationen über- bzw. unterschreiten.
- Minimum: Das Minimum entspricht dem geringsten Wert der Klimasimulationen.
- Maximum: Das Maximum entspricht dem höchsten Wert der Klimasimulationen.

Der Bereich zwischen den Extremwerten Minimum und Maximum umfasst somit die Bandbreite des betrachteten Modell-Ensembles.

6) Die Werte zum Klima des Szenarios RCP 4.5 liegen zwischen jenen der Szenarien RCP 2.6 und RCP 8.5. Sie werden aus Gründen der Übersichtlichkeit im Handbuch nicht explizit aufgeführt, können jedoch ab Ende 2021 über das Bayerische Klimainformationssystem (BayKIS) abgerufen werden.



Ergebnisse: Entwicklung des Klimas

Temperatur

In Abb. 6 ist das 30-jährige gleitende Mittel der jährlichen Lufttemperatur in Bayern anhand eines Klimaschutzszenarios (RCP 2.6) und eines Szenarios ohne Klimaschutz (RCP 8.5) dargestellt. Gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000 würde die Temperatur in einem Klima der fernen Zukunft (um das Jahr 2085 bzw. im Zeitraum 2071–2100) ohne Klimaschutz voraussichtlich um etwa 3,8 °C zunehmen (Abb. 6: orange Linie). Die Bandbreite des Modell-Ensembles deutet an, dass eine Erwärmung zwischen +3,0 °C und +4,8 °C möglich ist (Abb. 6: oranger Bereich). Mit Klimaschutz gemäß „2-Grad-Obergrenze“ (RCP 2.6) würde in der fernen Zukunft um das Jahr 2085 hingegen nur eine Erwärmung von +1,1 °C erwartet (Bandbreite: 0,7 °C bis 1,6 °C).

Der Verlauf des 30-jährigen Mittels der Messwerte (Abb. 6: schwarze Linie) stimmt gut überein mit den Ergebnissen der Klimamodelle: Da in der Vergangenheit die globalen Treibhausgasemissionen in etwa einem Verlauf des Szenarios ohne Klimaschutz (RCP 8.5) folgten, ist entsprechend zu erwarten, dass die Messwerte (schwarze Linie) innerhalb einer Temperaturentwicklung ohne Klimaschutz (oranger Bereich) liegen.

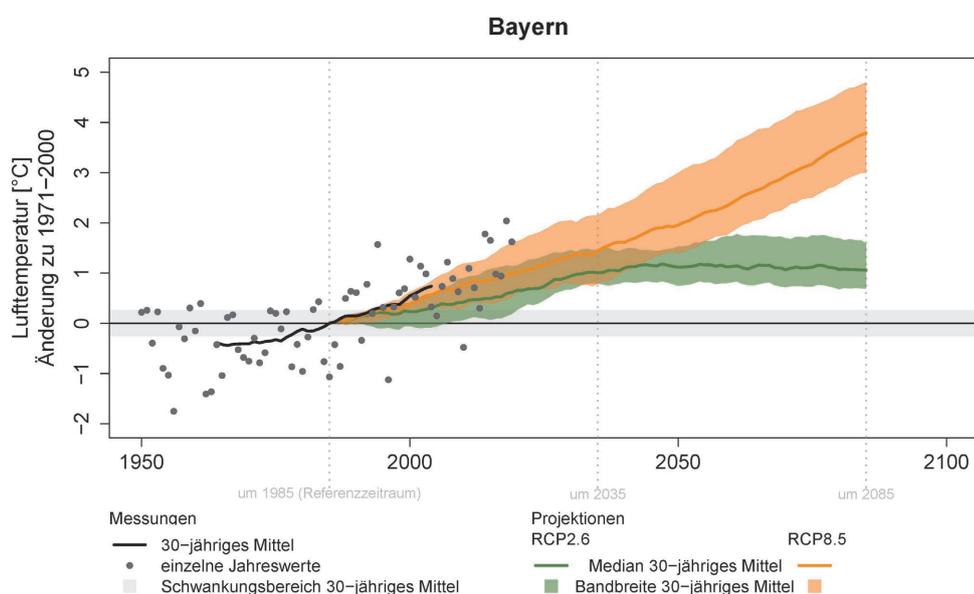


Abb. 6: Abweichung der beobachteten jährlichen Mitteltemperatur (graue Punkte) und des 30-jährigen Mittels (schwarze Linie) der Messwerte zwischen 1951–2019 gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000. Die simulierte Änderung der 30-jährigen Mittel zeigt einen Temperaturverlauf ohne Klimaschutz (orange, Szenario RCP 8.5) und gemäß eines Klimaschutzszenarios (grün, RCP 2.6) (Fachdaten: LfU, basierend auf Daten des Deutschen Wetterdienstes und E-OBS Daten).

Verbunden mit einer Zunahme der Mitteltemperatur wird die Anzahl der Hitze- und Sommertage künftig ebenso zunehmen (Tab. 2 und Tab. 3). Ohne Klimaschutz (RCP 8.5) wäre in Bayern ein Anstieg der jährlichen Sommertage um 12 Tage im Zeitraum 2021–2050 und um 40 Tage im Zeitraum 2071–2100 zu erwarten (Tab. 2). Analog dazu wären 4,8 bzw. 22 zusätzliche Hitzetage zu erwarten. Gleichzeitig würde die Anzahl der Frost- und Eistage sinken (Tab. 2).

Klima-Kennwert	2021–2050 gegenüber 1971–2000			2071–2100 gegenüber 1971–2000		
	Min	Median	Max	Min	Median	Max
Mitteltemperatur	+0,8 °C	+1,4 °C	+2,1 °C	+3,0 °C	+3,8 °C	+4,8 °C
Sommertage (Tmax ≥ 25 °C)	+8,6	+12	+33	+30	+40	+73
Hitzetage (Tmax ≥ 30 °C)	+2,0	+4,8	+11	+16	+22	+36
Frosttage (Tmin < 0 °C)	-11	-28	-46	-43	-65	-81
Eistage (Tmax < 0 °C)	-3,6	-12	-18	-20	-23	-26

Tab. 2: Mittlere bayernweite Änderung der Klima-Kennwerte in Tagen pro Jahr und der Jahresmitteltemperatur in °C (Szenario RCP 8.5 ohne Klimaschutz)

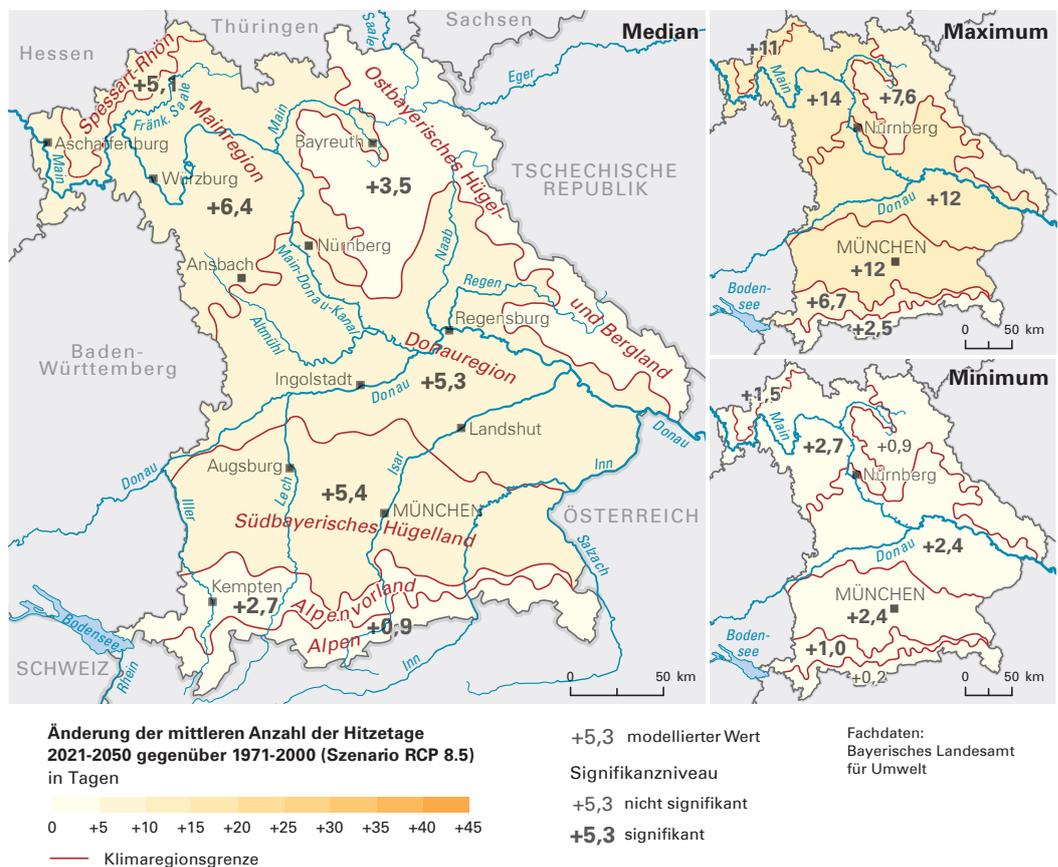
Mit Klimaschutz gemäß „2-Grad-Obergrenze“ wäre der Anstieg von Mitteltemperatur, Sommer- und Hitzetagen in der nahen Zukunft (2021–2050) etwas geringer als im Szenario ohne Klimaschutz: Mit Klimaschutz (Tab. 3) steigt die Mitteltemperatur beispielsweise um +1,0 °C (Bereich: +0,8 °C bis 1,5 °C), ohne Klimaschutz (Tab. 2) hingegen um +1,4 °C (Bereich: +0,8 °C bis +2,1 °C). Ein Klimaschutzszenario gemäß „2-Grad-Obergrenze“ würde aber vor allem dazu führen, dass der Erwärmungstrend bis 2050 gestoppt würde (Abb. 6). Die Änderung der Mitteltemperatur und Klima-Kennwerte würde entsprechend im weiteren Verlauf von naher Zukunft (2021–2050) bis Ende des Jahrhunderts (2071–2100) nicht noch weiter zunehmen (Tab. 3).

Tab. 3:
Mittlere bayernweite Änderung der Klima-Kennwerte in Tagen pro Jahr und der Jahresmitteltemperatur in °C (Klimaschutzszenario RCP 2.6).

Klima-Kennwert	2021–2050 gegenüber 1971–2000			2071–2100 gegenüber 1971–2000		
	Min	Median	Max	Min	Median	Max
Mitteltemperatur	+0,8 °C	+1,0 °C	+1,5 °C	+0,7 °C	+1,1 °C	+1,6 °C
Sommertage (Tmax ≥ 25 °C)	+4,9	+9,9	+24	+4,9	+11	+23
Hitzetage (Tmax ≥ 30 °C)	+1,5	+3,4	+11	+1,0	+3,8	+11
Frosttage (Tmin < 0 °C)	-13	-18	-36	-12	-19	-31
Eistage (Tmax < 0 °C)	-5,2	-8,1	-12	-4,7	-9,7	-12

Die von den Klimamodellen simulierte Änderung der Jahresmitteltemperatur verläuft jeweils für beide Szenarien – mit bzw. ohne Klimaschutz – in allen sieben Klimaregionen weitgehend vergleichbar: Beispielsweise wird sich in den Alpen in Zukunft die Jahresmitteltemperatur voraussichtlich ähnlich schnell erhöhen wie in der Main- oder Donauregion (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

Abb. 7:
Mittlere (median), maximale und minimale Änderung der jährlichen Anzahl der Hitzetage im Zeitraum 2021–2050 gegenüber 1971–2000 (Szenario RCP 8.5 ohne Klimaschutz). Fett gedruckt sind Abweichungen vom Referenzzeitraum, die als Änderung des Klimas interpretiert werden. Sie liegen außerhalb des Schwankungsbereichs des 30-jährigen Mittelwertes 1971–2000.



Für die Klima-Kennwerte werden zum Teil hingegen deutliche regionale Unterschiede erwartet: Die Tage mit Temperaturen über 30 °C (Hitzetage) würden – in einem Szenario ohne Klimaschutz (RCP 8.5) – in der nahen Zukunft (2021–2050) in der Mainregion um +6,4 Tage zunehmen, im Ostbayerischen Hügel- und Bergland um +3,5 und in den Alpen um +0,9 Tage (Abb. 7: Median). Diese Unterschiede spiegeln sich in vergleichbarer Weise in einem Klimaschutzenszenario wider: mit +5,3 Tagen in der Mainregion, +2,5 Tagen im Ostbayerischen Hügel- und Bergland und +0,6 Tagen in den Alpen (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

In der fernen Zukunft (2071–2100) würde – ohne Klimaschutz – die Anzahl der Hitzetage nochmals deutlich gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000 steigen (Abb. 8). Mit Klimaschutz gemäß „2-Grad-Obergrenze“ wäre ab der nahen Zukunft (2021–2050) hingegen keine nennenswerte Änderung mehr zu erwarten (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

Ebenso wirkt sich der Klimawandel auf die Anzahl von Sommer-, Frost- und Eistagen aus (Abb. 9 und Abb. 10, „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1). Zu beachten ist hierbei, dass diese Werte aus dem Flächenmittel der Klimaregionen bestimmt werden. In Städten ist die Anzahl der Hitze- und Sommertage aufgrund des dort auftretenden Wärmeinseleffekts aber nochmals größer: Dunkle versiegelte Flächen heizen sich stärker und schneller auf als Flächen mit hellerem Bodenbelag sowie Vegetations- und Wasserflächen. Darüber hinaus ist innerhalb bergiger Klimaregionen eine ausgeprägte Höhenabhängigkeit gegeben. Beispielsweise sind in den Tälern der Alpenregion deutlich höhere Temperaturwerte und mehr Hitzetage zu erwarten als in hoch gelegenen Berglagen.

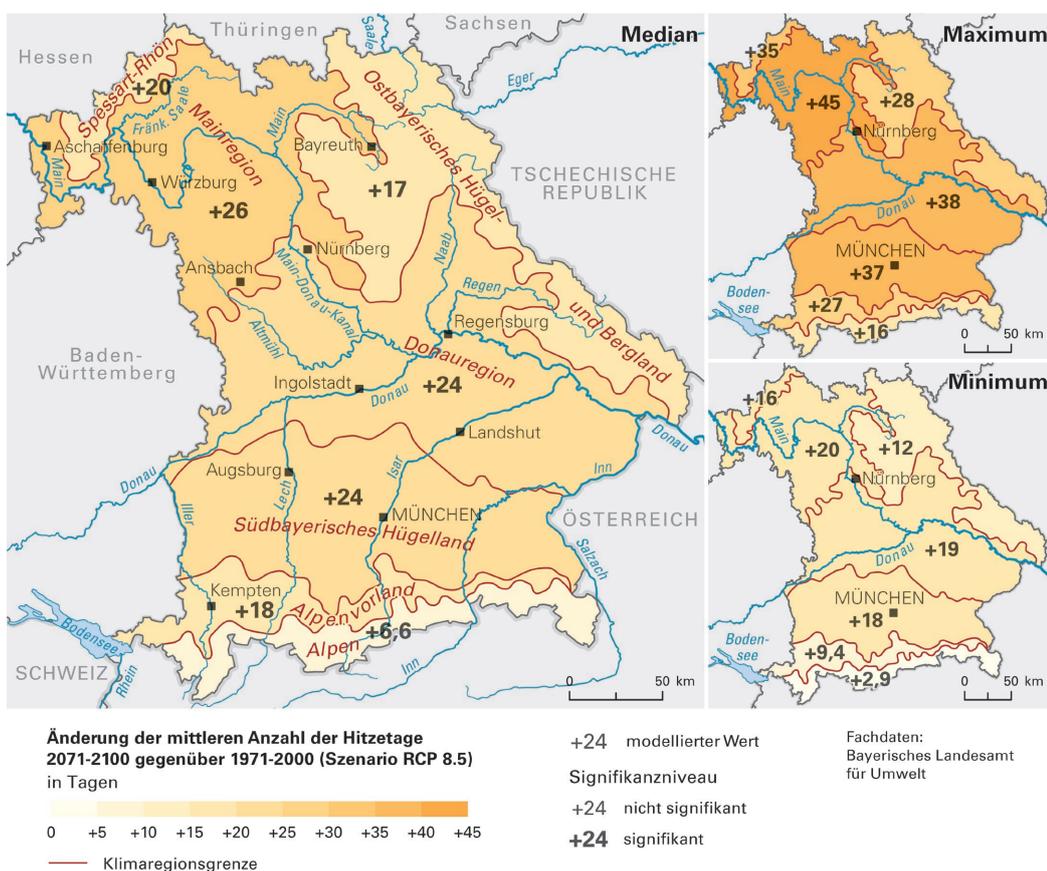


Abb. 8: Mittlere (median), maximale und minimale Änderung der jährlichen Anzahl der Hitzetage im Zeitraum 2071–2100 gegenüber 1971–2000 (Szenario RCP 8.5 ohne Klimaschutz)

Abb. 9:
Mittlere (median), maximale
und minimale Änderung der
jährlichen Anzahl der Eistage im
Zeitraum 2021–2050 gegenüber
1971–2000 (Szenario RCP 8.5 ohne
Klimaschutz). Fett gedruckt sind
Abweichungen vom Referenz-
zeitraum, die als Änderung des
Klimas interpretiert werden. Sie
liegen außerhalb des Schwan-
kungsbereichs des 30-jährigen
Mittelwertes 1971–2000.

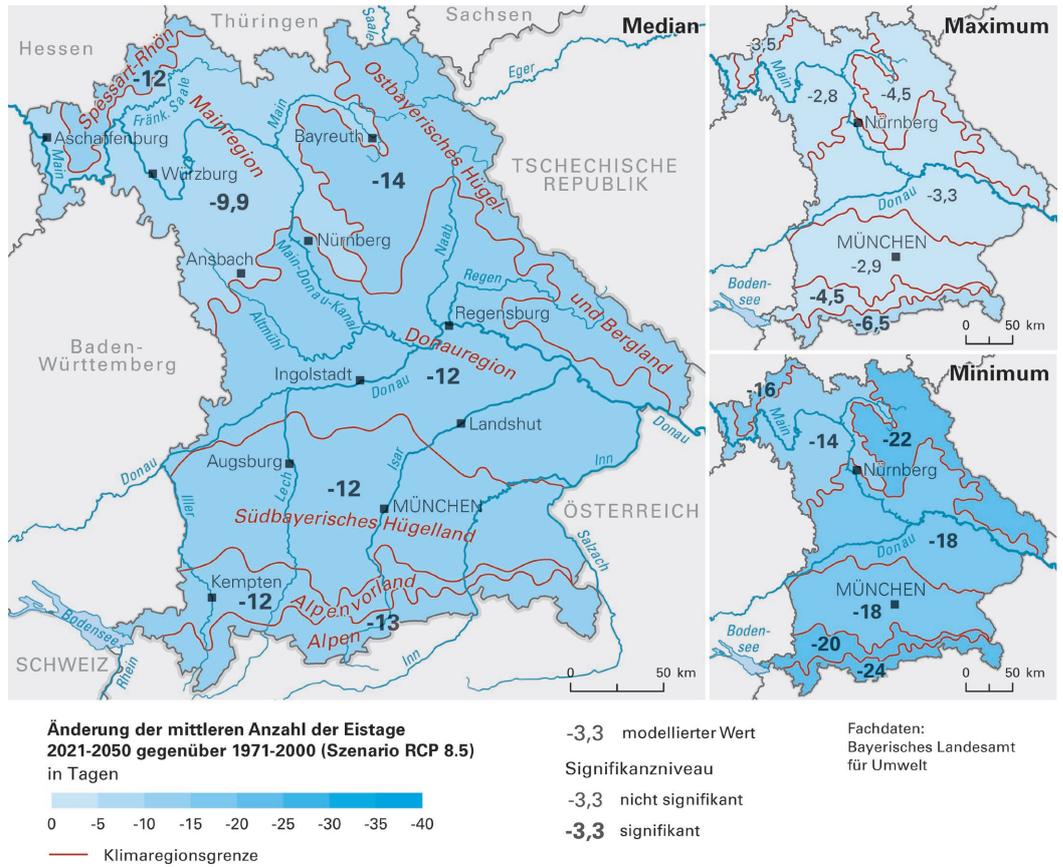
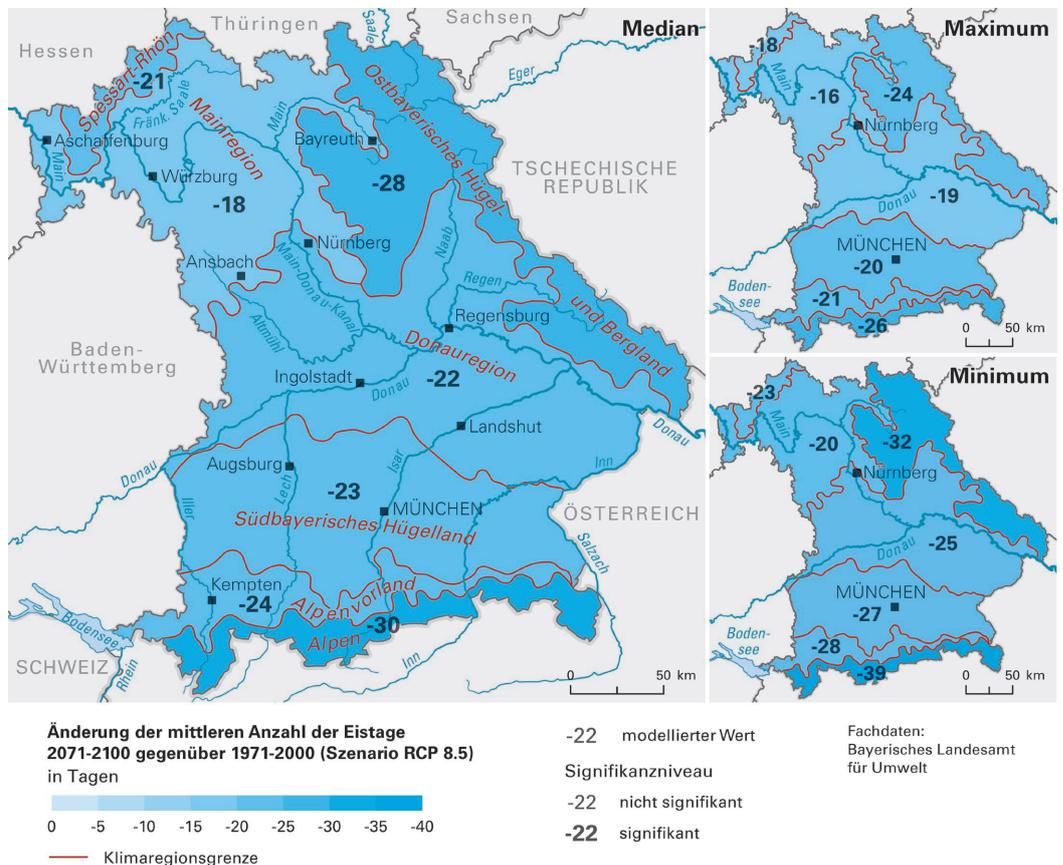


Abb. 10:
Mittlere (median), maximale
und minimale Änderung der
Anzahl der Eistage im Zeitraum
2071–2100 gegenüber 1971–2000
(Szenario RCP 8.5 ohne Klima-
schutz).





Niederschlag

Im starken Gegensatz zur Temperatur, die im Zuge eines voranschreitenden Klimawandels deutlich ansteigt, sind mögliche Änderungen in den Niederschlagssummen unsicher und im Verhältnis zum Schwankungsbereich des 30-jährigen Mittels eher gering ausgeprägt.

Exemplarisch zeigt sich für die Jahresniederschläge in der Zukunft keine klare Tendenz einer Änderung: Der Median der Klimamodelle verläuft innerhalb des Schwankungsbereiches des 30-jährigen Mittels (Abb. 11: grüne und orange Linie verläuft innerhalb des grauen Bereichs). Im Maximum und Minimum der Klimasimulationen zeigt sich jedoch, dass eine Zu- oder Abnahme der Jahresniederschläge um bis zu -14% bzw. $+17\%$ denkbar ist (Abb. 11 oranger Bereich). Die Klimasimulationen weisen ohne Klimaschutz (RCP 8.5) eine größere Bandbreite an möglichen Änderungen auf als mit Klimaschutz gemäß „2-Grad-Obergrenze“ (RCP 2.6): Ohne Klimaschutz wäre die Änderung der Jahresniederschläge also vor allem deutlich ungewisser (Abb. 11: oranger Bereich ist breiter als grüner Bereich).

Auch die Ergebnisse des Sommer-, Herbst-, Winter- und Frühjahrsquartals lassen keine belastbaren Schlüsse zu Änderungen der Niederschlagsmengen zu. Lediglich eine Treibhausgas-Entwicklung ohne Klimaschutz (RCP 8.5) weist für die ferne Zukunft (2071–2100) im Median auf Abnahmen der Sommerniederschlagsmengen um 11% sowie auf Zunahmen um etwa 14% bzw. 13% im Winter- und Frühjahrsquartal hin (siehe „Klima-Faktenblätter“ unter „Werkzeuge und weiterführende Informationen“ am Ende von Kapitel 1).

Diese Unsicherheit der Modellergebnisse kann mit der geographischen Lage Bayerns in Zusammenhang gebracht werden: Für den Mittelmeerraum werden tendenziell abnehmende Niederschlagsmengen erwartet, für nördlichere Gebiete wie beispielsweise Skandinavien jedoch zunehmende Niederschlagsmengen (IPCC 2013a). Bayern liegt zwischen diesen Gebieten, weshalb es von den gegenläufigen Entwicklungen der zwei Klimazonen gleichzeitig beeinflusst wird.

Was bedeuten konstante Niederschlagssummen unter dem Einfluss des Klimawandels für Bayern? Für Fragen zum Thema Trockenheit bedeutet dies aufgrund der steigenden Temperaturen und somit einer steigenden Verdunstung trotzdem eine Zunahme von Trockenheit. Gleichzeitig muss in Bayern davon ausgegangen werden, dass durch den Klimawandel die Häufigkeit und Intensität von (lokalen) Starkregenereignissen zunimmt. Bei gleichbleibenden Niederschlagssummen dürfte dies zu längeren Trockenperioden führen.

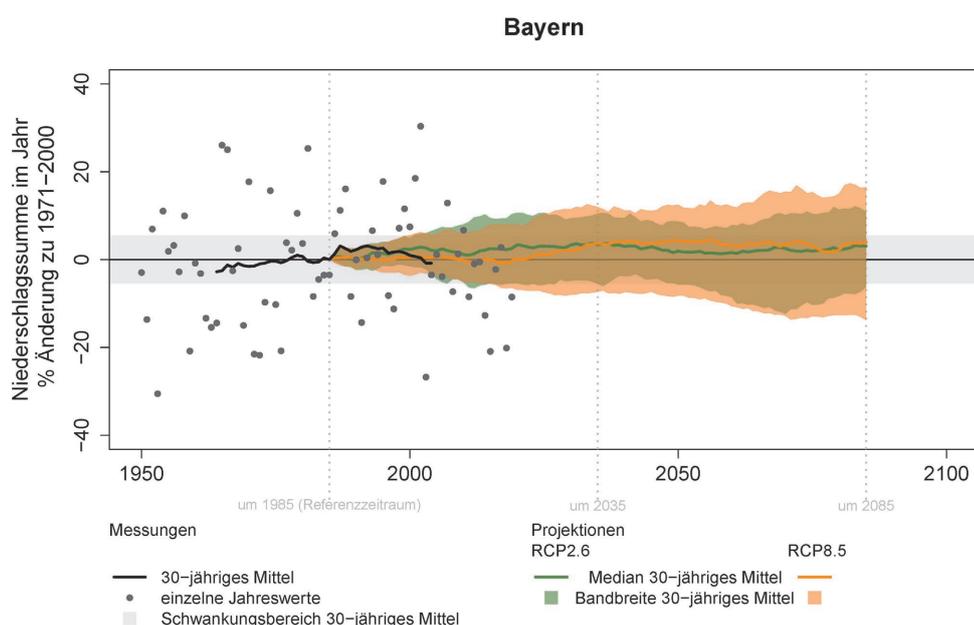


Abb. 11: Prozentuale Abweichung der beobachteten jährlichen Niederschlagssummen (graue Punkte) und des 30-jährigen Mittels (schwarze Linie) der Messwerte zwischen 1951–2019 gegenüber dem Referenzzeitraum 1971–2000. Die simulierte Änderung der 30-jährigen Mittel zeigt einen Temperaturverlauf ohne Klimaschutz (orange, Szenario RCP 8.5) und gemäß eines Klimaschutzszenarios (grün, RCP 2.6) (Fachdaten: LfU, basierend auf Daten des Deutschen Wetterdienstes).



Werkzeuge und weiterführende Informationen

Berichte:

Klima-Report Bayern 2021

Der Klima-Report Bayern 2021 berichtet über bayernweite Entwicklungen des Klimawandels. Er veranschaulicht die Dimension der menschlichen Eingriffe in das Klimasystem sowie die Möglichkeiten, die sich für Europa und Bayern auf Basis der bestehenden politischen Beschlusslage zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen ergeben. Der Report beschreibt ausführlich die Auswirkungen des Klimawandels in Bayern, Möglichkeiten, negative Auswirkungen durch Anpassung zu begrenzen, und Ergebnisse aktueller Forschung.

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_012.htm aufgerufen am 28.07.2021

KLIWA-Monitoringberichte

Mit dem aktuellen Klimamonitoringbericht 2016 werden Veränderungen des regionalen Klimas und des Wasserhaushalts in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz bis zum Jahr 2015 dargestellt und bewertet. Die KLIWA-Monitoring-Berichte werden alle 5 Jahre fortgeschrieben.

<http://www.kliwa.de/publikationen-monitoringberichte.htm> aufgerufen am 28.07.2021

KLIWA-Kurzbericht: Starkniederschläge – Entwicklungen in Vergangenheit und Zukunft

Der KLIWA-Kurzbericht beschreibt die (Prozess-)Grundlagen zum Thema Starkniederschläge und fasst den aktuellen Kenntnisstand zusammen.

https://www.kliwa.de/_download/KLIWA-Kurzbericht_Starkregen.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Klima-Faktenblätter – Vergangenheit und Zukunft

Die Klima-Faktenblätter listen für Bayern und dessen sieben Klimaregionen klimatische Entwicklungen tabellarisch auf. Sie beschreiben jeweils die Entwicklung klimatischer Kennwerte in der Vergangenheit, in einer Zukunft unter dem Emissionsszenario RCP 2.6 („2-Grad-Obergrenze“) und dem Szenario RCP 8.5 („ohne Klimaschutz“).

<https://www.lfu.bayern.de/klima/klimawandel/klimafaktenblaetter/index.htm> aufgerufen am 09.08.2021

LfU-Infoblatt zu Klima-Faktenblättern

Um die Interpretation der Klima-Faktenblätter (s.o.) zu erleichtern, beschreibt das LfU-Infoblatt die zugrundeliegenden Daten und Methoden. Es weist auf die Grenzen der Methodik hin und gibt Hinweise, wie die Inhalte der Klima-Faktenblätter zu lesen sind.

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00171.htm aufgerufen am 09.08.2021

Bayerns Klima im Wandel – Heute und in der Zukunft

Die Broschüre gibt einen Überblick über den Verlauf des Klimawandels in Bayern. Sie wird durch Regionalbroschüren ergänzt, welche für jede der sieben Klimaregionen Bayerns die spezifischen klimatischen Gegebenheiten vor Ort eingehend erläutern.

https://www.lfu.bayern.de/klima/klimawandel/klima_in_bayern/index.htm#brosch aufgerufen am 09.08.2021

Klima-Steckbriefe

Der Klima-Steckbrief gibt für jeden Regierungsbezirk Bayerns einen kurzen Überblick über ausgewählte Folgen des Klimawandels. Er liefert den lokalen Stakeholdern sowie Entscheidungsträgerinnen und -trägern vor Ort einen ersten Hinweis darauf, für welche Folgen des Klimawandels eine lokale Anpassungsreaktion in Betracht gezogen werden könnte.

Veröffentlichung im Frühjahr 2022 geplant.

Das Bayerische Klimaprojektionsensemble – Audit und Ensemblebildung

Um eine einheitliche Grundlage für Aussagen zum Klimawandel in Bayern zu schaffen, werden regionale Klimamodelle am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Die Veröffentlichung „Das Bayerische Klimaprojektionsensemble - Audit und Ensemblebildung“ beschreibt die hierfür zugrundeliegende Methodik und Ergebnisse.

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00169.htm aufgerufen am 28.07.2021

Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten

Die Leitlinien wurden von den Bundesländern in Kooperation mit dem Bund erstellt und beziehen sich auf die Auswertung und Darstellung von Klimaprojektionen sowie die Interpretation und Vermittlung der Ergebnisse.

LINKE ET AL. (2017): <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Leitlinien-Klimamodell-daten.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

Wissensportale:

LfU Bayern Internet-Auftritt

<https://www.lfu.bayern.de/klima/> aufgerufen am 28.07.2021

Climate Action Tracker

Der Climate Action Tracker zeigt eine unabhängige wissenschaftliche Analyse der globalen Klimapolitik im Hinblick auf das Hinwirken auf die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens.

<https://climateactiontracker.org/> aufgerufen am 28.07.2021

Klimadaten und Kartendienste:

Bayerisches Klimainformationssystem (BayKIS), im Aufbau

Derzeit wird ein „Bayerisches Klimainformationssystem (BayKIS)“ entwickelt. Es hat zum Ziel, ressortübergreifend klimatische Grundlagen sowie allgemeine Informationen zur Klimaanpassung (Klimasteckbriefe, Klimaindikatoren) für alle Handlungsfelder der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie (BayKLAS) bereitzustellen. Damit soll BayKIS für alle bayerischen Klima-Akteure (Behörden, Bürgerinnen und Bürger, Kommunen, Wirtschaft, Wissenschaft, etc.) als Anlaufstelle für Fragen zu Klimawandel, Klimafolgen und Klimaanpassung fungieren. Eine erste Version des Portals wird Ende des Jahres 2021 verfügbar sein. Bis zur Inbetriebnahme des BayKIS können grundlegende Informationen zum Klimawandel in Bayern über die LfU-Internetseite abgerufen werden. Weitere fachspezifische Informationen bieten die Landesfachbehörden von Land- und Forstwirtschaft an (siehe „Betroffenheit ermitteln“).

Climate Data Center

Der Deutsche Wetterdienst stellt im Rahmen seiner Grundversorgung umfangreiche Klimadaten bereit, die frei genutzt werden können. Vorkenntnisse im Umgang mit großen Datenmengen und grundlegende meteorologische Vorkenntnisse sind für die Nutzung des FTP-Dienstes von Vorteil.

https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/cdc/cdc_node.html aufgerufen am 28.07.2021

Deutscher Klimaatlas

Im Deutschen Klimaatlas präsentiert der Deutsche Wetterdienst mögliche Szenarien unseres zukünftigen Klimas in einer Zusammenschau mit dem früheren und derzeitigen Klima. Für viele Größen stehen entsprechende Darstellungen auch für einzelne Bundesländer oder Bundeslandgruppen bereit.

https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html aufgerufen am 28.07.2021

Regionaler Klimaatlas Deutschland

Der regionale Klimaatlas informiert Bundesländer und Regionen über den möglichen zukünftigen Klimawandel anhand von Karten. Er wird von der Helmholtz-Gemeinschaft bereitgestellt.

<https://www.regionaler-klimaatlas.de/> aufgerufen am 28.07.2021

KOSTRA-DWD

Der Starkniederschlagskatalog „KOSTRA-DWD“ (Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung – Auswertung DWD) stellt Starkniederschlagshöhen für Deutschland im Zeitraum 1951 bis 2010 bereit. Basierend auf KOSTRA werden Starkniederschlagsgutachten u. a. für die Dimensionierung wasserwirtschaftlicher Bauwerke erstellt.

https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/kostra_dwd_rasterwerte.html aufgerufen am 28.07.2021

Deutsches Klimavorsorgeportal (KliVo)

Das Deutsche Klimavorsorgeportal – KliVo bündelt bundesweit qualitätsgeprüfte Klimainformations- und Klimaanpassungsdienste.

https://www.klivoportal.de/DE/Home/home_node.html aufgerufen am 28.07.2021

Klimafolgen online

Das Portal Klimafolgen online zeigt verschiedene Klimaszenarien und ihre Auswirkungen auf klimatische Leitwerte in Deutschland. Es wird vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e. V. zusammen mit der WetterOnline Meteorologische Dienstleistungen GmbH betrieben.

<https://www.klimafolgenonline.com> aufgerufen am 28.07.2021



2 Betroffenheit ermitteln

Zentrale Fragestellungen des Kapitels:

Woran müssen wir uns lokal anpassen?

Welche Risiken oder Chancen sind bereits aufgetreten oder werden im Zuge des Klimawandels erwartet?

Welche Regionen sind besonders betroffen?

Welche Werkzeuge und Instrumente gibt es, um die eigene Betroffenheit abschätzen zu können?

Wo findet man weiterführende Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels in den verschiedenen Handlungsfeldern?

Der Klimawandel findet in allen Regionen Bayerns statt und wird sich zukünftig weiter verstärken. Dadurch ist mit vielfältigen Risiken sowie Chancen für Kommunen, Regionen, Handlungsfelder und Branchen zu rechnen. Sie ergeben sich aus einem komplexen Zusammenspiel direkter und indirekter Klima- sowie Wechselwirkungen zwischen Handlungsfeldern und Regionen. Zusätzlich können sie durch nicht klimabezogene Herausforderungen (z. B. demographischer Wandel) verschärft werden.

Im Folgenden werden Methoden der Betroffenheitsanalyse kurz vorgestellt sowie handlungsfeldbezogene Chancen und Risiken durch den Klimawandel stichpunktartig dargestellt. Zudem wird auf unterstützende Werkzeuge und weiterführende Informationen hingewiesen.

2.1 METHODEN UND DATENGRUNDLAGEN FÜR DIE BETROFFENHEITSANALYSE

Methoden

Um die Betroffenheit zu ermitteln, wird der Klimaeinfluss auf klimatisch empfindliche/sensitive Systeme/Schutzgüter analysiert. Der Klimaeinfluss (auch „Klimasignal“) beschreibt Eigenschaften des heutigen Klimas bzw. zukünftige klimatische Veränderungen wie steigende Temperaturen, Veränderungen im Niederschlag oder von Wetterextremen. Sensitive Schutzgüter können beispielsweise Ökosysteme wie Wälder, sozio-ökonomische und demographische Gruppen wie Berufstätige bzw. Kleinkinder oder Infrastruktur wie Autobahnen sein. Die Sensitivität ist dabei auch abhängig von der Verteilung der empfindlichen Systeme im Raum (räumliches Vorkommen).

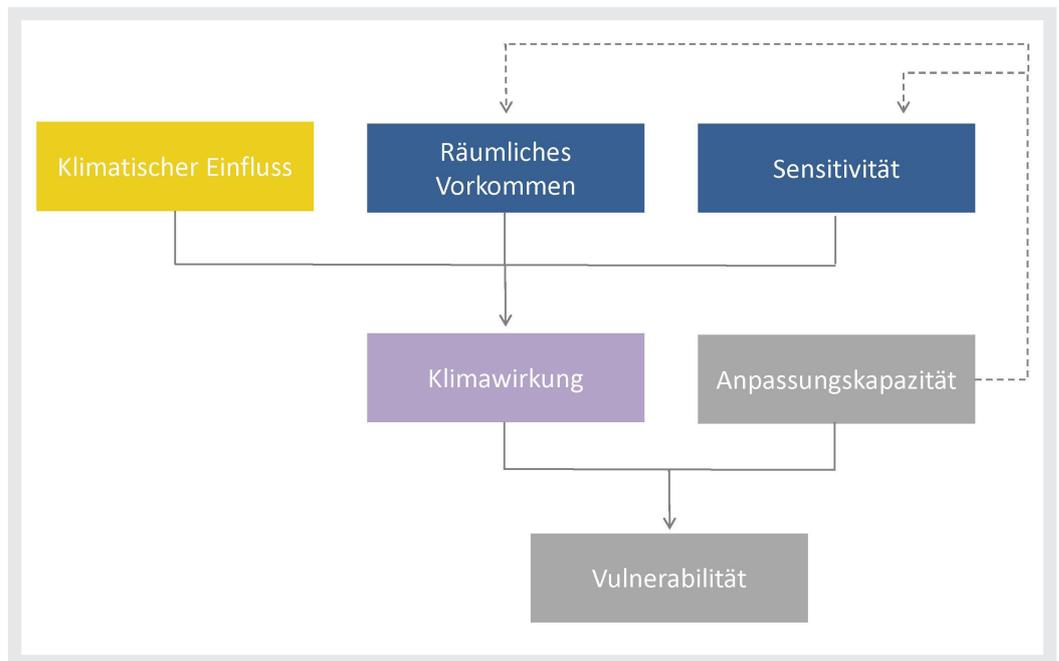


Abb. 12:
Aufbau einer Vulnerabilitäts-
analyse. Verändert nach BUTH
ET AL. (2017)

Die Betroffenheit von einzelnen Raumfunktionen/-nutzungen ergibt sich aus der Verknüpfung von Klimaeinfluss und Sensitivität (vgl. BMVBS & BBSR 2013, BUTH ET AL. 2017).

Das Ziel der Betroffenheitsanalyse ist, die Wirkung des heutigen Klimas auf das heutige System bzw. die Wirkung des zukünftigen Klimas auf das zukünftige System zu beschreiben. Nach der Bestimmung der Betroffenheit kann in weiteren Schritten die Anpassungskapazität der betroffenen Systeme an die klimatischen Veränderungen und letztlich die Vulnerabilität des Untersuchungsraumes eingeschätzt werden (siehe Abb. 12, BUTH ET AL. 2017).

Die Klimafolgenbewertung kann grundsätzlich in unterschiedlichen Bearbeitungstiefen erfolgen. Je nach Einsatzbereich, Anforderungen und Prozessphase ist dabei die geeignete Analyse-tiefe auszuwählen: Eine erste grobe Einschätzung kann dabei den Untersuchungsaufwand auf regional prioritäre Handlungsfelder fokussieren. In besonders betroffenen Teilräumen kann jedoch eine schwerpunktartige Detailuntersuchung erforderlich sein. Unterschiedliche Bearbeitungstiefen von Betroffenheitsanalysen werden im Folgenden am Beispiel der Raum- und Fachplanung erläutert (Tab. 4).

Screeningverfahren

Ein Screeningverfahren ermöglicht die Ersteinschätzung der Klimabetroffenheit und die Eingrenzung eines vertiefenden Untersuchungsbedarfs. Die zentrale Frage beim Screening ist, welche Handlungsfelder derzeit und zukünftig von Klimafolgen lokal betroffen sind bzw. sein können. Dabei helfen verschiedene Checklisten (z. B. Klimacheck für kleine Kommunen, KlimaMORO Screening Tool siehe „Handlungsfeldübergreifende Werkzeuge“).

Fachgutachten

Fachgutachten wie stadtklimatische Analysen oder Abflussmodellierungen bilden Informationsgrundlagen in vielen Planungsverfahren und gehören zur guten planerischen Praxis (AHLHELM ET AL. 2016). Die Analysen erfolgen GIS-basiert und erlauben räumlich und sachlich differenzierte Festsetzungen in der formellen Planung. Auf Gemeindeebene wird empfohlen, gegebenenfalls vorhandene Untersuchungen um neue Teilaspekte wie beispielsweise die Starkregengefährdung zu erweitern. Damit diese dann als abwägungsrelevante Grundlage in den Planungsprozess einfließen können, wird die Erstellung städtebaulicher Fachgutachten als „städtebauliches Entwicklungskonzept“ oder „sonstige städtebauliche Planung“ im Sinne von § 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB empfohlen (AHLHELM ET AL. 2016).

	Screeningverfahren	Fachgutachten	Szenarioanalyse
Zweck	Ersteinschätzung	Grundlage für die formale Raumplanung	Vertiefung
Klimaeinfluss	Status quo (evtl. Projektion)	Status quo (evtl. Projektion)	Projektion
Sensitivität	Status quo	Status quo	Projektionen und/oder Prognosen
Raumbezug	Gesamt-/teilräumlich	Bereichsscharf	Gesamt-/teilräumlich
Methodenbeschreibung	Klimacheck für kleine Kommunen; Klimalotse	Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung	Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung; Leitfaden Vulnerabilitätsanalysen
Aufwand/Kosten	Gering	Hoch	Sehr hoch
Externe Expertise erforderlich	Nein/wenig	Ja, in der Regel Standardverfahren (Siedlungsklimaanalyse, Abflussmodellierung etc.)	Ja, noch keine Standardverfahren, hoher Innovationsbedarf
Themenbreite	Breites Themenspektrum	Detailanalyse konkreter Planungsfragen	Langfristige Abschätzung klimatischer Randbedingungen und der Sensitivität von Schutzgütern
Beispiele		Klimafunktionskarte Landeshauptstadt München; Hochwassergefahrenkarten ⁸ ; Gefahrenhinweiskarten Massenbewegungen ⁹	Klimawirkungskarten Bayern; Vulnerabilitätsanalyse Region Leipzig-West Sachsen ¹⁰

Tab. 4:
Varianten der Betroffenheitsanalyse am Beispiel der Raum- und Fachplanung. Verändert nach AHLHELM ET AL. (2016)

Szenarioanalyse

Beim Screening und dem Erstellen von Fachgutachten werden nur die Vergangenheit und Gegenwart betrachtet, da sich oft auch schon daraus ein Handlungsbedarf ergibt. Die Szenarioanalyse geht einen Schritt weiter und schätzt die langfristigen Wirkungen einer zukünftigen Klimaveränderung auf Schutzgüter (Menschen, Infrastrukturen, Flächennutzungen oder Natur- und Landschaftsgüter) ab. Dazu werden Ergebnisse von Klimamodellen für eine zukünftige Zeitperiode zusammen mit Projektionen zum zukünftigen Zustand der Schutzgüter (z. B. Bevölkerungs- und Landnutzungsprojektionen, Ausbaupläne für die Infrastruktur) ausgewertet und interpretiert. Da es sich hierbei um ein sehr aufwändiges Verfahren handelt, wird es vor allem für Großstädte oder Regionen mit besonders ausgeprägten Problemlagen empfohlen. Die Ergebnisse der Szenarioanalyse stellen vor allem eine Grundlage für Leitbilder dar und können langfristige Richtungsentscheidungen zur Stadt- und Regionalentwicklung unterstützen (AHLHELM ET AL. 2016; BMVBS & BBSR 2013).

Datengrundlagen

Eine Klimafolgenanalyse bedarf klimatischer bzw. Umwelt-, geografischer und sozio-ökonomischer Eingangsdaten für die Untersuchungszeiträume. Während für die Vergangenheit und Gegenwart meist Messdaten zur Verfügung stehen, muss für die Zukunft auf Szenarien bzw. Projektionen zurückgegriffen werden. Durch den Vergleich der Werte im Referenzzeitraum und Gegenwart bzw. Zukunft werden Veränderungen in den untersuchten Parametern und Systemen aufgezeigt.

Um die zu untersuchenden Klimawirkungen sinnvoll abzubilden, muss zunächst eine Datengrundlage ausgewählt werden. Eine Orientierung bieten die vom Bund erarbeiteten Klimawirkungsketten. Diese stellen systematisch dar, welche klimatischen Einflüsse und Sensitivitäten zur Entstehung einzelner Klimawirkungen beitragen. Die Klimawirkungsketten sind auf der Website des Umweltbundesamtes¹¹ verfügbar. Nähere Informationen zur Operationalisierung von Klimawirkungen liefern der Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen (BUTH ET AL. 2017) und die Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern“ (LFU 2018b).

8) Einsehbar über den Umweltatlas Bayern im Themenbereich Naturgefahren: Naturgefahren (bayern.de) aufgerufen am 28.07.2021

9) Einsehbar über den Umweltatlas Bayern: <https://www.umweltatlas.bayern.de> aufgerufen am 28.07.2021

10) Vulnerabilitätsanalyse der Modellregion Westsachsen: KlimaMORO - Phase I | Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (rpv-westsachsen.de) aufgerufen am 28.07.2021

11) <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/klimawirkungsketten-umweltbundesamt-2016> aufgerufen am 28.07.2021

Klimadaten

Eine umfassende Analyse des Klimas kann durch sogenannte „klimatische Kennwerte“ erleichtert werden. Diese stellen die Höhe oder die Häufigkeit eines bestimmten Ereignisses in einem bestimmten Zeitraum dar. Beispiele hierfür sind die Anzahl an Starkregentagen im Jahr oder die Anzahl der Hitzetage. Nähere Informationen zu Klimadaten und Klimawandel in Bayern finden sich im LfU-Infoblatt zu Klima-Faktenblättern und in Kapitel 1 (siehe insbesondere Kapitel 1.2 „Grundlagen: Klimamodelle und Szenarien“ sowie „Werkzeuge und weiterführende Informationen“).

Umwelt- und geografische Daten

Die Empfindlichkeit des Untersuchungsraumes gegenüber Klimaveränderungen hängt unter anderem von der Landnutzung und der vorhandenen Infrastruktur ab. Besonders empfindlich gegenüber Extremereignissen wie Hitze oder Hochwasser können beispielsweise Schulen, Kindergärten, die Straßenverkehrsinfrastruktur und Wohngebiete sein. Mit schwerwiegenden Umweltverschmutzungen und/oder Netzausfällen nach einem Extremereignis ist beispielsweise bei Kläranlagen und Kraftwerken zu rechnen. Andere Klimafolgen wie Regenerosion und Trockenheit würden hingegen insbesondere in landwirtschaftlich geprägten Gebieten Schäden verursachen. Ebenso relevant für die Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Veränderungen ist der Zustand der betroffenen Systeme. So kann die Stabilität veralteter Infrastrukturen im Fall eines Hochwassers beeinträchtigt sein. Auch die natürlichen Systeme wie Flüsse oder naturnahe Lebensräume können durch andere Belastungen (z. B. Verschmutzung, Verlust der Biodiversität) in ihrer Anpassungsfähigkeit eingeschränkt werden.

Landnutzungsinformationen können dem Amtlichen Digitalen Basis-Landschaftsmodell (ATKIS Basis-DLM)¹² und dem Datensatz der Tatsächlichen Nutzung (TN)¹³ entnommen werden. Zusätzlich können auch 3D-Gebäudemodelle¹⁴ für beispielsweise stadtklimatische Analysen eingesetzt werden. Weitere Faktoren der Sensitivität gegenüber Klimaeinflüssen auf Extremereignisse wie Hochwasser oder aber auch Trockenheit (Südhänge) sind die Geländehöhe, -neigung und -exposition. Diese sind in Digitalen Geländemodellen¹⁵ unterschiedlicher Gitterweiten (1 m, 5 m, 25 m, 50 m und 100 m) abgebildet. Alle genannten Datensätze werden vom Bayerischen Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV) zum aktuellen Stand bereitgestellt.

Zur Abschätzung der Landnutzungs- und Bevölkerungsentwicklung in der Zukunft können die bundesweiten Szenarien aus dem Teilbericht des Vorhabens „Politikinstrumente zur Klimaanpassung“ vom Umweltbundesamt herangezogen werden (LUTZ ET AL. 2019). Zurzeit gibt es keine vergleichbaren Modellierungen speziell für Bayern.

Auch aus sektoralen Ausbauplänen lässt sich die zukünftige Infrastrukturentwicklung abschätzen. Im Bereich Verkehr sind dies der Bundesverkehrswegeplan und der Ausbauplan für Staatstraßen in Bayern. Je nach Dringlichkeitsstufe und Planungshorizont der dort eingetragenen Projekte können diese einem zukünftigen Zeitfenster zugeordnet werden und somit ein Landnutzungsszenario ergänzen. Im Bereich Energie werden regelmäßig eine aktuelle Kraftwerksliste sowie der geplante Zu- und Rückbau von Kraftwerken mit einer Netto-Nennleistung über 10 MW von der Bundesnetzagentur¹⁶ veröffentlicht. Weitere Informationen zu Anlagen aller Leistungsklassen mit Kartendarstellungen finden sich im Energie-Atlas Bayern (siehe „Werkzeuge“).

Zusätzliche Kartendienste und (Geo-)Daten beispielsweise zu Erosionsgefährdung, Bodentypen, Baumartenverteilung, Biotoptypen, Gewässer- und Luftqualität, Geogefahren oder Überschwemmungsgebieten sind über das Geoportal Bayern¹⁷ und die jeweiligen Fachbehörden und -dienste (z. B. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete) verfügbar. Nähere Informationen zu den handlungsfeldspezifischen Datengrundlagen finden sich in den Kapiteln 2.2 bis 2.15.

12) <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/atkis-basis-dlm.html> aufgerufen am 28.07.2021

13) https://www.ldbv.bayern.de/produkte/kataster/tat_nutzung.html aufgerufen am 28.07.2021

14) https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/4211/Faltblatt_LoD1.pdf aufgerufen am 28.07.2021

15) https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/1614/Faltblatt_3D-H%C3%B6henmodelle.pdf; Bezug unter: <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/3dprodukte/gelaende.html> aufgerufen am 28.07.2021

16) https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/start.html aufgerufen am 28.07.2021

17) <https://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/> aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 5:
Indikatoren der sozialen
Vulnerabilität gegenüber
Überschwemmungen
(verändert nach
KAZMIERCZAK ET AL.
2015)

Faktor der sozialen Vulnerabilität	Indikator
Alter	% Personen unter 5 Jahre
	% Personen über 75 Jahre
Gesundheitszustand	% Personen mit Beeinträchtigungen der alltäglichen Aktivitäten (z. B. körperliche Behinderungen)
	% Haushalte mit mindestens einer chronisch kranken, hilfebedürftigen Person
Einkommen	% Personen mit unqualifizierten Tätigkeiten
	% Langzeitarbeitslose
	% Haushalte mit minderjährigen Kindern und arbeitslosen Erwachsenen
	Anzahl der Personen, die Einkommensbeihilfen empfangen
	Anzahl der Personen, die Arbeitslosengeld empfangen
	Anzahl der Familien, die Steuergutschriften bekommen
Nutzung von Informationen	% Personen, die sich seit kürzer als einem Jahr im Land aufhalten
	% Personen, die der Amtssprache nicht mächtig sind
Versicherungen	% neue Adressen im Überschwemmungsgebiet
	Anzahl der historischen Überschwemmungsereignisse
Ortskenntnisse	% Adressen in Risikozonen für Überschwemmungen
	% im letzten Jahr Zugezogene und Neubürgerinnen und -bürger
Eigentumsverhältnisse	% gemietete Sozialwohnungen
	% Eigentumswohnungen
Mobilität	% Personen mit Behindertenausweis (eingeschränkte Mobilität)
	% Patientinnen und Patienten in Reha-Einrichtungen und Bewohnende von Pflegeheimen
	% Haushalte ohne eigenen PKW
Soziale Netze	% Kinder im Grundschulalter
	Anzahl der Freiwilligenorganisationen mit Fokus auf lokale Gemeinschaften
	% Haushalte von alleinstehenden Rentnerinnen und Rentnern
Physische Erreichbarkeit	% Pendlerinnen und Pendler (mehr als 30 km)
	Dichte des Straßennetzes
Kriminalität	Anzahl der Hauseinbrüche
Zugang zur Gesundheitsversorgung	Anfahrtszeit zur nächsten Notaufnahme (Privat-PKW)
	Anfahrtszeit zur nächsten Notaufnahme (ÖPNV)
Eigenschaften der Wohnung	% Haushalte mit der niedrigsten Wohnungsetage im Erdgeschoss
	% Haushalte mit der niedrigsten Wohnungsetage im Keller/Souterrain
	% Haushalte, die einen Wagen oder andere mobile Strukturen bewohnen
Physische Umwelt	% urbane Landnutzung

Sozio-ökonomische Daten

Ein zentraler Faktor der Sensitivität gegenüber dem Klimawandel ist natürlich der Mensch selbst sowie seine wirtschaftlichen und sozialen Aktivitäten. Unter sozialer Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel wird ein Zustand verstanden, der aus der Interaktion sozio-ökonomischer – wie beispielsweise persönliche Sensitivität, eine prekäre wirtschaftliche Lage oder Wohnungssituation – und umweltbezogener Faktoren entsteht, und der die Schadensanfälligkeit von Gesellschaften und Einzelpersonen gegenüber Klimafolgen beeinflusst (BREIL ET AL. 2018). In diesem Sinne wird hier der Begriff „soziale Vulnerabilität“ als Teil der oben beschriebenen, generellen „Sensitivität“ (als Faktor der Klimawirkungsanalyse) verstanden. Obwohl das Thema zweifellos sehr brisant ist, wird der „sozialen Vulnerabilität“ bisher nicht überall eine entsprechende Aufmerksamkeit

geschenkt. Im Folgenden werden die sozialen Risikogruppen im Kontext des Klimawandels kurz beschrieben und auf bestehende Projekte verwiesen.

Kleinkinder, Kranke und Personen über 65 Jahre sind beispielsweise außerordentlich empfindlich gegenüber Hitzebelastung. Das österreichische Projekt STOPHOT¹⁸ hat durch Befragungen die Hitzewahrnehmung und das Risikoverhalten älterer Menschen in der Stadt untersucht. Aufbauend auf den Ergebnissen wurden gemeinsam mit den Stakeholdern aus der Stadtplanung und dem Gesundheitswesen nachhaltige Anpassungsmaßnahmen entwickelt.

Personen mit niedrigem Einkommen und ohne Elementarschadenversicherungen sind besonders vulnerabel gegenüber Extremereignissen wie Überschwemmungen und Sturzfluten. Aufgrund der prekären wirtschaftlichen Lage bzw. des fehlenden Risikobewusstseins der Betroffenen können entstandene Schäden schnell zum finanziellen Ruin führen. Personen, die aufgrund geringer Sprach- und Ortskenntnisse (Zugezogene, Geflüchtete, Touristen) offizielle Warnungen und Verhaltensanweisungen im Falle einer Naturkatastrophe nicht verstehen, können eine limitierte Vorbereitungs- und Reaktionsfähigkeit aufweisen. Im Projekt EthniCityHeat¹⁹ wurde am Beispiel der wienerischen Bevölkerung mit türkischem Migrationshintergrund untersucht, wie die Vulnerabilität von Migrantinnen und Migranten gegenüber Hitzebelastung gesenkt werden kann. Auf der Basis ethnographischer Fallstudien entstand eine Toolbox mit zielgruppenspezifischen Empfehlungen für heiße Tage (siehe Kap. 2.7, Werkzeug „Heat Toolbox“).

Ein weiterer Faktor der sozialen Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel sind schwache soziale Netze, da soziale Isolation eine schnelle Hilfe- und Informationsbereitstellung für die Betroffenen unwahrscheinlich macht. Insbesondere ältere Menschen, Alleinstehende, Pflegebedürftige, Kranke, Menschen mit Behinderungen, Obdachlose sowie die Bevölkerung in entlegenen, ländlichen Gebieten können von sozialer Vereinsamung betroffen sein.

Zur Ableitung von Indikatoren der sozialen Vulnerabilität können raumbezogene statistische Daten eingesetzt werden. Beispiele aus einem schottischen Projekt (KAZMIERCZAK ET AL. 2015) zur Kartierung der sozialen Vulnerabilität gegenüber Überschwemmungen führt Tab. 5 auf. Ein vereinfachtes Set an Indikatoren wurde in einer Studie aus Hamburg eingesetzt (ROSE & WILKE 2015).

Das Bayerische Landesamt für Statistik (LfStat) bietet über GENESISOnline²⁰ einen Querschnitt amtlicher Statistikdaten für die Recherche und zum Download an, so z. B. aus den Bereichen Bevölkerung, Bauen, Wohnen, Haushalte und Tourismus (z. B. Anzahl der Gästeübernachtungen). Zu den angebotenen Daten gehören auch regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnungen für die nächsten 30 Jahre. Eine weitere Quelle für Bevölkerungsprojektionen ist die Raumordnungsprognose bis 2035 des BBSR²¹. Allerdings sollte beachtet werden, dass räumlich aggregierte statistische Daten zwar einen generellen Überblick bieten, jedoch besonders gefährdete Einzelfälle nicht darstellen. Zudem sollten möglichst aktuelle und vollständige Datensätze verwendet werden.

Auf lokaler Ebene können zusätzlich haushaltsbasierte Befragungen zur temporären Vulnerabilität von Einzelpersonen (z. B. durch Schwangerschaft oder Krankheit) durchgeführt werden. Dieser Ansatz entspringt eher dem Katastrophenmanagement (Erfassung der direkten Risikogruppen in Extremsituationen) als der Klimaanpassung (Erfassung der begrenzten Fähigkeit von Personen/Gruppen, sich auf Extremsituationen vorzubereiten und im Nachgang ihre Folgen zu bewältigen). Allerdings können diese Perspektiven integriert werden, indem im Anpassungsprozess eine „Liste der Listen“ gepflegt wird (BREIL ET AL. 2018). Sie enthält Organisationen und Einrichtungen, die Daten zu potenziellen sowie womöglich sonst übersehenen oder „unkartierbaren“ Betroffenen (z. B. Obdachlose oder Drogenabhängige) führen. Solche Einrichtungen können Krankenhäuser, Pflegeheime, Kirchenvereine, Unterkünfte für Obdachlose, Tourismusunternehmen und die Tafel sein. Die Identifizierung der Risikopersonen sowie des genauen Grundes ihrer Vulnerabilität ermöglicht eine gezielte Hilfebereitstellung im Fall eines Extremereignisses wie einer Hitzewelle oder Sturzflut.

Weitere Informationen über Risikogruppen, Methoden der Erfassung und Bewertung der sozialen Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel sowie der Berücksichtigung von sozialer Gerechtigkeit bei der Klimaanpassung sind in BREIL ET AL. (2018) beschrieben (siehe auch „3.3 Zielkonflikte erkennen“).

18) Projekt STOPHOT | Hitze in der Stadt: Klimawandel und Risikogruppen (boku.ac.at) aufgerufen am 28.07.2021

19) Projekt Ethnicityheat | Hitze in der Stadt: Klimawandel und Risikogruppen (boku.ac.at) aufgerufen am 28.07.2021

20) <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/logon> aufgerufen am 28.07.2021

21) https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/themen/raumentwicklung/raumordnungsprognose/_node.html aufgerufen am 28.07.2021



Handlungsfeldübergreifende Werkzeuge

Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern“

Die Klimawirkungskarten stellen den Einfluss des Klimas (Klima der Gegenwart und dessen Veränderungen in der Zukunft) auf Teilräume dar, die je nach Ausprägung der ökologischen, ökonomischen oder sozialen Strukturen unterschiedlich von diesem Klimaeinfluss betroffen sein können (LFU 2018b). Die vorrangige Leistung der Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern“ besteht darin, jene Sensitivitäten und Klimaeinflüsse transparent zu benennen und hervorzuheben, welche zu einer Klimawirkung führen. Beispielsweise setzt sich die Klimawirkung der „Potenziellen Hitzebelastung für die Bevölkerung über 60 Jahre“ einerseits zusammen aus dem Klimaeinfluss der Hitzetage und Tropennächte. Andererseits besteht hier eine besonders hohe Sensitivität in Großstädten (städtischer Wärmeinseleffekt) und bei einem hohen Anteil der über 60-Jährigen an der Gesamtbevölkerung. Die Pilotstudie erleichtert, sich strukturiert mit den vielzähligen Auswirkungen des Klimawandels auseinanderzusetzen. In der Pilotstudie wurden für 11 Handlungsfelder insgesamt 27 Klimawirkungskarten erstellt.

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00168.htm aufgerufen am 28.07.2021

Klimacheck für kleine Kommunen

Der Klimacheck ist ein interaktives PDF-Tool für Gemeinden, um die konkrete Betroffenheit gegenüber den Folgen des Klimawandels sowie den jeweiligen Anpassungsbedarf zu ermitteln. Das Tool wurde vor allem für kleine und mittlere Gemeinden in Bayern im Rahmen des EU-Projekts C3-Alps konzipiert und entstand aus einer Kooperation des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz und der Hochschule für angewandte Wissenschaften München, Fakultät für Tourismus.

<https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/kommunal/klimacheck.htm> aufgerufen am 28.07.2021

Klimalotse

Der Klimalotse ist ein Online-Leitfaden, der sich vor allem an Städte und Gemeinden richtet. Je nach Bedarf wird (1) die Entwicklung einer einfachen Anpassungsstrategie, (2) die Erstellung einer integrierten Klimaschutz- und Klimaanpassungsstrategie oder (3) die Planung und Umsetzung einzelner Maßnahmen zur Anpassung an Folgen des Klimawandels unterstützt.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse> aufgerufen am 28.07.2021

WMS-Dienste des LfU

Kartendienste zu den Themenfeldern Wasser, Natur, Lärm, Geologie, Energie, Boden und Umweltbeobachtungen des Bayerischen Landesamts für Umwelt

https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index_wms.htm aufgerufen am 28.07.2021

Handlungsfeldübergreifende weiterführende Informationen

Leitfaden Vulnerabilitätsanalysen

Der Leitfaden des Umweltbundesamtes legt methodische Empfehlungen zur Durchführung von Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen vor. Er soll den Durchführenden einen Teil der methodischen Vorarbeit abnehmen. Kernzielgruppen sind Bundes- und Landesbehörden. Darüber hinaus richtet er sich an Fördergeber auf Bundes- und Landesebene sowie Forschungs- und Beratungseinrichtungen und weitere Interessierte im In- und Ausland.

BUTH ET AL. (2017): https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/uba_2017_leitfaden_klimawirkungs_und_vulnerabilitatsanalysen.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) des Bundes

Die KWRA 2021 zeichnet ein umfassendes Bild der Klimarisiken in Deutschland. Für die aktuelle Analyse wurden 102 Klimarisiken in 13 Handlungsfeldern untersucht, Handlungserfordernisse identifiziert und für ausgewählte Klimarisiken Anpassungspotentiale untersucht. Die Studie bestätigt in weiten Teilen die Ergebnisse der Vulnerabilitätsanalyse des Bundes von 2015, allerdings sind viele Klimarisiken im Vergleich zu 2015 gestiegen.

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung> aufgerufen am 28.07.2021

DIN-Normen zur Klimaanpassung

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) hat drei neue Normen veröffentlicht, die Hilfestellung bei der Klimaanpassung geben: Die Norm DIN SPEC 35202 ist ein Leitfaden, der zeigt, wie die Anpassung an den Klimawandel in die Ausgestaltung von Normen einbezogen werden kann. DIN SPEC 35220 behandelt den Umgang mit Unsicherheiten im Kontext von Projektionen und das zugehörige Beiblatt 1 zeigt auf, wie Gebäude vor sommerlicher Wärme geschützt werden können. Der internationale Norm-Entwurf DIN EN ISO 14090 beschreibt Prinzipien, Anforderungen und Richtlinien für die Klimaanpassung in Organisationen. Die Normen sind kostenpflichtig beim Beuth Verlag erhältlich.

<https://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-14090/305723909> aufgerufen am 28.07.2021

Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung

Das Methodenhandbuch ist ein umfangreicher Leitfaden, der zunächst die bundesweite Vereinheitlichung und Abstimmung eines Grundverständnisses der Klimafolgenbewertung inklusive des dazugehörigen Fachvokabulars zum Ziel hat. Darüber hinaus wird ein dreistufiges Verfahren zur Klimafolgenbewertung vorgeschlagen. Konkrete Maßnahmen zur regionalen Klimafolgenanpassung sind nicht enthalten. Die Veröffentlichung beruht auf Erkenntnissen, die auf Bundes-, Länder- und regionaler Ebene im Rahmen zahlreicher Forschungsaktivitäten und Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KlimaMORO) gewonnen wurden.

BMVBS & BBSR (2013): [BBSR - Veröffentlichungen - Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung \(bund.de\)](#) aufgerufen am 28.07.2021

2.2 WASSERWIRTSCHAFT

Der Klimawandel führt zu Veränderungen im Niederschlags-, Abfluss- und Verdunstungsregime sowie dem Temperaturhaushalt, mit bedeutenden Folgen für den Wasserhaushalt und die Gewässerqualität und damit auch für die Bewirtschaftung und Nutzung der Gewässer, insbesondere den Hochwasserschutz, die Wasserver- und -entsorgung, den Gewässerschutz sowie den Ausbau und die Unterhaltung der Gewässer in Bayern (Tab. 6).

Tab. 6:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Wasserwirtschaft“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<p>Erhöhte Wassertemperatur, erhöhte Verdunstung und veränderte Sauerstoffverhältnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> – In Oberflächengewässern erhöhte Vermehrung wassergebundener Krankheitserreger, und neuer, bislang unbeständig auftretender oder bereits etablierter invasiver Arten – Fisch-, Krebs- und Muschelsterben – Belastung der Teichwirtschaft (Wasserausgleich, Wasserqualität) – Verstärkte Entwicklung von Algen und Cyanobakterien in Seen und damit Einschränkungen der Badenutzung – Verschiebung gewässertypischer Artenspektren und Verlust von Arten in Fließgewässern und Seen, u. a. Verlust und Beeinträchtigung von an die jahreszeitlichen Wasserstandsschwankungen angepassten Arten – Zuwanderung und Einschleppung von wärmeliebenden Arten inkl. eventueller Ausbildung von Massenvorkommen – Austrocknen von Fließgewässern mit kleinem Einzugsgebiet und Verlandung von kleinen Seen – Stärkere Freizeitnutzung (u. a. auch durch die demographische Entwicklung in den Ballungsgebieten) der Gewässer führt zu stärkerer struktureller und stofflicher Belastung (auch in Gebirgsseen, die durch die Erwärmung zunehmend geeignet für die Badenutzung werden); zudem kann sich auch der Stress für Gewässerlebewesen erhöhen – Rückgang der Gletscherflächen <p>Winterlicher Niederschlag verstärkt als Regen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – In alpinen Einzugsgebieten Zunahme winterlicher Hochwasser
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schäden an Bebauung – Schäden an Versorgungsinfrastruktur (Wasserleitungen, Kanalnetz) – Gefährdung von Wasserkraftanlagen (siehe Tab. 16) – Sinkendes Schutzniveau bestehender Hochwasserschutzanlagen bei Überschreiten des bisherigen Bemessungshochwassers – Beeinträchtigung des ökologischen Zustands von Fließgewässern, Seen, der Rohwasserqualität und der Nutzbarkeit als Badegewässer durch verstärkten Stoffeintrag aus Oberflächenabflüssen – Hydraulische Überlastung von kleineren Fließgewässern mit morphologischen Folgen (z. B. Sohlerosion)
Trockenheit	<p>Niedrigwasser und Trockenperioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Konflikte zwischen der Gewässerökologie, Trinkwasserversorgung, Bewässerung und sonstiger Brauchwassernutzung (z. B. Kühlwassernutzung) – Verknappung der Grund- und damit der Brauch- und Trinkwasserressourcen – Mögliche regionale Engpässe in der Wasserversorgung – Bildung von Kanalablagerungen, Geruchsentwicklungen und Korrosion im Kanalnetz – Höhere Akkumulation von Schmutzstoffen auf der Oberfläche, die je nach Dauer und Intensität des folgenden Niederschlagsereignisses teilweise in das Kanalnetz geschwemmt werden können – Verschlechterung der Gewässergüte und -qualität einschließlich der Rohwasserqualität aufgrund geringerer Verdünnungsverhältnisse bei gleichbleibender Abwassermenge – Rückgang der Selbstreinigungsleistung von Fließgewässern durch Verluste der diese Ökosystemdienstleistungen erbringenden Artengemeinschaften – Ausfall der Stromerzeugung durch Wasserkraft (siehe Tab. 16) – Strömungsverlust bis zu Trockenfallen von kleineren Fließgewässern mit starken ökologischen Beeinträchtigungen (Sauerstoffschwund, Tier- und Pflanzensterben) – Starke Belastung der Teichwirtschaft + Verbesserung der Wasserqualität aufgrund fehlender oberflächlicher Abschwemmung

Hotspots

- Durch die mögliche Intensivierung und Häufung konvektiver, kleinräumiger Starkregenereignisse kann das Überschwemmungsrisiko vor allem in kleinen Einzugsgebieten bayernweit deutlich zunehmen.
- In alpinen Einzugsgebieten kann es aufgrund von Veränderungen des Schneevorkommens zu verstärkten winterlichen Hochwasserereignissen kommen.
- Versorgungsengpässe in der Wasserversorgung können vereinzelt in Gebieten mit geringem Speichervermögen des Untergrundes oder einem hohen Anteil von Quellwasser am Wasseraufkommen auftreten. In Bayern betrifft dies insbesondere das ostbayerische Kristallin, das süddeutsche Moränenland und das nordbayerische Schichtstufenland.
- Beeinträchtigungen der Gewässerqualität können insbesondere im Maingebiet auftreten, wo sich die starke Wassernutzung mit Überhitzung und Niedrigwasser infolge der Temperaturerhöhungen überlagern kann. Der „Alarmplan für den bayerischen staugeregelten Main – Gewässerökologie“ (AMÖ) sieht Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität in besonderen Belastungssituationen vor.
- In Schwerpunktgebieten landwirtschaftlicher Bewässerung (Großraum Würzburg-Schweinfurt, Mittelfranken, Talauen der Donau, Hallertau und Osterhofener Platte sowie unteres Isartal und Vilstal) können Wasserentnahmen für Bewässerungszwecke zu einer Übernutzung der lokalen bzw. regionalen Wasserressourcen führen.



Werkzeuge

Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

- Potenzielle Überschwemmungsflächen durch Flusshochwasser bei HQ100 (WW-1-2017)
Die Karte zeigt die potenziellen Überschwemmungsflächen durch Flusshochwasser bei einem 100-jährlichen Hochwasser (HQ100) auf Landkreisebene. In die Kartendarstellung fließen sowohl die normalisierten Überschwemmungsflächen in absoluten Werten (in km²) pro Landkreis als auch der Anteil der Überschwemmungsflächen an der Gesamtfläche des Landkreises ein.
- Sturzflutpotenzial (WW-2-2017)
Die Klimawirkung beschreibt das Potenzial des Auftretens von Sturzfluten infolge von Starkregenereignissen in Abhängigkeit von der Hangneigung (Gefälle) auf Landkreisebene. Zur Berechnung des Sturzflutpotenzials fließen die Anzahl der Starkregentage sowie die Reliefenergie ein.

Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten

An allen Risikogewässern im Sinne der Hochwasserisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) werden Gefahren- und -risikokarten erstellt. Hochwassergefahrenkarten beschreiben die möglichen Ausmaße eines Hochwassers. Hochwasserrisikokarten zeigen die betroffenen Nutzungen bei den verschiedenen Hochwasserszenarien. Die Karten werden vor dem Hintergrund einer topographischen Karte im Maßstab 1:10 000 dargestellt und für verschiedene Hochwasserszenarien aufbereitet:

- Extremhochwasser (HQextrem)
- 100-jährliches Hochwasser (HQ100)
- häufiges Hochwasserereignis (HQhäufig)

Die Karten sind im Umweltatlas Bayern im Themenbereich Naturgefahren ([Naturgefahren \(bayern.de\)](http://Naturgefahren.bayern.de)) und unter www.lfu.bayern.de/hochwasserrisikomanagement zugänglich und können als PDF heruntergeladen werden.

Umweltatlas Bayern

Hochwassergefahren und Hochwasserrisiken, die explizit mit Fließgewässern in Verbindung stehen, sowie zur Veröffentlichung von vorläufig gesicherten, bzw. amtlich festgesetzten Überschwemmungsgebieten dienen, werden im Umweltatlas Bayern im Themenbereich Naturgefahren dargestellt. Dieser Internet-Kartendienst bietet die Möglichkeit, sich einen Überblick darüber zu verschaffen, welche Gebiete in Bayern von Hochwasser betroffen sein können. Es liegen jedoch nicht für alle bayerischen Gewässer Gefahrenermittlungen vor. Sind an einem Gewässer keine Informationen dargestellt bzw. vorhanden, muss dort dennoch mit Hochwassergefahren gerechnet werden. Die Informationen stehen in einem interaktiven Internet-Kartendienst sowie als druckfähige Karten zum Herunterladen zur Verfügung.

Naturgefahren (bayern.de) aufgerufen am 28.07.2021



Abb. 13:
Beispiel für eine Hochwassergefahrenkarte – Eintrittswahrscheinlichkeiten

DWA-Audit Hochwasser „Überflutungen und Starkregen“ – Wie gut sind wir vorbereitet?

Das DWA-Audit Hochwasser ermittelt Stand und Grenzen der vorhandenen Hochwasservorsorge einer Kommune und unterstützt Verwaltung und Bevölkerung dabei, sich gegen Überflutungen zu wappnen. Das Audit kümmert sich dabei nicht nur um die Hochwasservorsorge vor Flusshochwasser, sondern auch um die Gefährdung durch lokalen Starkregen mit Überflutungsfolgen (Sturzfluten; wild abfließendes Wasser). Das bayerische Umweltministerium fördert Kommunen, die zur Verbesserung der Hochwasservorsorge das DWA-Audit Hochwasser „Überflutungen und Starkregen“ nutzen, mit einem Fördersatz von 75 Prozent.

Audit Überflutungsvorsorge - DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. aufgerufen am 28.07.2021

Hochwassernachrichtendienst (HND)

Der HND des Bayerischen Landesamtes für Umwelt liefert aktuelle Messdaten und Informationen zur Hochwasserlage und Hochwasservorsorge in Bayern.

<https://www.hnd.bayern.de/> aufgerufen am 28.07.2021

Niedrigwasserinformationsdienst (NID)

Der NID des Bayerischen Landesamtes für Umwelt liefert Messdaten und Informationen zur Niedrigwasserlage von Flüssen, Seen/Speicher und Grundwasserleitern in Bayern.

<https://www.nid.bayern.de/> aufgerufen am 28.07.2021

Alarmpläne Gewässerökologie Main und Donau

Der „Alarmplan für den bayerischen, staugeregelten Main – Gewässerökologie“ (AMÖ) ist ein operativer Informationsdienst auf regionaler Ebene. Dieser wurde eingeführt, um in Niedrigwassersituationen kurzfristig zu warnen und Schäden für die Gewässerökologie möglichst zu verhindern. Im Warn- oder Alarmfall werden unterschiedliche Maßnahmen zur Verbesserung der Situation geprüft und gegebenenfalls umgesetzt.

https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 28.07.2021

Ein entsprechender Alarmplan wurde auch für die Donau in Bayern erarbeitet („Alarmplan Donau – Gewässerökologie“ ADÖ).

<https://www.nid.bayern.de/ado> aufgerufen am 28.07.2021

Wasserversorgungsbilanzen

In den Jahren 2008 bis 2016 wurden im Zuge des Projektes „Erhebung und Bewertung der öffentlichen Wasserversorgung in Bayern“ die Versorgungssicherheit der Wasserversorgungsanlagen beurteilt und Handlungsempfehlungen zur Situationsverbesserung erarbeitet. Die Ergebnisse sind in den jeweiligen Wasserversorgungsbilanzen der Regierungsbezirke zusammengefasst.

https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/projekte/index.htm aufgerufen am 28.07.2021

Niedrigwasser in Bayern – Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen

Dieser Bericht (LFU 2016d) betrachtet detailliert, wie die bayerische Wasserwirtschaft von Trockenheit und Niedrigwasser betroffen ist. Dargestellt werden dabei die beobachteten und modellierten Veränderungen, die Auswirkungen auf die verschiedenen Wassernutzungen sowie eine Sammlung nutzungsspezifischer Handlungsoptionen.

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00124.htm aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Hochwasser.Info.Bayern

Zentrale Internet-Informationssseite des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz, auf der Informationen zum Umgang mit Hochwasser zusammengefasst sind.

<https://www.hochwasserinfo.bayern.de> aufgerufen am 28.07.2021

Klimawandel und Wasserhaushalt

Informationen auf der Internetseite des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zu Auswirkungen des Klimawandels unter anderem auf die Hochwasserabflüsse.

https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel_wasserhaushalt/auswirkung_auf_wasserhaushalt/hochwasserabfluesse/index.htm aufgerufen am 14.09.2018

KLIWA Klimaveränderung und Wasserwirtschaft

Informationen über die Auswirkungen der Klimaveränderung auf unterschiedliche Bereiche der Wasserwirtschaft.

<https://www.kliwa.de/> aufgerufen am 28.07.2021

Infoblatt „Hochwasser-Eigenvorsorge: Fit für den Ernstfall“

Die Broschüre des Bayerischen Landesamtes für Umwelt unterstützt Bürgerinnen und Bürger dabei, Gefahreninformationen zum Hochwasser richtig zu interpretieren und die eigene Betroffenheit einzuschätzen. Zudem werden Vorsorgemaßnahmen für Haus- und Grundstückseigentümergehörinnen und -eigentümer vorgestellt.

LFU (2016b): https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00044.htm aufgerufen am 28.07.2021

Checkliste „So schützen Sie sich vor Hochwasser“

Bei akuter Hochwassergefahr bleibt meist keine Zeit für lange Überlegungen. Die Checkliste des Bayerischen Landesamtes für Umwelt hilft bei der Vorbereitung, zumal einige Maßnahmen etwas Vorlauf brauchen. Das ABC für den Ernstfall gibt Tipps für die Zeit vor, während und nach einem Hochwasser.

LFU (2016a): https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00308.htm aufgerufen am 28.07.2021

Infoblatt „Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung statt Ableitung“

Die Broschüre des Bayerischen Landesamtes für Umwelt stellt die Bausteine eines naturnahen Umgangs mit Regenwasser auf dem Grundstück vor und informiert über die Regeln und Vorschriften für Bau und Betrieb von privaten Regenwassernutzungsanlagen.

LFU (2016c): https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_88_umgang_mit_regenwasser.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Praxisratgeber für Grundstückeigentümer: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen

Der Leitfaden enthält anschauliche Entsiegelungs- und Versickerungsmaßnahmen, erklärt Planungs- und Rahmenbedingungen und gibt zahlreiche Tipps und Anregungen aus der Praxis für private Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer, die sich über das Thema Entsiegeln und Versickern informieren möchten bzw. entsprechende Maßnahmen umsetzen wollen. Er kann aber auch Unterstützung für Kommunen oder Fachbüros bieten, die Entsiegelungs- und Versickerungsprojekte koordinieren oder hierzu beraten.

LFU (2015): https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfw_was_00157.htm aufgerufen am 28.07.2021

LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement

In Anlehnung an die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie thematisiert die Strategie die Verbesserung der Vorhersage- und Frühwarnsysteme, die Risikobewertung und -kommunikation, die Aufklärung der Bevölkerung über Verhaltensweisen im Krisenfall sowie Aspekte der vorsorgenden Raum- und Stadtplanung und Flächennutzung.

LAWA (2018): https://www.lawa.de/documents/lawa-starkregen_2_1552299106.pdf aufgerufen am 28.07.2021

LAWA Klimawandel-Bericht 2017

Der Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) schildert knapp, wie sich die Änderung der Klimaelemente (Temperatur, Niederschlag, Wind, etc.) auf Oberflächengewässer, Grundwasser sowie die Ökologie der Gewässer auswirkt. Ausführlicher wird auf die Betroffenheit 15 wasserwirtschaftlicher Handlungsfelder eingegangen, u. a. Binnenhochwasserschutz, Gewässerökosystemschutz und öffentliche Wasserversorgung. Zu jedem Handlungsfeld werden mögliche Anpassungsmaßnahmen sowie exemplarisch zwei bis drei Praxisbeispiele vorgestellt. Zusätzlich wird auf Zielkonflikte bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen und den weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf eingegangen.

LAWA (2017): https://www.lawa.de/documents/lawa_auswirkungen_des_klimawandels_auf_die_wasserwirtschaft_1552292350.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Handbuch „Unterschätzte Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten““

Das Handbuch ist das Ergebnis des Forschungsprojektes „Bürgernaher Journalismus am Beispiel einer zentralen Buchpublikation: Sturzflut – Analyse einer Katastrophe“ des BBK in Kooperation mit der Universität der Bundeswehr München. Es soll einen Überblick zu allen wichtigen Belangen rund um die Extremwetterereignisse Starkregen und Sturzfluten geben. Die Adressaten sind die Bevölkerung, verantwortliche Kommunen, Behörden und auch die Katastrophenhelferinnen und -helfer selbst. Das Ziel ist es, Schutzmöglichkeiten vor derartigen Naturgefahren für die ver-

schiedenen Adressaten perspektivisch, bürgernah und praxisnah vorzustellen. Wichtiger Aspekt dabei ist die Kommunikation zwischen den Fachleuten, den Kommunen und den Bürgerinnen und Bürgern.

BBK (2015a): https://www.kritis.bund.de/DE/TopThema/TT_2016/TT_Starkregen_Sturzfluten.html aufgerufen am 28.07.2021

Flyer Bürgerinformationen Empfehlungen bei Hochwasser und Sturzfluten

Der Flyer des BBK liefert zusammengefasste Empfehlungen für Bürgerinnen und Bürger zur Eigenvorsorge bei Hochwasser und Sturzfluten.

https://www.kritis.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2016/Buergerinfo_Sturzflut_u_Hochwasser_eigener_Druck.html aufgerufen am 28.07.2021

Die Hochwasserschutzfibel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) gibt Hinweise und Arbeitsanleitungen, um für die Mehrzahl der zukünftigen Hochwasserereignisse Schäden zu vermeiden beziehungsweise zu mindern. Ihre Anwendung kommt vor allem in Wohngebäuden zum Tragen, sind aber auch für den öffentlichen und gewerblichen Bereich gedacht.

BMUB (2015a): [Hochwasserschutzfibel 2015 - Objektschutz und bauliche Vorsorge \(bund.de\)](https://www.bund.de/SharedDocs/DE/PresseUndMedien/Pressemitteilungen/2015/07/15072015_Hochwasserschutzfibel_2015_Objektschutz_und_bauliche_Vorsorge.html) aufgerufen am 28.07.2021

Hochwasserkompodium (DWA)

Checkliste zu den wichtigsten Fachquellen zu Hochwasserschutz und Starkregenvorsorge

https://www.dwa-bayern.de/files/_media/content/PDFs/LV_Bayern/2%20LV-Themen%20und%20Services/Checkliste_Publikationen%20Hochwasser.pdf aufgerufen am 28.07.2021

2.3 LANDWIRTSCHAFT

Die Landwirtschaft in Bayern ist unmittelbar von den Witterungs- und Klimabedingungen abhängig. Die einzelnen Bereiche wie Pflanzenbau, Tierhaltung, Imkerei, Gartenbau und Teichwirtschaft können dabei sehr unterschiedlich auf klimatische Veränderungen reagieren. Grundsätzlich muss sich die Agrarwirtschaft auf längere Vegetationsperioden, zunehmende Trockenheit im Sommerhalbjahr, vor allem in Mittel- und Unterfranken, häufigere und intensivere Starkregeneignisse und Überflutungen und damit zum Beispiel auf Veränderungen bei der Nährstoffverfügbarkeit und beim Schaderregeraufkommen einstellen. Der höhere CO₂-Gehalt der Luft hat zudem einen direkten Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Einer erhöhten Wachstumsrate und Effizienz der Wassernutzung, vor allem von C3-Photosynthesepflanzen, kann eine veränderte stoffliche Zusammensetzung des Ernteguts entgegenstehen, z. B. ein verringerter Eiweißgehalt im Weizen. In der Landwirtschaft birgt der Klimawandel somit sowohl Chancen als auch Risiken (Tab. 7).

Tab. 7:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Landwirtschaft“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<p>Längere Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erhöhte Spätfrostgefährdung durch zeitigeren Austrieb – Reduzierung der Ertragssicherheit auf Futterflächen hinsichtlich Menge und Qualität – Zu milde Wintertemperaturen führen bei manchen Feldfrüchten zu ausbleibender oder verzögerter Fruchtung (fehlende Vernalisation, z. B. Winterweizen) – Vermehrtes Auftreten und Ausbreitung heimischer und neuer Schädlinge und Krankheiten (z. B. Apfelbaumwickler, Maiszünsler, Kirschessigfliege, Varroa Milbe) – Einschleppen neuer Infektionserreger und erneutes Auftreten von Tierseuchen (z. B. Blauzungkrankheit) – Mangelnde Synchronisation zwischen Bestäubervorkommen und Blühzeiten – Fehlendes Abfrieren von Zwischenfrüchten im Winter fördert Herbizideinsatz + Etwas höhere Erträge und Ausweitung der Anbaugebiete (bei ausreichender Wasserversorgung) + Anbau wärmeliebender und trocken toleranter Pflanzenarten und -sorten im Freiland + Zweitkulturnutzung + Qualitätssteigerung im Wein- und Obstbau <p>Hitzestress</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beeinträchtigung pflanzenempfindlicher Wachstumsphasen (Blatt-, Blüten-, Fruchtbildung und Abreife) – Strahlungsschäden an Blättern, Früchten und Weinreben – Erhöhte Anforderungen an Futterhygiene, insbesondere in Hinblick auf Mykotoxine (Schimmelpilzgifte) – Beeinträchtigung der Planungs- und Ertragssicherheit – Beeinträchtigung von Wohlbefinden, Nahrungsaufnahme, Produktivität sowie Milch-, Wachstums- und Reproduktionsleistung der Tiere – Höherer Energiebedarf für Stallklimatisierung
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vernässung von Ackerflächen in Folge von langanhaltendem Hochwasser führt zum Verfaulen der Aussaat und zur Beeinträchtigung von Winterungen und Dauerkulturen – Schäden an Acker-, Grünland und Sonderkulturen des Garten-, Obst- und Weinbaus – Verstärkte Auswaschung von Nitrat und anderen Stoffen – Schäden durch Erosionsprozesse (Verlust von Boden und Bodenfruchtbarkeit, Humusverlagerung, Ertragsausfälle): Zunahme der wasserbedingten Bodenerosion bis 2050 im Vergleich zu 1971 um bis zu Faktor 2 (LfU 2018: Studie Klimawirkungskarten) und damit verbundener Nährstoffverlagerung, Verlust des Oberbodens, Abnahme der Bodenfruchtbarkeit, Gewässereutrophierung und Schäden an der Infrastruktur – Ertrags- und Qualitätseinbußen – Beeinträchtigung der Planungs- und Ertragssicherheit – Erschwertes Befahren der Äcker aufgrund tiefer Erosionsrillen – Bodenstrukturen durch Befahren von zu nassen Böden mit schwerer Landtechnik – Erhöhung des Krankheitsdrucks auf die Pflanze, insbesondere durch Pilzbefall – Schäden durch Verunreinigungen bei Überflutungen im Siedlungsbereich (Heizöl, Giftstoffe, Abwasser) – Verschlammung von Grünland mit Schäden an der Grasnarbe
Trockenheit	<p>Abnahme Bodenwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beeinträchtigung pflanzenempfindlicher Wachstumsphasen (Blatt-, Blüten-, Fruchtbildung und Abreife) – Erhöhter Bewässerungsbedarf von landwirtschaftlichen Flächen – Gefahr von Feldfruchtverlusten durch Feuer – Ertrags- und Qualitätseinbußen – Beeinträchtigung der Planungs- und Ertragssicherheit

Hotspots

- Besonders in Mittel- und Unterfranken nehmen Vorkommen und Häufigkeit des Maiszünslers stetig zu.
- In Trockenphasen Ertragseinbußen vor allem auf sandigen und tonigen Böden (Nürnberger Sandachse, Steigerwaldvorland).
- Von Trockenperioden besonders betroffen sind Feldgemüse, Kartoffeln, Mais und Zuckerrüben.
- Schnellere Traubenreife einhergehend mit erhöhtem Alkoholgehalt in Weingebieten Frankens.
- Verstärkte Bodenerosion und Abnahme der Bodenfruchtbarkeit werden insbesondere im tertiären Hügelland südlich der Donau und in agrarisch genutzten Gebieten mit hoher Reliefenergie beobachtet.



Werkzeuge

Es ergeben sich Überschneidungen zu „2.6 Bodenschutz und Georisiken“ und zu „2.8 Katastrophenschutz“; die dort vorgestellten Werkzeuge können ebenfalls relevant sein.

Erosionsatlas Bayern – Karten zur Erosionsgefährdung von Ackerflächen

Der Erosionsatlas Bayern wurde von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) entwickelt und nutzt aktuelle Geodaten der Bayerischen Landesvermessung in Verbindung mit Daten zur Nutzung und Bewirtschaftung aus dem Jahr 2018 und Niederschlagsradardaten der Jahre 2001 bis 2017. Berechnungsgrundlage ist die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) mit deren Hilfe der langjährig zu erwartende mittlere Bodenabtrag von Ackerflächen in Tonnen je Hektar und Jahr berechnet wird.

<https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/029288/> aufgerufen am 28.07.2021

Thünen-Atlas

Die Kartensammlung visualisiert Ergebnisse aus Statistiken und Monitoring-Programmen zur landwirtschaftlichen Nutzung, zum Wald und zur Waldnutzung sowie zur klimatischen Wasserbilanz.

<https://www.thuenen.de/de/infrastruktur/thuenen-atlas-und-geoinformation/thuenen-atlas/> aufgerufen am 28.07.2021

Smart Small Farmer - App zur Risikoanalyse für Landwirte

Die kostenlose App der Humboldt Universität hilft bei der Beantwortung der Fragen zu Wetterrisiken und Versicherungsleistungen bei Ernteaussfällen. Die „Smart Small Farmer App“ ist zur Auswertung statistischer Daten zu Wetter, Bodenbeschaffenheit und Versicherungsindizes zur Erhöhung der Planungssicherheit für Bauern konzipiert.

<https://wayne1030.shinyapps.io/SmartSmallFarmerApp/> aufgerufen am 28.07.2021

AWA – AgriAdapt Webtool zur Anpassung

AgriAdapt ist ein europäisches Projekt, das durch das LIFE-Programm der Europäischen Union gefördert wird. Es soll zeigen, wie landwirtschaftliche Betriebe aus den Bereichen Tierhaltung, Ackerbau und Dauerkulturen durch nachhaltige Anpassungsmaßnahmen ihre Anfälligkeit gegenüber dem Klimawandel spürbar verringern können. Zudem sollen durch die Maßnahmenumsetzungen weitere positive Effekte auf Natur und Umwelt erzielt werden.

<https://awa.agriadapt.eu/de/> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Informationsseite der Landesanstalt für Landwirtschaft zu Bodenerosion

Die Website informiert über die Forschungsschwerpunkte und aktuellen Projekte sowie Publikationen der LfL zu Bodenerosion.

<https://www.lfl.bayern.de/bodenerosion> aufgerufen am 28.07.2021

LABO-Bericht „Vorsorge gegen Bodenerosion durch Wasser“

Der Bericht schildert die Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes im Kontext des Klimawandels. Zudem werden Handlungserfordernisse der landwirtschaftlichen Praxis, des landwirtschaftlichen Fördersystems sowie zur Anpassung der fachrechtlichen Regelungen angezeigt.

LABO (2017): *Arbeitshilfe zur Rückführungspflicht* (labo-deutschland.de) aufgerufen am 28.07.2021

LABO-Positions- und Hintergrundpapier „Bedeutung und Schutz von Moorböden“

Das Positionspapier unterstreicht in 15 Keynotes die Bedeutung von Moorböden u. a. im Kontext von Retentionsflächen und Klimaschutz. Im dazugehörigen Hintergrundpapier werden die Keynotes fachlich begründet und untermauert.

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (2017): *LABO Moorbodenschutz Positionspapier Stand 22.12.2017* (labo-deutschland.de) aufgerufen am 28.07.2021

Informationen der Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den fränkischen Weinbau

Die Website informiert über laufende Untersuchungen zur Neubewertung der Weinlagen aus Franken vor dem Hintergrund der zu erwartenden klimatischen Veränderungen.

<https://www.lwg.bayern.de/weinbau/087365/index.php> aufgerufen am 28.07.2021

Extremwetterlagen in der Land- und Forstwirtschaft

Die Broschüre des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) informiert über Maßnahmen zur Prävention und Schadensregulierung bei Extremwetterlagen in der Land- und Forstwirtschaft.

<https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/extremwetterlagen.html> aufgerufen am 28.07.2021

Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen

Der Forschungsbericht des Thünen-Instituts stellt Auswertungsergebnisse zu agrar- und forstrelevanten Extremwetterlagen und Maßnahmen zur Vorbeugung und Abwehr von Schäden in der Land- und Forstwirtschaft vor.

GÖMANN ET AL. (2015): https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn055248.pdf aufgerufen am 28.07.2021

2.4 WALD UND FORSTWIRTSCHAFT

Die Wälder und mit ihnen rund 700.000 Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer in Bayern zählen zu den Hauptbetroffenen des Klimawandels. Die hohe Geschwindigkeit und das Ausmaß der Klimaveränderung ermöglichen großflächig keine natürliche Anpassung. Steigende mittlere Temperaturen und häufiger auftretende Extremereignisse wie Trockenphasen und heftige Stürme haben Auswirkungen auf die Vitalität unserer Waldbäume, das Waldwachstum, die Baumartenzusammensetzung, die Risiken durch abiotische und biotische Schadensfaktoren und damit auf die Stabilität unserer Waldökosysteme insgesamt (Tab. 8). Sie wirken sich direkt oder indirekt auf die Bevölkerung Bayerns sowie auf die bayerische Wirtschaft aus, denn Holzproduktion und Schutz vor Naturgefahren werden ebenfalls beeinträchtigt. Insgesamt sind die privaten Wälder und Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer aufgrund überdurchschnittlich vieler Risikobestände und ungünstiger Strukturen (unter anderem geringe Betriebs- und Parzellengrößen) besonders gefährdet.

Tab. 8:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Wald und Forstwirtschaft“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<p>Längere forstliche Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Höhenanstieg der klimatischen Waldgrenze – Veränderung der Baumartenzusammensetzung – Erhöhtes Spätfrostisiko – Vermehrung von Insekten mit potenzieller Schadwirkung (Borkenkäfer, Eichenprozessionsspinner) – Etablierung von Neobiota (z. B. Pilzkrankheiten) <p>+ Verstärktes Waldwachstum und Ertragssteigerungen im Holzzuwachs (bei ausreichender Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit)</p> <p>Hitzestress:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verringerung von Wuchsleistung, Zuwachsraten, Stabilität und Vitalität der Bäume – Erhöhung der Anfälligkeit gegenüber bestehenden oder neuen Schädlingen und Krankheiten durch klimabedingte Vorschwächen
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ertragseinbußen – Gefährdung der Schutzfunktion der Wälder – Erhöhte Gefahr von Bodenerosion
Trockenheit	<p>Abnahme Bodenwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Trockenschäden – Zunehmende Waldbrandgefahr – Gefährdung der Schutzfunktion der Wälder – Geringere Produktivität der Wälder und somit weniger Kohlenstoffspeicherung – Gefährdung der Verjüngung
Stürme	<p>Windwurf und Windbruch:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gefährdung der Schutzfunktion der Wälder – Sturmschäden – Beeinträchtigung der Ertragssicherheit

Hotspots

- Besonders die Fichte zeigt eine hohe Anfälligkeit gegenüber Trockenstress und Borkenkäferkalamitäten.
- Hohes Waldbrandrisiko in strahlungsreichen Waldregionen nördlich der Donau, aber auch auf südlich exponierten Hängen in den Alpen.

Werkzeuge



Das Bayerische Standortinformationssystem (BaSIS)

Das Standortinformationssystem ist eine komplexe Zusammenstellung von Flächen- und Sachinformationen zu den Themen Baumartenwahl, Boden und Klima. Es baut auf belastbaren Daten zu Bodeneigenschaften, Geologie, Vegetation, Klima etc. auf. Das Standortinformationssystem hilft, Chancen und Risiken bei der Zusammenstellung klimaangepasster Baumartenportfolios im Rahmen der Beratung gegeneinander abzuwägen. Als Expertensystem nimmt es dabei keine Entscheidungen vorweg, sondern liefert Grundlagen für eine durch Informationen abgesicherte Beratung des Waldbesitzers. Eine zentrale Frage der Forstbetriebe steht dabei im Fokus: Welche Baumartenmischung birgt im Hinblick auf den Klimawandel das geringste Betriebsrisiko und kommt mit den Standortbedingungen der Zukunft am besten zurecht?

<https://www.lwf.bayern.de/boden-klima/standortinformationssystem/index.php> aufgerufen am 28.07.2021

Anbauriskokarten

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bearbeitet die Klimafolgenabschätzung und Anpassung an die geänderten Bedingungen in mehreren Projekten. Ziel ist es dabei, eine auf wissenschaftlicher Grundlage fußende Empfehlung zu geben. Entstanden sind unter anderem – aufbauend auf BaSIS – Anbauriskokarten, die über das System BayWIS (Wald-Informationssystem) in der Forstverwaltung zugänglich gemacht werden. Diese Karten stellen das standörtliche Anbaurisiko für 21 Baumarten für die Gegenwart und Zukunft dar, sie erlauben somit einen Blick in die uns unbekanntere Zukunft unter Annahme einer moderaten Erwärmung. Anbauriskokarten für weitere Baumarten werden aktuell erarbeitet.

Klimaanalogie-Karten für Bayern

Für alle 47 Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) hat die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) maßgeschneiderte Grafiken für den regionalen bereits beobachteten und zukünftigen Klimawandel anhand von sogenannten Analogregionen erstellt. Anhand der Analogregionen kann man ablesen, welche geografischen Distanzen man hinter sich bringen müsste, um Gegenden zu erreichen, in denen heute schon das Klima von morgen herrscht.

<https://www.lwf.bayern.de/boden-klima/baumartenwahl/068395/index.php> aufgerufen am 28.07.2021

Thünen-Atlas

Die Kartensammlung des Thünen-Instituts visualisiert Ergebnisse aus Statistiken und Monitoring-Programmen zur landwirtschaftlichen Nutzung, zum Wald und zur Waldnutzung sowie zur klimatischen Wasserbilanz.

<https://www.thuenen.de/de/infrastruktur/thuenen-atlas-und-geoinformation/thuenen-atlas/> aufgerufen am 28.07.2021

Borkenkäfermonitoring bzw. Waldschutz-Monitoring

Ergebnisse zum Monitoring von Buchdrucker und Kupferstecher und zur Einschätzung der aktuellen Gefährdung durch die zuständigen Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sind abrufbar unter: <https://www.fovgis.bayern.de/borki/> aufgerufen am 28.07.2021

Waldbrandgefahrenindex

Zur Abschätzung der jeweils herrschenden Feuergefahr gibt der Deutsche Wetterdienst von 1. März bis 31. Oktober tagesaktuelle Waldbrandgefahrenkarten heraus.

<https://www.dwd.de/DE/leistungen/waldbrandgef/waldbrandgef.html> aufgerufen am 28.07.2021

Merkblatt „Hochwasserangepasste Waldbewirtschaftung“

Mit Hochwasser müssen Waldbesitzer trotz technischer Maßnahmen und natürlichem Wasserrückhalt künftig öfter rechnen. Hochwasser ist ein beeindruckendes Naturschauspiel, das aber auch erhebliche Schadensrisiken für Mensch, Umwelt, Kulturerbe und Sachgüter in sich birgt. Als Beitrag für die Umsetzung des Hochwasserrisikomanagements hat die Forstverwaltung ein Merkblatt herausgegeben, das Waldbesitzer über die unterschiedlichen Auswirkungen informiert und Tipps zur Schadensvorsorge gibt.

https://www.waldwissen.net/technik/naturgefahren/hochwasser/lwf_merkblatt_36/index_DE aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Extremwetterlagen in der Land- und Forstwirtschaft

Die Broschüre des BMEL informiert über Maßnahmen zur Prävention und Schadensregulierung bei Extremwetterlagen in der Land- und Forstwirtschaft.

BMEL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Extremwetterlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=7 aufgerufen am 28.07.2021

Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen

Der Forschungsbericht des Thünen-Instituts stellt Auswertungsergebnisse zu agrar- und forstrelevanten Extremwetterlagen und Maßnahmen zur Vorbeugung und Abwehr von Schäden in der Land- und Forstwirtschaft vor.

GÖMANN ET AL. (2015): https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn055248.pdf aufgerufen am 28.07.2021

2.5 NATURSCHUTZ

Neben einer zunehmend intensiveren Landnutzung durch den Menschen verändert der Klimawandel und die damit einhergehende Verschiebung der Lebensbedingungen die Lebensräume und die Bestände vieler Tier- und Pflanzenarten grundlegend (Tab. 9). Begünstigt durch höhere Temperaturen wandern neue Arten nach Bayern ein und breiten sich aus. Gleichzeitig gehen Fachleute davon aus, dass sich der gegenwärtige Rückgang der Wildtierpopulationen und der biologischen Vielfalt in den nächsten Jahrzehnten fortsetzen wird. Zwischen 1970 und 2014 nahm das Vorkommen (Abundanz) von Vögeln, Säugetieren, Fischen, Reptilien und Amphibien im Durchschnitt um 60 % ab. Mit einer Abnahme von 83 % sind Süßwasserpflanzen besonders betroffen (Living Planet Report 2018). Auf der globalen Roten Liste der Weltnaturschutzunion IUCN wurden weltweit über 90.000 Arten bewertet. Davon sind mehr als 27.000 gefährdet – dazu gehören z. B. 25 % der Säugetiere, 14 % der Vögel und 40 % der Amphibien²³. Bereits 2006 waren über 1.400 der nahezu 25.000 in den Roten Listen Bayerns bewerteten Arten vom Aussterben bedroht (KORN & EPPLÉ 2006). Von den 75 regelmäßig oder ehemals regelmäßig vorkommenden Fisch- und Rundmaularten Bayerns befinden sich 40 Arten auf der Roten Liste (LfU (2021): Rote Liste der Fische und Rundmäuler Bayerns).

23) https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/2019_1_RL_Stats_Table_1a.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 9:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Naturschutz“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<p>Längere forstliche Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Änderung der Phänologie und Zunahme der Spätfrostgefahr – Veränderung der Lebenszyklen von Pflanzen und Tieren – Veränderung des Nahrungsangebots und Gefährdung der Nahrungsbeziehungen (z. B. Bestäubung) – Ausbildung mehrerer Generationen von Insekten pro Jahr – Störung der Synchronisation bei voneinander abhängigen Arten <p>Arealverschiebungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Veränderung der Biodiversität und Artenzusammensetzung durch Verdrängung und Verlust von Arten sowie die Verschiebungen ihrer räumlichen Verbreitung – Ungenügende Wandermöglichkeiten wenig mobiler Arten und bei fehlender Habitatvernetzung – Störung der ökologischen Funktionsbeziehungen – Ausbreitung invasiver wärmeliebender und trockenheitstoleranter Arten (z. B. Ambrosia) – Rückgang und Aussterben von kältetoleranten Arten (z. B. Gletscher-Hahnenfuß, Alpensalamander) <p>Hitzestress:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vermehrter Trocken- und Hitzestress bei Pflanzen und Tieren, der bei bestimmten Organismengruppen, wie z. B. Fischen, Krebsen und Muscheln, zum Tod führen kann – Vegetationsumbau durch Zunahme von C4-Photosynthese-Pflanzen
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zerstörung oder Beeinträchtigung von Biotopen (z. B. Vermurung, Überschlückung) und ihren Lebewesen – Veränderung des Nahrungsangebots für Tiere – Beeinflussung des Wander- und Reproduktionsverhaltens sowie Reproduktionserfolges von Tieren (z. B. Fische) <p>+ Entstehung von Initialstandorten, landschafts- und gewässerdynamische Aspekte</p>
Trockenheit	<p>Abnahme Bodenwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vermehrter Trockenstress bei Pflanzen und Tieren, Ausfall von einjährigen Arten – Beeinträchtigung bis Austrocknung grundwasserabhängiger Landökosysteme (Feuchtgebiete und Moore) durch sinkende Grundwasserspiegel oder Quellschüttung – Austrocknen von Gewässern und Quellen – Einschränkung der Funktion von Mooren als Kohlenstoffspeicher – Erhöhte Gefahr von Lebensraumverlusten durch Feuer – Ausfall isolierender Schneeschichten

Hotspots

- Wasserabhängige Biotope werden durch Trockenheit beeinträchtigt und kommen besonders häufig in den Alpen und deren Vorland vor (LFU 2018b).
- Besonders schützenswerte Hotspots der biologischen Vielfalt in Bayern sind neben Gebieten in den Alpen und im Alpenvorland der Hintere Bayerische Wald, die Nördliche Frankenalb und die Rhön.



Werkzeuge

Fachinformationssystem Naturschutz Online (FIN-Web)

Mit dem FIN-Web stellt das Bayerische Landesamt für Umwelt verschiedene raumbezogene Umweltdaten zum Naturschutz online zur Verfügung. FIN-Web bietet beispielsweise Daten zur Biotopkartierung, zu Schutzgebieten, zum Ökoflächenkataster, zur naturräumlichen Gliederung und potenziellen natürlichen Vegetation (PNV). Die Daten im FIN-Web sind zu einem großen Teil auch als Shapefiles zum Download sowie als WMS-Dienst verfügbar.

www.lfu.bayern.de/natur/fis_natur/fin_web aufgerufen am 28.07.2021

Artenhilfsprogramme für Tiere und Pflanzen

Mit auf besonders gefährdete Arten ausgerichteten Artenhilfsprogrammen wird der Rückgang von Arten aufgehalten und verlangsamt. Durch die Folgen des Klimawandels wird sich der Bedarf an Artenhilfsmaßnahmen erhöhen, da gerade Arten isolierter Sonderstandorte und der Alpen bedroht sind.

www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprogramm_botanik/ aufgerufen am 28.07.2021

www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprogramme_zoologie/ aufgerufen am 28.07.2021

Artenschutzkartierung

Die Artenschutzkartierung des LfU sammelt seit 1980 Nachweise von Tier- und Pflanzenarten in einer zentralen Datenbank, die aktuell rund drei Millionen Einzelnachweise enthält. Zusammen mit den im Rahmen des Projektes Flora von Bayern gesammelten Daten sind somit Veränderungen der Flora und Fauna erkennbar und z. B. phänologische Verschiebungen analysierbar.

www.lfu.bayern.de/natur/artenschutzkartierung/ aufgerufen am 28.07.2021

<http://daten.bayernflora.de/de/index.php> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen

Der Bericht des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) gibt einen Überblick über die wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf Naturschutz und Biodiversität und entsprechende Anpassungsmaßnahmen.

KORN & EPPL (2006): <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript148.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

Erfolgsfaktoren bei der Planung und Umsetzung naturbasierter Ansätze zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel

Der BfN-Leitfaden gibt einen Überblick über die Anwendung naturbasierter Ansätze in der Praxis. Die hier zusammengestellten Informationen zu Einsatzmöglichkeiten, potenziellen Herausforderungen und entsprechenden Lösungsansätzen sowie Finanzierungsquellen und Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung naturbasierter Ansätze sollen als Handreichung für alle dienen, die im praktischen Sinne Klimaschutz betreiben oder Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel

entwickeln und umsetzen. Darüber hinaus wird der aktuelle Handlungsbedarf auf verschiedenen politischen und administrativen Ebenen dargestellt.

NAUMANN SANDRA & KAPHENGST TIMO (2015): <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript406.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

Pro Natur & Klima

Pro Natur & Klima ist eine Projektdatenbank des BfN zu naturbasierten Ansätzen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel im deutschsprachigen Raum.

<https://www.bfn.de/themen/klimawandel-und-biodiversitaet/naturschutz-und-klimawandel/beitrag-des-naturschutzes/pro-natur-klima-projektdatenbank.html> aufgerufen am 28.07.2021

NeoBiota

Das Portal wird vom BfN angeboten und informiert über gebietsfremde und invasive Arten und deren Ausbreitung in Deutschland.

<http://neobiota.bfn.de/> aufgerufen am 28.07.2021

Informationen des LfU zu Neobiota: <https://www.lfu.bayern.de/natur/neobiota/index.htm> aufgerufen am 28.07.2021

2.6 BODENSCHUTZ UND GEORISIKEN

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 (Tab. 10) resultieren sekundäre Auswirkungen unter anderem auf die Pflanzenproduktion, die Grundwasserneubildung, für die Infrastruktur oder die menschliche Gesundheit.

Tab. 10:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Bodenschutz und Georisiken“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken)
Temperaturanstieg	<p>Längere forstliche Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Abbau von Torf und Humus im Oberboden und damit erhöhte CO₂-Austräge – Erhöhtes Winderosionsrisiko von Torf bei trockengelegten Moorstandorten – Minderung der Auflockerung des Bodens durch die Abnahme der Frosttage und -tiefe – Zunehmende Temperaturen und häufige Frost-/Tauwechsel beschleunigen teilweise die Erosion und vermindern die Bodenstabilität (auch im Permafrostbereich). Sie begünstigen Hangbewegungen, Rutschungen, Felsstürze und Steinschläge.
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Zunahme der wasserbedingten Bodenerosion bis 2050 im Vergleich zu 1971 um mehr als einen Faktor 2 (LFU 2018b) und damit verbundener Nährstoffverlagerung, Verlust des Oberbodens, Abnahme der Bodenfruchtbarkeit, Gewässereutrophierung und Schäden an der Infrastruktur – Verlagerung von Nährstoffen und Abtrag von fruchtbarem Oberboden – Verschmutzung von Straßen und Verschlammung von Siedlungen – Kolmation von Fließgewässersohlen – Zunehmende Bodenverdichtung infolge feuchter Böden und daraus folgenden erhöhtem Bearbeitungsdruck – Verringerung des Wasserrückhalts der Böden und Begünstigung des Oberflächenabflusses bei Wassersättigung und Verschlammung des Oberbodens – Steigende Gefahr von geologischen Risiken wie Rutschungen, Felsstürzen oder Steinschlägen
Trockenheit	<p>Abnahme Bodenwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Trocknungsbedingte Benetzungshemmung und verminderte Infiltrationskapazität – Abnahme des pflanzenverfügbaren Wassers während der Vegetationsperiode – Pflanzenschäden durch Trockenrissbildung in Lehm- und Tonböden sowie tiefreichende Stoffverlagerung entlang präferentiellen Fließbahnen – Humusanreicherung in tieferen Bodenschichten

Hotspots

- Auf intensiv agrarisch genutzten Flächen wie Lößböden wird Bodenerosion in Hanglagen begünstigt. Die höchsten Erosionswerte von Ackerflächen werden im tertiären Hügelland südlich der Donau beobachtet.
- Insbesondere im geneigten Relief wie den Alpen, Mittelgebirgen oder dem Alpenvorland kann eine Destabilisierung des Bodengefüges sowie eine verminderte Wasserspeicher- und Infiltrationskapazität auftreten.
- Tonreiche Böden wie im fränkischen Keuper neigen zu Trockenrissbildung und begünstigen eine tiefreichende Verlagerung oberflächennaher Stoffe.

- Eine verstärkte Austrocknung von Böden tritt in den tendenziell trockenen Regionen Nordwestbayerns auf.
- Böden mit toniger oder lehmig-schluffreicher Bodenart weisen eine höhere Verdichtungsempfindlichkeit auf als sandige Böden.
- Das Risiko von Bodenstrukturschäden durch Verdichtung ist im zeitigen Frühjahr und späten Herbst, vor allem in Gebieten mit hohen Niederschlägen, besonders hoch.

Werkzeuge

Es ergeben sich Überschneidungen zu „2.3 Landwirtschaft“ und zu „2.8 Katastrophenschutz“; die dort vorgestellten Werkzeuge können ebenfalls relevant sein.



Gefahrenhinweiskarten

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt werden Gefahrenhinweiskarten zu Geogefahren bereitgestellt. Diese geben eine Übersicht zu möglichen Gefahren durch Massenbewegungen, wie Steinschlag, Felssturz, Hanganbrüche, Rutschungen und Erdfälle. Daraus lassen sich mit geringem Aufwand mögliche Konfliktbereiche zwischen Gefahr und Nutzung ableiten. Die Gefahrenhinweiskarten sollen vor allem in die Flächennutzungs- und Bauleitplanung einfließen. Sie wurden für den Zielmaßstab 1:25000 erarbeitet und stellen somit keine parzellenscharfe Einteilung von Gebieten in unterschiedliche Gefahrenbereiche dar.

<https://www.lfu.bayern.de/geologie/massenbewegungen/gefahrenhinweiskarten/index.htm> aufgerufen am 28.07.2021

Plattform Naturgefahren Bayern

Die Plattform Naturgefahren Bayern bündelt verschiedene Warndienste zu den Themen Hochwasser, Trockenheit, Unwetter, Lawinen, Rutschungen, Erdbeben und sonstigen Naturgefahren. Das Internetportal ist ein Ergebnis der Arbeit der Bayerischen Plattform Naturgefahren und wurde von den Mitgliedern gemeinsam erstellt. Zu diesen zählen für die Naturgefahrenvorsorge zuständige Behörden und wichtige betroffene gesellschaftliche Gruppen des Freistaats für die einzelnen Sektionen.

<https://www.naturgefahren.bayern.de/> aufgerufen am 28.07.2021

NatCatService

Der NatCatSERVICE von Munich Re ist eine der weltweit umfangreichsten Datenbanken zur Analyse und Bewertung von Naturkatastrophen. Nutzer des NatCatSERVICE können nun Analysen nach ihren individuellen Bedürfnissen erstellen.

<https://natcatservice.munichre.com/> aufgerufen am 28.07.2021

2.7 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 (Tab. 11). Der Anstieg der CO₂-Konzentration in der Luft kann außerdem die Produktion von Pflanzenpollen fördern und eine erhöhte Konzentration allergieauslösender Bestandteile in den Pollen hervorrufen (WAYNE ET AL. 2002; SINGER ET AL. 2005). 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 mit Vorerkrankungen, Kleinkinder und Menschen in Außenberufen. Für diese Gruppen besteht ein erhöhter Anpassungs- und Schutzbedarf.

Tab. 11:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Menschliche Gesundheit“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<p>Längere forstliche Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einbürgerung neuer allergieauslösender Pflanzenarten (z. B. Beifuß-Ambrosie) – Gefahr durch Ausbreitung von Insekten in Regionen, in denen sie bisher nicht bekannt waren (Eichenprozessionsspinner) – Ausbreitung von einheimischen Krankheiten (Hantavirus, Borreliose, FSME) und Etablierung neuer Überträger und Krankheitserreger (Asiatische Tigermücke, Sandmücke) <p>Hitzestress:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erkrankungen des Herz-Kreislauf Systems, Stoffwechselstörungen oder Erkrankungen der Nieren und Atemwege – Negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit – Schnelleres Verderben von Lebensmitteln und Zunahme nahrungsmittelbedingter Infektionen (Magen-Darm) – Ungünstiges Raum- und Wohnklima <p>Erhöhte Wassertemperaturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität – Zunehmendes Eutrophierungsrisiko, stärkere Vermehrung von Parasiten und sinkende Badewasserqualität durch z.B. vermehrte Blaualgenbildung <p>Ozon:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erhöhtes Hautkrebsrisiko durch Zunahme der UV-Strahlung infolge des Abbaus stratosphärischen Ozons durch die Temperaturabnahme in der Stratosphäre – Atembeschwerden und Reizwirkungen durch bodennahes Ozon an Strahlungstagen
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verletzungen und Todesfälle – Schimmelpilzbefall und Vermehrung von Krankheitsüberträgern nach Hochwasserereignissen – Bakteriologische Verunreinigung des Trinkwassers – Sinkende Badewasserqualität durch oberflächliche Einschwemmungen
Extremereignisse	<ul style="list-style-type: none"> – Zunehmende Verletzungs- und Tötungsgefahr – Auftreten von Angststörungen, depressiven Erkrankungen und posttraumatische Stresserkrankungen

Hotspots

- Negative gesundheitliche Effekte durch Hitzebelastung treten im Sommer verstärkt im urbanen Bereich der Großstädte und Ballungszentren (z. B. München, Augsburg, Würzburg, Regensburg, Passau, Nürnberg/Fürth/Erlangen) auf.
- Aufgrund des projizierten ansteigenden Anteils der städtischen und ländlichen Bevölkerung über 60 Jahre sowie des Versiegelungsgrades wird in Zukunft überwiegend in Ballungsgebieten und größeren Städten eine steigende Hitzebelastung für die Bevölkerung über 60 Jahre erwartet (LFU 2018b).

Werkzeuge

Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

Potenzielle Hitzebelastung für die Bevölkerung über 60 Jahre (GE-1-2017).

Zur Darstellung der Klimawirkung wurden Daten zur Bevölkerungsanzahl und Altersstruktur sowie zum Versiegelungsgrad den klimatischen Einflüssen Heiße Tage und Tropennächte gegenübergestellt. Die Analyse baut insbesondere auf dem Urban-Heat-Island-Index auf.



Elektronisches Polleninformationsnetzwerk Bayern (ePIN)

Ziel des Vorhabens ist eine valide Pollenflugvorhersage die es Patientinnen und Patienten ermöglicht, rechtzeitig entsprechende Medikamente einzunehmen oder geeignete Maßnahmen zur Expositionsverminderung zu ergreifen. Einen weiteren Nutzen soll ePIN für die Klimaforschung darstellen. Aus ermittelten Zeitreihen können konkrete Klimaanpassungsmaßnahmen entwickelt werden, zum Beispiel bei der Bepflanzung mit bestimmten Gehölzen wie der Birke im urbanen Raum. ePIN wird durch das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) betrieben.

<https://epin.lgl.bayern.de/pollenflug-aktuell> aufgerufen am 28.07.2021

Karte der FSME-Risikogebiete

Das Robert-Koch-Institut veröffentlicht jährlich im Epidemiologischen Bulletin eine aktualisierte Darstellung der Risikogebiete der Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) in Deutschland in einer Einteilung nach Kreisgebieten als Grundlage für gezielte präventive Maßnahmen. Insgesamt werden in Bayern aktuell 92 von 96 Kreisen als FSME-Risikogebiete ausgewiesen. Die Karten mit detaillierten Erläuterungen im Epidemiologischen Bulletin sowie weitere Informationen zur FSME-Prävention können auf der Website des RKI aufgerufen werden.

https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/F/FSME/FSME_node.html aufgerufen am 28.07.2021

Hitzewarnsystem des DWD

Der Hitzewarndienst wurde vom Deutschen Wetterdienst (DWD) im Jahr 2005 eingerichtet und spricht auf Land- bzw. Warnkreisebene täglich bei Erreichen definierter Schwellenwerte (ab 32 °C gefühlte Temperatur) Hitzewarnungen für den aktuellen und den folgenden Tag aus. Die allgemeine Öffentlichkeit kann die Warnungen über das Internet abrufen. Über dieses Portal warnt der DWD außerdem vor weiteren markanten und extremen Wetterereignissen wie u. a. Stürmen, Starkregen oder Gewittern.

https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelles/170314_klima_pk_hitze.html aufgerufen am 28.07.2021

Heat Toolbox

Die Heat Toolbox soll dazu dienen, die Lebensbedingungen für Migrantinnen und Migranten während Hitzeperioden zu verbessern, ihr Gesundheits- und Risikobewusstsein für Hitze zu schärfen und Stakeholder sowie Multiplikatoren für diese Thematik zu sensibilisieren. Sie beinhaltet unterschiedliche Informationsmaterialien, z. B. Flyer, Karten und Videos. Die Sammlung wurde gemeinsam mit Fachkräften, Multiplikatoren, Stakeholdern sowie möglichen Nutzenden aus Wien

entwickelt und richtet sich an alle Personen, die mit Migrierten arbeiten (=Multiplikatoren). Sie soll den Multiplikatoren als Unterstützung dienen, um Bewusstsein für das spezifische Risiko von Migrantinnen und Migranten bei Hitze zu schaffen sowie deren Umgang mit sommerlicher Hitze verbessern. Die Materialien sind teilweise auch in türkischer Sprache erhältlich.

https://pausebitte.boku.ac.at/stophot/?page_id=34 aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Leitfaden Hitzemaßnahmenplan für medizinische und pflegerische Einrichtungen

Der Leitfaden der Landessanitätsdirektion Wien richtet sich an die Leitung von Betreuungseinrichtungen für besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen und die Verantwortlichen für Arbeitsschutz. Flexibel gehaltene Maßnahmen-Empfehlungen (Checklisten) sollen die Organisationen dabei unterstützen, eigene, für die jeweiligen Rahmenbedingungen geeignete Hitzemaßnahmenpläne zu entwickeln und zu etablieren. Der Leitfaden berücksichtigt internationale Empfehlungen der WHO (Heat Health Action Plans) aber auch Erfahrungen aus Wien.

LANDESSANITÄTSDIREKTION WIEN (2018): <https://www.wien.gv.at/gesundheit/sandirektion/leitfaden-hitzemassnahmen.html> aufgerufen am 28.07.2021

Bund/Länder-Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen

Die Bund/Länder-Handlungsempfehlungen basieren auf den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zur Implementierung von Hitzeaktionsplänen, die den Handlungsbedarf formulieren und Vorschläge dazu machen, auf welcher administrativen Ebene und von welcher Stelle welche Maßnahmen unter Berücksichtigung von Regionalspezifika umgesetzt werden sollen.

MÜCKE & STRAFF (2018): <https://difu.de/publikationen/2018/klimaschutz-gesundheit.html> aufgerufen am 28.07.2021

Bericht Klimawandel und Gesundheit

Der Bericht wurde vom Robert-Koch-Institut (RKI) in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA) erstellt und beschreibt die Ausgangslage und Herausforderungen und formuliert Handlungsziele sowie -erfordernisse für sechs Handlungsfelder im Bereich Gesundheit und Klimaauswirkungen.

RKI & UBA (2013): [Klimawandel und Gesundheit – \(rki.de\)](https://www.rki.de) aufgerufen am 28.07.2021

Vektorbasierte Krankheiten in Zeiten des Klimawandels (Vector-borne Infectious Diseases in Climate Change Investigations - VICCI)

Informationen zum Forschungsprojekt des LGL unter: https://www.lgl.bayern.de/forschung/forschung_interdisziplinaer/fp_vicci_ergebnisse.htm aufgerufen am 28.07.2021

Hitzemaßnahmenplan für stationäre Einrichtungen der Altenpflege

Die Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) veröffentlichte einen „Hitzemaßnahmenplan für stationäre Einrichtungen der Altenpflege – Empfehlungen aus der Praxis für die Praxis“, Kopiervorlagen als PDF-Dateien sowie eine Einführungs-/Hitzeschulung als PowerPoint-Datei.

<http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Bildungsmodule-Aerzte/de/bildungsmodule-plan/hitzemassnahmenplan/index.html> aufgerufen am 28.07.2021

2.8 KATASTROPHENSCHUTZ

In den vergangenen 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 (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2016) werden gleichsam auch die mit deren Bewältigung betrauten Behörden, Stellen und Einsatzorganisationen immer stärker und häufiger gefordert (Tab. 12).

Tab. 12:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Katastrophenschutz“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	Hitzestress: <ul style="list-style-type: none"> – Belastung von Bevölkerung und kritischer Infrastruktur – Größere Nachfrage nach Einsatzkräften des Bevölkerungs- und Katastrophenschutzes – Umgang mit Belastungsspitzen
Großflächige und lokale Starkniederschläge	Sturzfluten und Hochwasser: <ul style="list-style-type: none"> – Schäden an Verkehrsinfrastruktur, Gebäuden und Versorgungssystemen – Belastung kritischer Infrastruktur – Größere Nachfrage nach Einsatzkräften des Bevölkerungs- und Katastrophenschutzes – Umgang mit Belastungsspitzen
Stürme	<ul style="list-style-type: none"> – Schäden an Verkehrsinfrastruktur, Gebäuden und Versorgungssystemen – Belastung von Bevölkerung und kritischer Infrastruktur – Größere Nachfrage nach Einsatzkräften des Bevölkerungs- und Katastrophenschutzes – Umgang mit Belastungsspitzen

Werkzeuge

Es ergeben sich Überschneidungen zu „2.6 Bodenschutz und Georisiken“; die dort vorgestellten Werkzeuge können ebenfalls relevant sein.



App umweltinfo

Mit dieser App kann das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Bayerns Bevölkerung warnen, wenn Natur- oder Umweltgefahren in Form von Hochwasser, Unwetter, Lawinen oder Überschreitung der Ozon-Grenzwerte eintreten. Gleichzeitig können sie sich über ihre aktuelle Umweltsituation informieren.

<https://www.stmuv.bayern.de/service/mobil/umweltinfo.htm> aufgerufen am 28.07.2021

WarnWetter-App

Die App des Deutschen Wetterdienstes übermittelt amtliche Warnungen zur Warnsituation vor Ort einschließlich Informationen zur Entwicklung der Warnlage hinsichtlich der Hochwasserlage, der Lawinengefahr, Unwetter, der Hitze- sowie UV-Belastung. Zielgruppen der App des DWD sind die gesamte Bevölkerung Deutschlands, aber auch spezialisierte Nutzer wie Einsatzkräfte der Katastrophenhilfe. Die App ist unter dem Stichwort ‚WarnWetter‘ in den Stores von Google und Apple abrufbar.

NINA – Notfall-Informations- und Nachrichten-App

NINA ist ein vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) zur Verfügung gestellter App-Warnservice über bevorstehende oder bereits existente Katastrophen oder Gefahrenlagen wie beispielsweise Großbrände oder Gefahrstoffe. Des Weiteren sind standortbezogene Warnmeldungen verfügbar, etwa über Hochwasserstände oder regionale Unwetter, die der Deutsche Wetterdienst meldet.

https://www.bbk.bund.de/DE/NINA/Warn-App_NINA_node.html aufgerufen am 28.07.2021

KATWARN

KATWARN ist ein kostenloser Informationsdienst zur Übermittlung von Gefahren- und Katastrophenwarnungen einschließlich Handlungsempfehlungen. KATWARN meldet ausschließlich offizielle Warninformationen zuständiger Behörden, Einrichtungen und Leitstellen. Der Service wurde vom Fraunhofer FOKUS im Auftrag öffentlicher Versicherer entwickelt und steht als SMS, E-Mail oder App zur Verfügung. <https://www.katwarn.de> aufgerufen am 28.07.2021

Wissensplattform „Erde und Umwelt“:

Acht Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft vermitteln Wissen zu Naturgefahren und Klimawandel. <https://www.eskp.de/> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Empfehlungen bei Unwetter – Baulicher Bevölkerungsschutz

Die Broschüre des BBK bietet Hinweise zu den baulichen Vorsorgemaßnahmen und Empfehlungen zum Schutz bei starkem Gewitter, Hangrutschen, Hagel, Starkregen und Sturzfluten, Hochwasser sowie extremem Schneefall.

BBK (2015b): https://www.bbk.bund.de/DE/Ratgeber/Handeln_in_Katastrophen/Unwetter/unwetter_node.html aufgerufen am 28.07.2021

2.9 STÄDTEBAU UND 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. Die Folgen können vor allem negative Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen sein, aber auch die Belastung der kommunalen Haushalte durch zunehmenden Pflege- und Reparaturbedarf der städtischen Infrastruktur (Tab. 13).

Tab. 13:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Städtebau und Bauleitplanung“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<p>+ Rückgang des Heizenergiebedarfes</p> <p>Längere Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erhöhter Wasser- und Pflegebedarf in Frei- und Grünräumen – Ausbreitung wärmeliebender Pflanzen- und Tierarten – Veränderte Ansprüche an Stadtbäume <p>Hitzestress:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Steigender Kühlenergiebedarf – Zunahme der Ozonbelastung – Verstärkung des Wärmeinseleffekts in Städten – Steigender Bedarf an Trink- und Brauchwasser sowie Beschattung
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schäden an Verkehrsinfrastruktur, Gebäuden und Versorgungssystemen – Überlastung von Gebäude- und siedlungsbezogenen Regenentwässerungs- sowie Abwasserentsorgungssystemen – Steigendes Risiko für urbane Sturzfluten in stark versiegelten Bereichen – Gefährdung von Siedlungsgebieten – Zunahme von Raumnutzungskonflikten (Raumbedarf für Hochwasserschutz vs. räumliche Entwicklungsmöglichkeiten/Immobilienwirtschaft)
Trockenheit	<ul style="list-style-type: none"> – Erhöhter Bewässerungsbedarf von Grünflächen – Ersatzpflanzungen infolge von Trockenheitsschäden – Unzureichende Spülung der Kanalisation kann zu Geruchsbelästigung führen
Stürme	<ul style="list-style-type: none"> – Schäden an Verkehrsinfrastruktur, Gebäuden und Versorgungssystemen

Werkzeuge

Es ergeben sich Überschneidungen zu „3.2 Maßnahmen formulieren“ und „4.2 Hindernisse und Erfolgsfaktoren“; die dort vorgestellten Werkzeuge können ebenfalls relevant sein.



Klimacheck für kleine Kommunen

Der Klimacheck ist ein interaktives PDF-Tool für Gemeinden, um die konkrete Betroffenheit gegenüber den Folgen des Klimawandels sowie den jeweiligen Anpassungsbedarf zu ermitteln. Das Tool wurde vor allem für kleine und mittlere Gemeinden in Bayern im Rahmen des EU-Projekts C3-Alps konzipiert und entstand aus einer Kooperation des Bayerischen Umweltministeriums und der Hochschule für angewandte Wissenschaften München, Fakultät für Tourismus.

<https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/kommunal/klimacheck.htm> aufgerufen am 28.07.2021

Klimafunktionskarten

Klimafunktionskarten sind Fachpläne für die Belange des Stadtklimas und eine wichtige Grundlage für die gesamtstädtische räumliche Entwicklung. Die Karten bilden eine Abwägungsgrundlage für die bauliche Entwicklung und für eine Weiterentwicklung klimawirksamer Freiflächen und Siedlungsstrukturen. Sie geben Auskunft zu den stadtklimatischen Verhältnissen auf der Maßstabsebene des Flächennutzungsplans. Die Landeshauptstadt München beispielsweise hat Karten zu den thermischen Verhältnissen in der Stadt sowie zum Kaltluftströmungsfeld und den bioklimatischen Bedingungen erstellen lassen (Abb. 14).

<https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Stadtklima/Stadtklimaanalyse.html> aufgerufen am 28.07.2021

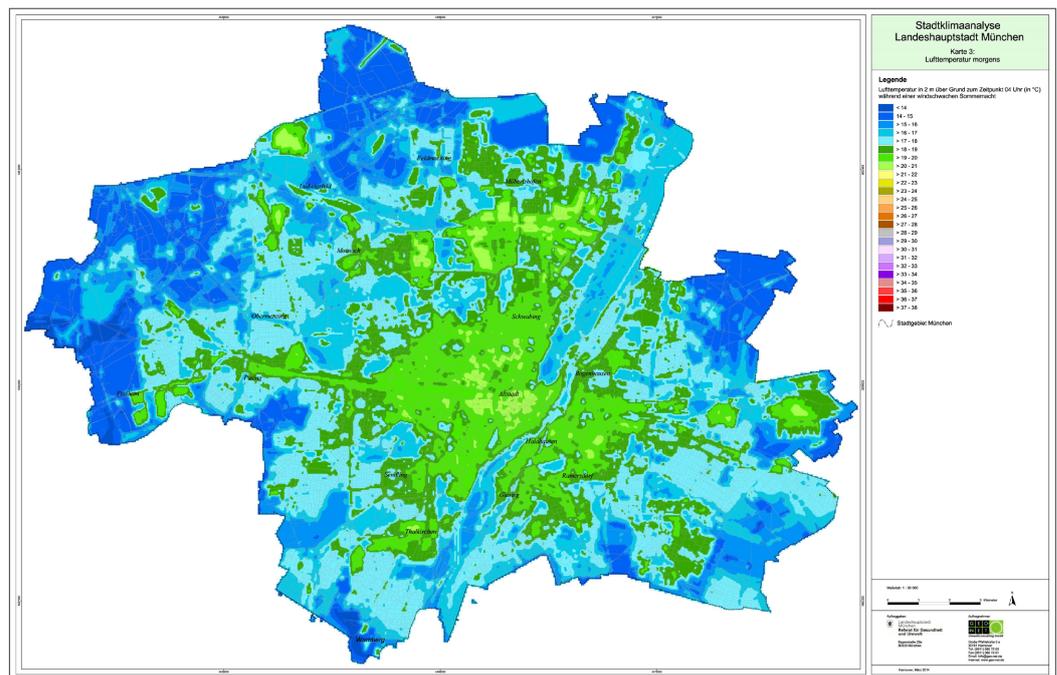


Abb. 14:
Klimafunktionskarte Landeshauptstadt München

Flächenmanagement-Datenbank

Die Datenbank wurde in einem Modellprojekt des Bayerischen Landesamts für Umwelt in Zusammenarbeit mit mehreren Kommunen im Freistaat entwickelt. Sie dient der Erfassung und Verwaltung von Flächen, die potenziell neu bebaut werden können (Baulücken, Brachflächen, Leerstände etc.). Zudem können mit dem Werkzeug Fragebögen per Serienbrief an die Eigentümerinnen und Eigentümer versendet und die Rückmeldungen ausgewertet sowie Flächen-Steckbriefe für Immobilienbörsen erstellt werden. Die Datenbank ist auch als Tool zur Berechnung des künftigen Bedarfes an Wohnbauland in der eigenen Kommune konzipiert.

<https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/flaechenmanagement/fmdb/index.htm> aufgerufen am 28.07.2021

„Heat resilient cities“

Welche Vorteile bringt ein Park bei der Klimaanpassung? Ist Wasser oder Begrünung an dieser Stelle sinnvoll? Bei der Klimaanpassung in Städten stehen Entscheidungsträgerinnen und -träger immer wieder vor besonderen Fragen. Das auf Excel basierende Tool „Heat Resilient Cities“ bietet für solche Fälle eine erste Entscheidungshilfe. Mit der Tabelle lassen sich der Nutzen und die Vorteile einzelner Maßnahmen in einer Stadt berechnen. So können die Maßnahmen für die ganze Stadt verglichen werden, um zu priorisieren und die effektivsten zuerst umzusetzen. „Heat Resilient Cities“ wurde zusammen mit dem Klimanetzwerk „C40 Cities“ entwickelt und bereits in der Praxis getestet.

<https://ghin.org/resources/heat-resilient-cities-benefits-tool/> aufgerufen am 28.07.2021

Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen

Um Kommunen einen Überblick zu verschaffen, welche Themen wichtig für eine klimaangepasste Planung sind, hat das Hessische Landesamt für Natur, Umwelt und Geologie eine interaktive Checkliste entworfen. Mit dieser können Planungen oder Wettbewerbe für neue Quartiere sowohl strukturiert als auch reflektiert werden.

Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen | HLNUG aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Es ergeben sich Überschneidungen zu „3.2 Maßnahmen formulieren“; die dort vorgestellten weiterführenden Informationen können ebenfalls relevant sein.

StadtKlima – Kommunale Strategien und Potentiale zum Klimawandel

Im ExWoSt-Forschungsschwerpunkt „StadtKlima – Kommunale Strategien und Potentiale“ aus dem Forschungsfeld „Urbane Strategien zum Klimawandel (KlimaExWoSt)“ wurden neun Modellprojekte zum Umgang mit dem Klimawandel durchgeführt. In diesem Kontext wurde zur Unterstützung von Kommunen auch ein planungsorientierter Leitfaden (der sog. „StadtKlimalotse“) entwickelt.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/projektkatalog/stadtklima-kommunale-strategien-potentiale> aufgerufen am 28.07.2021

Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung – Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten

Ergebnisbericht der fallstudiengestützten Expertise „Klimaanpassungsstrategien zur Überflutungsvorsorge verschiedener Siedlungstypen als kommunale Gemeinschaftsaufgabe“

(BBR 2015): https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2015/DL_UeberflutungHitzeVorsorge.pdf?__blob=publicationFile&v=3

aufgerufen am 28.07.2021

Vorsorge gegen Starkregeneignisse und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung – Analyse des Standes der Starkregenvorsorge in Deutschland und Ableitung zukünftigen Handlungsbedarfs

(KIND ET AL. 2019): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vorsorge-gegen-starkregeneignisse-massnahmen-zur> aufgerufen am 28.07.2021

Wassersensible Siedlungsentwicklung in Bayern – Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern

Der vorliegende Leitfaden zeigt Lösungsansätze auf, wie eine blau-grüne Infrastruktur, die eine bessere Anpassung an die Folgen des Klimawandels ermöglicht, in Siedlungsbereichen umgesetzt werden kann.

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_wasser_018.htm aufgerufen am 28.07.2021

Arbeitshilfe Hochwasser- und Starkregenrisiken in der Bauleitplanung, eine pragmatische Anleitung für Kommunen und deren Planer

https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/hochwasser/doc/arbeitshilfe_kommunen_hochwasser-starkregenrisiken_bauleitplanung_ba.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Werkzeugkasten Artenvielfalt - Leitfaden für mehr Grün an öffentlichen Gebäuden

Die Broschüre gibt einen Überblick über Maßnahmen, die Artenvielfalt an Gebäuden und Freianlagen zu steigern.

<https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/03500267.htm> aufgerufen am 28.07.2021

Handbuch Grüne Wände

Gebäudebegrünung heißt nicht nur Gründach, sondern auch Grüne Wände. Zu deren Vorteilen, Varianten und möglichen Pflanzenarten informiert die Hamburger Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft in ihrem neuen Handbuch – Grüne Wände.

<https://www.hamburg.de/contentblob/13871400/fab9561696501bf6902c7c48e86477d1/data/d-fassadenguide.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

2.10 BAUWESEN

Die Klimasensitivität von Gebäuden ergibt sich durch äußere Einflüsse wie Stürme oder Blitze sowie durch 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 (Tab. 14).

Tab. 14:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Bauwesen“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	+ Abnehmender Heizbedarf Hitzestress: – Steigender Kühlbedarf von Gebäuden und Freiräumen – Beeinträchtigung des Innenraumklimas mit negativen Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden
Großflächige und lokale Starkniederschläge	Sturzfluten und Hochwasser: – Höhere Grundwasserneubildung und steigende Grundwasserstände erhöhen die Gefahr der Vernässung von Bauwerken – Rückstauendes Grundwasser kann Schäden an unterirdischen Gebäudeteilen wie Keller oder Parkhäusern verursachen – Sonstige Schäden an Gebäuden und Bausubstanz – Gefährdung der Bewohnerinnen und Bewohner
Trockenheit	– Einschränkung der Standsicherheit von Bauwerken durch das Trockenfallen setzungsempfindlicher Schichten im Untergrund
Stürme	– Erhöhte Wind- und Schneelasten, Stürme, Hagel oder Blitze können die Standsicherheit, Dachstabilität oder die Gebäudehülle beeinträchtigen – Gefährdung der Bewohnerinnen und Bewohner

Hotspots

- Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades sind insbesondere Verdichtungszentren von Gebäudeaufheizung betroffen. Zudem wird sich die Betroffenheit bei steigender Bevölkerung weiter erhöhen.
- Wohnlagen in Flussnähe und Gebiete mit niedrigem Grundwasserpegel.

Werkzeuge



Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

- **Potenzielle Schäden an Gebäuden durch Flusshochwasser (BA-1-2017)**
Die Klimawirkung beschreibt potenzielle Schäden an Gebäuden durch Flusshochwasser, indem potenzielle Überschwemmungsflächen mit Siedlungsflächen verschnitten werden.
- **Potenzielle Schäden an Gebäuden durch Sturzfluten (BA-2-2017)**
Die Klimawirkung beschreibt Schäden an Gebäuden durch Sturzfluten infolge von Starkregereignissen in Verbindung mit einer starken Geländeneigung.
- **Potenzielle Gebäudeaufheizung in städtischen Wärmeinseln (BA-3-2017)**
Zur Darstellung der Klimawirkung wurde die Anzahl der Heißen Tage und Tropennächte mit dem Wärmeineffekt-Potenzial verschnitten, welches von der urbanen Dichte (Bevölkerungszahl und Versiegelungsgrad) beeinflusst wird.
- **Potenzielle Gebäudeaufheizung in hitzeempfindlichen Einrichtungen (BA-4-2017)**
Die Karte zeigt den Verschnitt der Anzahl der Heißen Tage und Tropennächte mit der Anzahl an Bewohnerinnen und Bewohnern sowie anderer Nutzerinnen und Nutzern sozialer Einrichtungen sowie das Wärmeineffekt-Potenzial.

Ortsgenaue Testreferenzjahre (TRY) von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse

Testreferenzjahre für Zwecke der thermischen Gebäudesimulation werden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) seit 1986 bereitgestellt. Testreferenzjahre (TRY) sind Datensätze, die für jede Stunde eines Jahres verschiedene meteorologische Daten enthalten. Sie repräsentieren einen für das Jahr typischen Witterungsverlauf an einem Ort. Die Daten liegen fortan für jeden Quadratkilometer des Bundesgebiets vor. Damit können Planerinnen und Planer und Ingenieurinnen und Ingenieure Innenraumtemperaturen von Gebäuden und deren Energieverbrauch besser berechnen sowie die Heiz-, Klimatisierungs- und Lüftungstechnik optimal auf das lokale Klima abstimmen. Um auch bei langer Nutzungsdauer eine nachhaltige Planung der Gebäudehülle und der technischen Anlagen zu ermöglichen, wurden auf Basis von zwölf regionalen Klimamodellen zusätzlich Testreferenzjahre für den Zeitraum 2031 bis 2060 entwickelt.

<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2013/testreferenzjahre/01-start.html> aufgerufen am 28.07.2021

ImmoRisk

ImmoRisk ist ein Analysetool zur Risikoabschätzung der zukünftigen Klimafolgen in der Immobilien- und Wohnungswirtschaft. Das Werkzeug wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) herausgegeben.

https://www.klimastadtraum.de/DE/Arbeitshilfen/ImmoRiskWerkzeug/immoriskwerkzeug_node.html aufgerufen am 28.07.2021

Hochwasserpass

Das Dokument wurde vom Hochwasser Kompetenz Centrum e.V. konzipiert, ein Zusammenschluss der RWTH Aachen und anderer universitärer Einrichtungen mit privatwirtschaftlichen Akteuren und Kommunalversorgungsverbänden. Es dient der Standortanalyse und Bewertung von bestehenden oder geplanten Privat- und Gewerbeimmobilien in hochwassergefährdeten Gebieten. Neben einer Risikoeinschätzung erhalten Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer Tipps, welche Maßnahmen sie zur Vorsorge ergreifen können.

<https://www.hochwasser-pass.com/> aufgerufen am 28.07.2021

Informationen und Online-Tool zur naturnahen Regenwasserbewirtschaftung

Die Website stellt Möglichkeiten vor, auf dem eigenen Grundstück das Wasser naturnah zu bewirtschaften und dabei eine naturnahe Wasserbilanz zu erreichen. Damit sollen die Bodenversiegelung und der Flächenverbrauch und somit die Überflutungsgefahr infolge von Starkregenereignissen eingedämmt werden. Mit einem Online-Tool („FReWaB“) kann die lokale Wasserbilanz für ein Grundstück ermittelt werden. Zusätzlich zum Ist-Zustand können verschiedene Varianten mit Regenwasserbewirtschaftungs-Maßnahmen simuliert werden. Das Modell ist anhand der Klimadaten von Freiburg i. Br. parametrisiert, sodass die ermittelten Wasserbilanzen für Grundstücke außerhalb des Stadtgebietes von Freiburg nur relativ zueinander betrachtet werden können. Die Werkzeuge wurden von der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. herausgegeben.

<http://www.naturnahe-regenwasserbewirtschaftung.info/> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Handlungsempfehlungen zur Energieeffizienz in der Bauleitplanung

Die Handlungsempfehlungen zur Gestaltung einer energieeffizienten Bebauung durch die Festsetzungen der Bauleitplanung wurden vom Energiewende Landkreis Starnberg e.V. und dem Landratsamt Starnberg zusammengestellt. Obwohl sich die Handlungsempfehlungen explizit auf den Klimaschutz beziehen, lassen sich viele Synergien mit der Klimaanpassung feststellen (z. B. bei der Dachbegrünung, der Wärmeisolation oder der Sicherung von Frischluftschneisen).

ENERGIEWENDE LANDKREIS STARNBERG E.V. (2015): https://www.lk-starnberg.de/media/custom/613_25184_1.PDF?1432208486 aufgerufen am 28.07.2021

Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen

Die Broschüre des Deutschen Instituts für Urbanistik liefert Anregungen für die Standortanalyse und vor allem zu konkreten baulichen Maßnahmen gegen eindringendes Wasser, zum Schutz vor Hitze und gegen Sturmschäden. Darüber hinaus greift der Praxisratgeber mögliche Synergien, aber auch Konflikte mit anderen Themen auf – beispielsweise Klimaschutz und Barrierefreiheit – und gibt Anregungen zu Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten.

DIFU (2017): https://difu.de/sites/difu.de/files/archiv/publikationen/reihen/praxisratgeber-klima-bauen_flyer.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Broschüre zum klimagerechten Planen und Bauen im Handwerk

Der Leitfaden stellt betriebswirtschaftlichen und technischen Beraterinnen und Beratern der Handwerksorganisationen Informationen über den Klimawandel, seine Auswirkungen in Deutschland und seine Chancen und Risiken für das Bauhandwerk zur Verfügung. Die Informationen werden von der Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main bereitgestellt.

HANDWERKSKAMMER FRANKFURT-RHEIN-MAIN: [Projekt Klaro - Klimarobustes Bauen | Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main \(hwk-rhein-main.de\)](#) aufgerufen am 28.07.2021

2.11 STRASSENBAU UND VERKEHR

Im Zuge des Klimawandels sind für das Handlungsfeld „Straßenbau und Verkehr“ insbesondere Starkregenereignisse, Stürme, Frost, Hitze und sich ändernde Wasserstände der Gewässer von Bedeutung (Tab. 15). 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 (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2016). Dies gilt vor allem für das übergeordnete Wegenetz (Autobahnen, Fernzugverbindungen etc.). Im regionalen und lokalen Wegenetz (ÖPNV, Land-, Kreis-, Gemeindestraßen) dagegen kann die Belastung aufgrund des demographischen Wandels in Zukunft abnehmen.

Tab. 15:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Straßenbau und Verkehr“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	+ Einsparungen beim Winterdienst Frost-Tau-Wechsel: + Abnahme von Frostschäden sowohl am Unterbau als auch an der Straßenoberfläche Hitzestress: – Beeinträchtigung von Fahrerinnen und Fahrern sowie Fahrgästen durch hohe Temperaturen – Steigender Kühlbedarf im Verkehrswesen – Materialermüdung und Materialschäden an der Infrastruktur (Aufweichen asphaltierter Straßen, Verformung von Gleisen, Spurrillen und Beeinträchtigung der Brückenstabilität) – Erhöhtes Ausfallrisiko von elektronischen Anlagen – Brandgefahr der an Verkehrswegen angrenzenden Vegetation und damit verbundene Streckensperrungen
Großflächige und lokale Starkniederschläge	Sturzfluten und Hochwasser: – Schäden an Verkehrsinfrastruktur – Höhere Kosten für Entwässerungs- und Schutzvorrichtungen gegen Hochwasser – Behinderungen, Umleitungen, Ausfälle oder Streckensperrungen – Überlastung von Drainagesystemen – Flutung von Unterführungen
Trockenheit	– Binnenschifffahrt: Schäden an den Kanälen und Hafenbecken, Transportausfälle und hohe Instandhaltungskosten aufgrund von Niedrigwasser
Extremereignisse	– Beeinträchtigung des Verkehrs bei Sturm, Eis, Gewitter, Hagel oder Schneefall – Behinderungen, Umleitungen, Ausfälle oder Streckensperrungen

Hotspots

- Gegenwärtig ist die Verkehrsinfrastruktur Bayerns von hitzebedingten Schäden etwa landesweit gleich stark betroffen. Mit steigenden Temperaturen wird in Zukunft eine hohe Betroffenheit der Straßenverkehrsinfrastruktur durch Hitzeschäden insbesondere für Nürnberg und München sowie die Landkreise Freising und Erding erwartet (LFU 2018b).
- In den Landkreisen an den Flüssen Main und Donau können vergleichsweise hohe Schäden an der Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser auftreten (LFU 2018b).



Werkzeuge

Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

- Potenzielle hitzebedingte Schäden an Verkehrsinfrastruktur (VE-1-2017)
Zur Darstellung der Klimawirkung wurde die Anzahl der Heißen Tagen den Verkehrsinfrastrukturflächen gegenübergestellt.
- Potenzielle frostbedingte Schäden an Verkehrsinfrastruktur (VE-2-2017)
Die Karte zeigt die Verknüpfung der Anzahl der Tage mit Wechselfrost mit den Verkehrsinfrastrukturflächen.
- Potenzielle Schäden an Verkehrsinfrastruktur durch Flusshochwasser (VE-3-2017)
Zur Darstellung der Klimawirkung wurden die potenziellen Überschwemmungsflächen mit den Verkehrsinfrastrukturflächen verschnitten.
- Potenzielle Schäden an Verkehrsinfrastruktur durch Sturzfluten (VE-4-2017)
Die Klimawirkung beschreibt die potenziellen Schäden an Verkehrsinfrastruktur durch Sturzfluten infolge von Starkregenereignissen in Verbindung mit einer starken Geländeneigung.

Risikoabschätzung für den Schienengüterverkehr am Beispiel Flusshochwasser

Die Analyse des BBSR untersucht, inwieweit Flusshochwasser infrastrukturelle Knotenpunkte in Deutschland stark gefährden kann und erwägt potenzielle Schwachstellen der öffentlichen Verkehrssysteme. Die Abschätzung zeigt, dass künftig Flusshochwässer (wie schon heute) in einigen verkehrlich sehr bedeutsamen Teilräumen Deutschlands zu großen Beeinträchtigungen des Schienengüterverkehrs führen können.

SCHÖNFELDER ET AL. (2018): <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2018/risiko-sgv-flusshochwasser.html> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Leitfaden „Folgen des Klimawandels. Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen“

Beispielhaft wurden vom Bayerischen Umweltministerium Strategien für die drei Branchen Verkehr, Tourismus und Energieversorgung aufgezeigt, wie die Wirtschaft den Herausforderungen des Klimawandels aktiv begegnen und gestärkt aus dem Prozess der Umweltveränderungen hervorgehen kann.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2012): <https://www.ihk-niederbayern.de/blueprint/servlet/resource/blob/3627414/9b3044fe158d0f5259086de3aab5d039/broschuere-folgen-des-klimawandels-01-data.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

AdSVIS: Adaptation der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel

AdSVIS ist Teil einer Roadmap der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) die zum Ziel hat, bis 2030 alle Hauptverbindungen der Straßenverkehrsinfrastruktur in Deutschland den Auswirkungen des Klimawandels gegenüber widerstandsfähig zu machen. Um das zu erreichen, werden in den 15 Teilprojekten von AdSVIS relevante Auswirkungen des Klimawandels identifiziert, die Verwundbarkeit einzelner Objekte der Straßenverkehrsinfrastruktur bewertet und Anpassungsmaßnahmen entwickelt.

BASt 2017 - Homepage - Klimawandel und Straßenverkehrsinfrastruktur aufgerufen am 28.07.2021

BMVI- Expertennetzwerk

Unter dem Leitmotiv „Wissen – Können – Handeln“ haben sich sieben Ressortforschungseinrichtungen und Fachbehörden des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur

(BMVI) 2016 zu einem Netzwerk zusammengeschlossen. Ziel ist es, drängende Verkehrsfragen der Zukunft durch Innovationen in den Bereichen Klimaanpassung, Umweltschutz und Risikomanagement aufzugreifen. Das Expertennetzwerk ist das Nachfolgeprojekt der Behördenkooperation „KLIWAS“ (Klima Wasser Schifffahrt).

https://www.kliwas.de/KLIWAS/DE/Home/homepage_node.html aufgerufen am 28.07.2021

https://www.bmvi-expertennetzwerk.de/DE/Home/home_node.html aufgerufen am 28.07.2021

RIMAROCC - Risk Management For Roads In A Changing Climate

Das Handbuch wurde als Ergebnis des gemeinsamen Forschungsprojektes „ERA-NET ROAD“ von 11 nationalen europäischen Verkehrsinfrastrukturbehörden 2010 erstellt. Es bietet eine einheitliche Methode auf europäischer Ebene zur Risikoanalyse und -management bezüglich des Klimawandels im Straßenverkehrssektor. Diese soll die Entscheidungsfindung im Rahmen der Klimaanpassung der Straßeninfrastruktur unterstützen. Das Handbuch gibt Hinweise auf kritische Klimafaktoren für die Straßeninfrastruktur und beschreibt eine mögliche, strukturierte Vorgehensweise zur Bewertung von Risiken und Anpassungsstrategien in Abhängigkeit von spezifischen Rahmenbedingungen und Anforderungen. Die Anwendung der Methode wird anhand beispielhafter Fallstudien illustriert.

ERA-NET ROAD (2010): <https://www.cedr.eu/rimarocc-project-results> aufgerufen am 28.07.2021

2.12 ENERGIEWIRTSCHAFT

Die Energiewirtschaft ist einerseits ein wichtiges Handlungsfeld für einen erfolgreichen Klimaschutz und andererseits selbst in all ihren Bereichen den Auswirkungen klimatischer Änderungen ausgesetzt (Tab. 16). 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 kurzweilliger 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.

Tab. 16:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Energiewirtschaft“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	+ Abnahme des Heizenergiebedarfes Hitze: – Zunahme des Kühlenergiebedarfes – Kühlwasserversorgungsengpässe durch Überschreitung von Wassertemperatur-Grenzwerten – Beeinträchtigung von Kühlprozessen – Wärmebelastungen von Maschinen können Produktionsprozesse einschränken – Senkung der Leistung von PV-Anlagen
Großflächige und lokale Starkniederschläge	Sturzfluten und Hochwasser: – Freispülen von Kabeltrassen, das Unterspülen von Mastfundamenten und das Beschädigen von Masten bergen Ausfallrisiken der Versorgung – Gefahrenstoffe können in die Umwelt gelangen – Schäden an Wasserkraftanlagen und dazugehörigen baulichen Anlagen (Fischlauf-/abstiegsanlagen, Umgehungsgerinne, Querbauwerke) – Reduzierung/Ausfall der Stromerzeugung durch Wasserkraftanlagen (dadurch ggf. auch Auswirkungen auf Netzstabilität)
Trockenheit	– Einschränkung der Wassernutzung (Energiegewinnung, Kühlung) – Auswirkung auf Biomasseerträge – Ausfall der Stromerzeugung durch Wasserkraft

Hotspots

- Der größte Heizenergiebedarf konzentriert sich in den Verdichtungsräumen wie München.
- In Zukunft kann jedoch trotz eines steigenden Siedlungsflächenzuwachses und steigenden Bevölkerungszahlen im Großteil Bayerns von einer Abnahme des Heizenergiebedarfs ausgegangen werden.
- Eine Zunahme des Kühlenergiebedarfes ist in Bayern flächendeckend, insbesondere jedoch im Süden, zu erwarten.



Werkzeuge

Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

- Potenzieller Heizenergiebedarf (EW-1-2017)
Die Klimawirkung wird durch die Verknüpfung von Siedlungsfläche und Bevölkerungsdichte mit den Heiztagen abgebildet.
- Potenzieller Kühlenergiebedarf anhand der Kühlgradtage (EW-2-2017)
Die Karte zeigt die Anzahl der Kühlgradtage normalisiert auf Kreisebene und deren Veränderung in der nahen Zukunft.
- Potenzielle Schäden an Kraftwerken durch Flusshochwasser (EW-3-2017)
Die Karte zeigt die Kraftwerkstandorte, die sich innerhalb von Überschwemmungsflächen (HQ100) befinden.

Energie-Atlas Bayern

Der Energie-Atlas Bayern ist das zentrale kostenlose Energie-Portal der Bayerischen Staatsregierung. Er bietet Informationen, Planungsinstrumente und Entscheidungshilfen zur Umsetzung der Energiewende für die Bevölkerung, Kommunen und Unternehmen. Dazu gehören eine Übersicht über mehr als 500.000 Erneuerbare-Energien-Anlagen in Bayern, Informationen zu Technologien, Daten und Hilfestellungen zur Energieeffizienz und zum Energiesparen, Karten mit Daten aus ganz Bayern und interaktive Anwendungen, Ideen für Maßnahmen sowie die Möglichkeit zur Vernetzung von Akteuren.

<https://www.energieatlas.bayern.de/index.html> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Leitfaden „Folgen des Klimawandels. Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen“

Beispielhaft wurden in 2012 vom damaligen Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit Strategien für die drei Branchen Verkehr, Tourismus und Energieversorgung aufgezeigt, wie die Wirtschaft den Herausforderungen des Klimawandels aktiv begegnen und gestärkt aus dem Prozess der Umweltveränderungen hervorgehen kann.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2012): <https://www.ihk-niederbayern.de/blueprint/servlet/resource/blob/3627414/9b3044fe158d0f5259086de3aab5d039/broschuere-folgen-des-klimawandels-01-data.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

2.13 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 (Tab. 17). Darüber hinaus beeinflussen die Klimawirkungen in vom Klimawandel betroffenen Drittländern (z. B. Indien, Südafrika) den Außenhandel.

Tab. 17:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Industrie und Gewerbe“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<ul style="list-style-type: none"> + Senkung der Heizkosten durch steigende Temperaturen (Verbesserung der betrieblichen Energiebilanz) <p>Hitze:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Funktionsstörungen hitzeempfindlicher Maschinen sowie Lagerungseinschränkungen bei temperaturanfälligen Produkten – Hitzebelastung und Einschränkungen durch sinkende Leistungsfähigkeit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer an schlecht klimatisierten/ thermisch isolierten Arbeitsplätzen – Steigende Nachfrage nach Energie und höhere Kosten für die Kühlung von Gebäuden infolge zunehmender Temperaturen – Höherer Energieverbrauch für die Kühlung verderblicher Produkte + Erhöhte Nachfrage nach innovativen Technologien zur Gebäudeklimatisierung (z. B. Abwärmenutzung) <p>Erhöhte Wassertemperaturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Kühlwasserversorgungsengpässe durch Überschreitung von Wassertemperatur-Grenzwerten <p>Verlängerte Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Reduzierung der Lieferabstände bei landwirtschaftlichen Produkten durch Erweiterung der regionalen Anbaupotenziale
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<p>Sturzfluten und Hochwasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Versorgungsengpässe bzw. -ausfälle durch Einflüsse auf den Verkehr und auf technische Infrastrukturen der Energie- und Wasserversorgung – Von einzelnen Infrastrukturen (z. B. Kläranlagen, Industrie- und Gewerbeanlagen, die gesundheitsgefährdende Stoffe lagern, Öltanks oder Leitungen, die riskante Stoffe transportieren) kann ein Gefährdungspotenzial für die Gewässerqualität ausgehen
Trockenheit	<p>Niedrigwasser und Trockenperioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wachsender Energiebedarf für Wasseraufbereitung aufgrund veränderter Gewässerqualität und Grundwasserstände – Einschränkungen von Produktionsprozessen bei brauchwasserabhängigen Unternehmensbranchen durch sinkendes Dargebot während Trockenperioden – Kühlwasserversorgungsengpässe + Erhöhte Nachfrage nach innovativen Technologien zur Ressourcen- und Energieeinsparung (z. B. wassersparende Verfahren).
Extremereignisse	<ul style="list-style-type: none"> – Zerstörung bzw. Abnutzung von Vermögensgegenständen durch klimatische Einflüsse – Ausfall bzw. Beeinträchtigung von Produktions-, Liefer- und Arbeitsprozessen (insbesondere bei just-in-time-Prozessen mit geringen Pufferkapazitäten) + Steigender Bedarf an Beratungsdienstleistungen im In- und Ausland (Anpassungsconsulting) und an baulichen Schutzsystemen (z. B. Hochwasserschutz, intelligente Fassaden etc.)

Hotspots

- In den Landkreisen Deggendorf und Günzburg sowie im Regierungsbezirk Unterfranken, gelegen an den Flüssen Donau, Isar und Main, treffen die meisten Überflutungsflächen auf Industrie- und Gewerbeflächen sowie auf Infrastrukturen des Landverkehrs.
- Die potenzielle Überflutungsgefahr von Kläranlagen konzentriert sich in Bayern in Mittel- und Unterfranken im Bereich des Mains und seiner Zuflüsse (insbesondere in den Landkreisen Main-Spessart und Lichtenfels) sowie in den östlichen Landesteilen entlang der Donau.



Werkzeuge

Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

- Lage von Kläranlagen in potenziellen Überschwemmungsflächen von Flüssen (IG-1-2017)
Die Karte zeigt die bei einem 100-jährlichen Hochwasser überschwemmungsgefährdeten Kläranlagenflächen und deren Anteil an der Kreisfläche.
- Lage von Industrie- und Gewerbeflächen in potenziellen Überschwemmungsflächen von Flüssen (IG-2-2017)
Für die Berechnung der Klimawirkung wurden die bei einem 100-jährlichen Hochwasser überschwemmungsgefährdeten Industrie- und Gewerbeflächen und deren Anteil an der Kreisfläche kombiniert.
- Lage von Industrie- und Gewerbeflächen in potenziellen Überflutungsflächen (Sturzfluten) (IG-3-2017)
Die Karte zeigt den Anteil an Industrie- und Gewerbeflächen und des Sturzflutpotenzials in den Landkreisen.
- Potenzielle Schäden an Infrastruktur des Landverkehrs durch Flusshochwasser (IG-4-2017)
Die Karte zeigt die bei einem 100-jährlichen Hochwasser überschwemmungsgefährdeten Landesverkehrsinfrastrukturfläche und deren Anteil an der Kreisfläche. Der Landverkehr spielt in Bezug auf das Handlungsfeld Industrie und Gewerbe eine bedeutende Rolle, denn Schäden an Straßen und Schienen können den Transport von Gütern zeitweise verzögern oder gänzlich verhindern, was zu wirtschaftlichen Schäden durch Produktionsverluste und -ausfälle führen kann (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2016).
- Potenzielle Schäden an Infrastruktur des Landverkehrs durch Sturzfluten (IG-5-2017)
Die Karte zeigt den Anteil der Infrastrukturfläche des Landverkehrs und des Sturzflutpotenzials in den Landkreisen.

Weiterbildungsangebot zum betrieblichen Klimaanpassungsmanager

Das Weiterbildungsangebot ist ein Projekt im Rahmen des Umweltpakts Bayern. Es richtet sich an bayerische Unternehmen, die ihren Betrieb fit für den Klimawandel machen wollen. Sie lernen, wie sie relevante wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel sowie dessen standortspezifischen und regionalen Auswirkungen für Entscheidungsträgerinnen und -träger im Unternehmen verständlich aufbereiten. Zudem wird die Entwicklung individueller Anpassungsmaßnahmen für den eigenen Betrieb unterstützt. Die Details sind in einer kostenfreien Projektbroschüre zusammengefasst.

STMUV (2017a): https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_010.htm aufgerufen am 28.07.2021

Leitfaden Klimarisikomanagement 2050

Der Leitfaden „Klimarisikomanagement 2050 – Betriebliche Klimarisikostrategie Step-by-Step entwickeln“ unterstützt Unternehmen, Ihre individuelle Strategie zur Bewältigung der Klimarisiken zu erstellen und ein vorausschauendes, proaktives und vor allem ganzheitliches Klimarisikomanagement aufzubauen.

<https://www.climate-challenge.de/leitfaden> aufgerufen am 21.07.2021

Adaptus – der Selbstcheck für Unternehmen

ADAPTUS zeigt indikatorbasiert auf, welche Faktoren die Verletzlichkeit eines Unternehmens bestimmen und welche Handlungsprioritäten sich daraus ableiten lassen. Das Werkzeug wurde im Rahmen des BMBF-Projektes „dynaklim“ entwickelt.

<https://www.fona.de/de/dynaklim-bietet-selbst-check-fuer-unternehmen> aufgerufen am 28.07.2021

QuickCheck für Unternehmen

Der Fragebogen dient der Betroffenheitsanalyse für Unternehmen in Bezug auf den Klimawandel und gibt Vorschläge für geeignete Anpassungsmaßnahmen. Der QuickCheck wurde im Rahmen des Forschungsprojektes nordwest2050 von einer privaten Unternehmensberatung in Zusammenarbeit mit der Universität Oldenburg entwickelt.

[eukas \(uni-oldenburg.de\)](http://eukas.uni-oldenburg.de) aufgerufen am 28.07.2021

Gewerbeflächen im Klimawandel – Anfälligkeitscheck und Schadenspotenziale

Der Anfälligkeitscheck wurde zur Einschätzung der Anfälligkeit einer Gewerbefläche gegenüber Extremwetterereignissen und deren Folgen von der RWTH Aachen unter Mitarbeit der regionalen Wirtschaftsförderer, der Energieversorger und des Katastrophenschutzes der StädteRegion Aachen entwickelt.

<http://www1.isb.rwth-aachen.de/klimaix/> aufgerufen am 28.07.2021

KlimaFolgenCheck für Unternehmen

Das interaktive Webportal des Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrums für Klimawandelfolgen bietet standortspezifische Auswertungen zur möglichen zukünftigen Klimaentwicklung auf Grundlage aktueller Klimaprojektionen.

<http://www.kwis-rlp.de/de/anpassungsportal/fuer-unternehmen/klimafolgencheck> aufgerufen am 28.07.2021

GERICS Unternehmensbaukasten

Der Baukasten des Climate Service Center Germany (GERICS) bietet Beratung und prototypische Entwicklung von Klimaanpassungsdiensten für Unternehmen.

https://www.climate-service-center.de/products_and_publications/toolkits/unternehmensbaukasten/index.php.de aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwettern

Die Broschüre zeigt auf, welche Schadenspotenziale Gewerbeflächen gegenüber extremen Wetterereignissen aufweisen und definiert Anfälligkeitskriterien, anhand derer Betriebe ihre eigene Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel einschätzen können. Zusätzlich informiert die Publikation über Vorsorgemaßnahmen und Chancen der Anpassung an Klimafolgen für Unternehmen. Der Leitfaden ist das Ergebnis des Projektes klimAix der StädteRegion Aachen in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen im Rahmen des Forschungsprogramms „ExWoSt – Urbane Strategien zum Klimawandel“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

BENDEN ET AL. (2012): <http://www1.isb.rwth-aachen.de/klimaix/downloads/KlimaixLeitfaden-Download.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

Leitfaden zum Schutz vor Überschwemmungen bei Industrie- und Gewerbeunternehmen

Die Broschüre des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) bietet Informationen zu Schutzmaßnahmen und Gute-Praxis-Beispiele speziell für gewerbliche und industrielle Betriebe. Sie thematisiert den Umgang mit Hochwasser oberirdischer Gewässer infolge von Niederschlag oder Schneeschmelze, Rückstau sowie aufsteigendem Grundwasser bis zur Geländeoberfläche. Schäden durch andere Wassereinwirkungen, z. B. Austreten von Leitungswasser, werden nicht behandelt.

(GDV 2007): <https://shop.vds.de/de/download/71baa0f7625e83e2ed48a051c2043a28/> aufgerufen am 28.07.2021

Fachbroschüre: Wie der Klimawandel den deutschen Außenhandel trifft

Wie der Klimawandel über die internationalen Handelsverflechtungen auf die deutsche Wirtschaft wirkt, wurde bisher kaum untersucht. Im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel untersucht das Umweltbundesamt die Frage, ob und inwiefern die Bundesrepublik den Klimawandel zukünftig vor allem auch über den Außenhandel zu spüren bekommt.

[Wie der Klimawandel den deutschen Außenhandel trifft | Umweltbundesamt](#) aufgerufen am 28.07.2021

2.14 TOURISMUS

Der Anstieg der Lufttemperatur birgt in Bayern sowohl Chancen als auch Risiken für die Tourismusbranche (Tab. 18). Profitieren kann insbesondere der Sommertourismus. Generell besteht der Trend zu einer Saisonverlängerung vom Frühjahr bis in den Herbst, die zu einem Zuwachs an Gästen aus dem Mittelmeerraum und einer Ausbreitung der Urlaubsdestinationen in die höheren Lagen der Mittelgebirge und Alpen führen kann. Auf der anderen Seite sind bereits ein deutlicher Rückgang des Anteils an Schneeniederschlag am Jahresniederschlag und ein Rückgang der Schneesicherheit in den Bayerischen Alpen zu verzeichnen (BAUSCH ET AL. 2016; DWD 2013).

Tab. 18:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Tourismus“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	<ul style="list-style-type: none"> – Rückgang des Skitourismus in Abhängigkeit von der Höhenlage – Gefährdung der Funktion von Wintersportereignissen als regionaler Marketingfaktor + Senkung der Heizkosten durch steigende Temperaturen (Verbesserung der betrieblichen Energiebilanz) + Chancen durch neue Kundengruppen für die Wintermonate, die weniger am Wintersport interessiert sind, sondern mehr an Wellness, Kulinarik oder Kultur + Gästezuwachs, da Bayern durch wärmere Temperaturen noch attraktiver für Sommerurlauber werden könnte <p>Zunehmende Hitze:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gesundheitliche Gefährdung älterer Personen (Herz-Kreislauf-Probleme) – Erhöhter Kühlungsbedarf, vor allem in nicht energetisch sanierten Altbauten. Damit sind neben Installationskosten vor allem höhere Energiekosten verbunden + Verlagerung der Reiseziele von Süden (Mittelmeerraum) in den Norden (Süddeutschland, Alpen) vor allem in den Monaten Juli und August + Verlängerung der Sommersaison lässt ein mehr an Gästen für die Urlaubsregionen erwarten. Neue Möglichkeiten bieten sich vor allem im Wander-, Fahrrad- und Wellness-tourismus <p>Erhöhte Wassertemperaturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verschlechterung der Gewässerqualität kann Badebetrieb negativ beeinflussen + mehr Seen als Badeseen nutzbar (vor allem in den Bergen), die bisher zu kalt zum Baden waren (damit verbunden sind jedoch Beeinträchtigungen der Gewässerqualität zu erwarten, siehe Tab. 6) <p>Verlängerte Vegetationsperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Reduzierung der Lieferabstände bei landwirtschaftlichen Produkten durch Erweiterung der regionalen Anbaupotenziale
Großflächige und lokale Starkniederschläge	<ul style="list-style-type: none"> – Schäden an Gebäuden durch Extremereignisse – Erreichbarkeit von Urlaubsdestinationen gefährdet – Verteuerung der Versicherungspolicen
Trockenheit	<p>Niedrigwasser und Trockenperioden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einbußen für die Flusskreuzschiffahrt – Temporärer Attraktivitätsverlust für Badeseen durch niedrige Wasserstände und verringerte Gewässerqualität, beispielsweise fränkische Seenplatte – Starke Konflikte um Wasserreserven zwischen Kommunen, einzelnen Freizeit Anbietern und Landwirtschaft in touristisch genutzten Regionen



Werkzeuge

Klimawirkungskarten Bayern (LFU 2018b)

- Potenzielle Beeinträchtigung von Tourismus durch Flusshochwasser (TO-1-2017)
Für die Berechnung der Klimawirkung wurden die potenziellen Überschwemmungsflächen bei einem 100-jährlichen Hochwasser mit der Anzahl der Gästeübernachtungen pro Kreis verknüpft.
- Potenzielle Beeinträchtigung von Tourismus durch Sturzfluten (TO-2-2017)
Die Karte kombiniert die Anzahl der Gästeübernachtungen mit dem Sturzflutpotenzial in den Landkreisen. Das Sturzflutpotenzial berücksichtigt die Geländeneigung und die Anzahl der Starkregentage in einem 30-jährigen Zeitraum.
- Potenzielle Beeinträchtigung von Kurtourismus durch Hitze (TO-3-2017)
In der Karte wird die potenzielle Hitzebelastung der Anzahl der Kurorte pro Landkreis gegenübergestellt.

Weiterführende Informationen

Wintertourismus im Klimawandel: Auswirkungen und Anpassungsstrategien

Die Broschüre soll Anstoß sein für effektive Veränderungen des Wintertourismus im Zeichen des Klimawandels und die betroffenen Gemeinden auf ihrem Weg unterstützen. Die Broschüre wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) sowie dem StMUV gefördert und an der Hochschule München erarbeitet.

BAUSCH ET AL. (2016): https://reiseanalyse.de/wp-content/uploads/2019/01/Wintertourismus_Klimawandel_deutsch_v2.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Leitfaden „Folgen des Klimawandels. Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen“

Beispielhaft wurden vom Bayerischen Umweltministerium Strategien für die drei Branchen Verkehr, Tourismus und Energieversorgung aufgezeigt, wie die Wirtschaft den Herausforderungen des Klimawandels aktiv begegnen und gestärkt aus dem Prozess der Umweltveränderungen hervorgehen kann.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2012):
<https://www.ihk-niederbayern.de/blueprint/servlet/resource/blob/3627414/9b3044fe158d0f5259086de3aab5d039/broschuere-folgen-des-klimawandels-01-data.pdf> aufgerufen am 28.07.2021

Tourismus und biologische Vielfalt in Zeiten des Klimawandels

Der Praxisleitfaden liefert beispielhafte Lösungsansätze für eine nachhaltige, klimaangepasste touristische Entwicklung. Die Publikation wurde vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) und der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Br. erstellt.

IÖR & PROFESSUR FÜR LANDESPFLEGE DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG (2014): https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/sportundtourismus/Leitfaden_IOER_barrierefrei.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Touristischer Handlungsleitfaden Klimawandel

Die Broschüre informiert über Anpassungsmöglichkeiten im Bereich Tourismus und liefert Praxisbeispiele aus Baden-Württemberg. Der Leitfaden wurde von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) herausgegeben.

KOBERNUß & SCHRAHE (2015): [Touristischer_Handlungsleitfaden_Klimawandel.pdf](#) aufgerufen am 28.07.2021

Leitfaden für touristische Destinationen am Beispiel der Regionen Lüneburger Heide und Harz

Im Rahmen des Projektes „Klimafolgenforschung in Niedersachsen“ (KLIFF) wurde anhand konkreter Beispiele die Situationsanalyse, Strategieentwicklung und Maßnahmenplanung bei der Klimaanpassung im Tourismus dargestellt.

KREILKAMP ET AL. (2013): https://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/imo/personen/Kreilkamp_Edgar/KLIFF_Leitfaden_Tourismus_klein.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Tourismus-Klimafahrplan für Tourismusdestinationen

Die Publikation zeigt einen Fahrplan zur selbständigen Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung im Tourismus-Sektor. Der Leitfaden wurde im Forschungsprojekt KUNTI-KUM der Leuphana Universität Lüneburg und der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg erstellt.

BARTELS ET AL. (2009): [Sich_mit_dem_Klima_wandeln_3.pdf \(leuphana.de\)](#) aufgerufen am 28.07.2021

2.15 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 (Tab. 19). Zu einem größeren Teil dürften die Klimawirkungen in vom Klimawandel betroffenen Drittländern (z. B. USA, Ostasien) die Finanzwirtschaft bei uns beeinflussen.

Tab. 19:
Betroffenheit des Handlungsfeldes „Finanzwirtschaft“ durch den Klimawandel

Klimaeinfluss	Mögliche Auswirkungen (– Risiken und + Chancen)
Temperaturanstieg	– Steigende Ausfallquoten bei Krediten und Investitionen im Wintersport
Großflächige und lokale Starkniederschläge	+ Steigende Nachfrage nach Sachversicherungen – Höheres Risikopotenzial bei steigenden Vermögenswerten in gefährdeten Gebieten
Trockenheit	+ Steigende Nachfrage nach Sachversicherungen
Extremereignisse	+ Eröffnung neuer Geschäftsfelder und Entwicklung entsprechender Produkte (z. B. Versicherungen, Finanzierungsmöglichkeiten)



Werkzeuge

ZÜRS Geo GDV - Zonierungssystem für Überschwemmungsrisiko und Einschätzung von Umweltrisiken

ZÜRS Geo GDV (Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen) richtet sich an Versicherer und dient der Einschätzung des Überschwemmungsrisikos sowie der Ermittlung der Umweltgefährdung von geschützten Tier- und Pflanzenarten. Diese Informationen können bei der Kalkulation des Versicherungsbeitrags der Elementarschadenversicherung eingesetzt werden. ZÜRS Geo GDV wird von der Firma VdS (Vertrauen durch Sicherheit) angeboten und kann von allen Mitgliedsunternehmen des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) lizenziert werden.

<https://www.gdv.de/de/themen/news/kompass-naturgefahren---risiken-per-mausklick-erkennen-8242> aufgerufen am 28.07.2021

Nathan Light

Das kostenfreie, interaktive Online-Tool wurde zur Risikoabschätzung von Naturkatastrophen von der Munich RE entworfen. Das Tool greift dabei zurück auf Daten der Munich RE zu Extremereignissen weltweit.

<https://www.munichre.com/de/loesungen/fuer-industriekunden/nathan.html> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Voraus denken – elementar versichern

Die Öffentlichkeitskampagne der Bayerischen Staatsregierung ruft Eigentümerinnen und Eigentümer, Mietpersonen und Pächterinnen und Pächter zur Eigenvorsorge in Form von präventiven Maßnahmen und ausreichendem Versicherungsschutz auf.

<https://www.elementar-versichern.de/> am 28.07.2021

Naturgefahrenreport

Der Report des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) bilanziert die Naturgefahrenschäden an Gebäuden, Gewerbe, Industrie und Fahrzeugen. Thematisiert wird insbesondere, wie Naturkatastrophen das Leben der Betroffenen verändern und welche Auswirkungen das für die Prävention vor Naturgefahren hat.

Naturgefahrenreport 2020: <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/publikationen/naturgefahrenreport> aufgerufen am 28.07.2021



3 Maßnahmen entwickeln und abwägen

Zentrale Fragestellungen des Kapitels:

Was ist bei der Entwicklung von Maßnahmen zu beachten?

Wie finde ich für mein Interessensfeld geeignete Anpassungsmaßnahmen?

Wie kann ich Konflikte vorausschauend vermeiden?

Welche Kriterien helfen mir dabei, die Maßnahmen zu priorisieren?

Mit dem Wissen über die Chancen und Risiken des Klimawandels in einer Region können zielgerichtete Anpassungsmaßnahmen entwickelt und verglichen werden. Dabei kommen verschiedene Maßnahmenpakete infrage (BBR 2016):

- Maßnahmen zur Wissenserweiterung (z. B. Weiterentwicklung von Modellen und Warndiensten, Forschungsprojekte),
- Maßnahmen zur Änderung des Verhaltens (z. B. Schulungen und Weiterbildungen),
- Bewirtschaftungsmaßnahmen (z. B. Einsatz von Baumarten, die gegenüber Trockenheit widerstandsfähiger sind),
- technologische Maßnahmen (z. B. thermische Isolierung von Gebäuden),
- politische Maßnahmen (z. B. finanzielle Anreize),
- organisatorische Maßnahmen (z. B. neue Kooperationsformen)

Bei der Entwicklung möglicher Anpassungsmaßnahmen können Gute-Praxis-Beispiele, Literaturrecherchen und die Einbindung von Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Verwaltung, Verbänden, Vereinen und weiteren Interessengruppen wegweisend sein. Eine Übersicht über hilfreiche Werkzeuge zur Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen zeigt „3.2 Maßnahmen formulieren“.

3.1 GRUNDSÄTZE ZUR ENTWICKLUNG VON ANPASSUNGSMASSNAHMEN

Klimaanpassung als Querschnittsaufgabe

Klimaanpassung ist eine Querschnittsaufgabe und durch sektorale Wechselwirkungen geprägt. Die Auswahl und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen erfordert daher eine fachübergreifende Koordination und Abwägung aller Interessen, um Zielkonflikte, Wechselwirkungen und Synergien frühzeitig zu erkennen.

Kooperation und Beteiligung von betroffenen Akteuren

In der Praxis hat es sich als vorteilhaft erwiesen, Expertinnen und Experten aus Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Unternehmen, Interessenverbänden und Vereinen sowie Privatpersonen bei der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen frühzeitig einzubinden. Dabei ist es wichtig, die regionalen Auswirkungen des Klimawandels und der Folgen verständlich und zielgruppenorientiert aufzubereiten und zugänglich zu machen.

Fehlanpassung vermeiden

Wenn Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger unter hohem zeitlichen und öffentlichen Druck und mit oft limitierten finanziellen Ressourcen eine schnelle Anpassungslösung entwickeln müssen, besteht die Gefahr einer Anpassung ohne ausreichende Berücksichtigung möglicher Zielkonflikte oder negativer Auswirkungen in anderen Bereichen. Diese kann auch zu langfristig nachteiligen Auswirkungen auf andere Handlungsbereiche oder die Ziele der Klimaanpassung selbst führen. Anpassungsmaßnahmen sollen daher in einem größeren räumlichen Umgriff und handlungsfeldübergreifend (interdisziplinär) geplant werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sich vor Ort positiv auswirkende Anpassungen regional oder an anderer Stelle negativ auswirken (z. B. wird Hochwasserschutz aus diesem Grund flussgebietsbezogen betrachtet). Aber auch Privatpersonen bleiben davor nicht bewahrt. So können Maßnahmen zum Schutz vor Hitze, wie die Beschaffung einer Klimaanlage oder der Umzug in ein kühleres Gebiet auf dem Land zu erhöhten Treibhausgasemissionen bzw. einem Anstieg des Flächenverbrauchs und der Landschaftszersiedelung führen. Weitere Fallbeispiele wurden im Rahmen des Projektes PATCH:ES²⁴ untersucht. Einen Einblick in mögliche Zielkonflikte zwischen Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, dem demographischen Wandel und zum Klimaschutz liefert „3.3 Zielkonflikte erkennen“.

Auch lange Nutzungszeiträume und Planungshorizonte, wie z. B. bei der Errichtung von Infrastrukturen oder in der Forstwirtschaft, unterstreichen die Notwendigkeit, Fehlanpassung zu vermeiden. Maßnahmen müssen bereits heute so konzipiert und umgesetzt werden, um auf die klimatischen Bedingungen in 30, 50 oder mehr Jahren vorbereitet zu sein (BMLFUW 2017). Eine Reihe von Kriterien bieten Unterstützung bei der Vermeidung von Fehlanpassung (BMLFUW 2017; LEXER ET AL. 2016). Diese grundlegenden Prinzipien werden auch in der BayKLAS 2016 aufgeführt:

- **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 haben 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

24) <http://anpassung.ccca.at/patches/> zuletzt abgerufen am 28.07.2021

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 Bürgerinnen und 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 Klima-Kennwerte 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:** Zur Vermeidung von Pfadabhängigkeiten sollten Maßnahmen 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 Handlungsfeld 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 Wasserhaushaltes sind deshalb eine wichtige Grundlage, die bei der Konzeption von Anpassungsmaßnahmen für eine Reihe vom Klimawandel betroffener Sektoren von Bedeutung und sachgerecht zu berücksichtigen sind.

Die Maßnahmen sollten im Einklang mit der erwarteten Intensität der Klimawirkungen ausgewählt werden, wie beispielsweise Hochwasserschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von Jährlichkeiten und vom Gewässertyp (siehe Abb. 15).

Maßnahme bzw. Funktion	GewIII			Gew/II (ohne Donau, Inn und schiffbarer Main)			Donau, Inn und schiffbarer Main		
	HQ _{häufig}	HQ ₁₀₀	>>HQ ₁₀₀	HQ _{häufig}	HQ ₁₀₀	>>HQ ₁₀₀	HQ _{häufig}	HQ ₁₀₀	>>HQ ₁₀₀
Rückhalt in der Fläche	+	o/+	o/+	o/+	o	o	o	o	o
Gewässerrenaturierung	+	o/+	o/+	+	o/+	o	o/+	o	o
Rückhalt in Auen	+	o/+	o/+	+	o/+	o	+	o/+	o
große Teilabflüsse in ehemaligen Auen				+	+	o/+	+	+	o/+
Deichrückverlegung				+	o/+	o	+	o	o
lokal wirkende Rückhaltebecken	o/+	+	o/+	o/+	+	o/+			
übergebiethlich wirkende Wasserspeicher				o/+	+	+			
Flutpolder				o	o/+	+	o	o/+	+
Optimierte Steuerung großer Retentionsräume	o/+	+	o/+	o/+	+	+	o/+	+	+
Staufstufenbewirtschaftung				o/+	o/+	o	+	o/+	o
Seenbewirtschaftung				o	o/+	o/+			

Legende

- + grundsätzlich wirksam
- o/+ fallweise wirksam
- o nicht oder kaum wirksam

	Maßnahmen des natürlichen Rückhalts
	Maßnahmen des planmäßigen technischen Hochwasserschutzes
	Maßnahmen für den Überlastfall
	Maßnahmen zur Steueroptimierung

Abb. 15: Bewertung der Wirksamkeit von Maßnahmen des Wasserrückhaltes in Abhängigkeit vom Gewässertyp

Ein Beispiel für die Verbindung von wirtschaftlichen (Kostensenkung, Risikominimierung, Erschließung von neuen Märkten und Steigerung der Reputation) und naturschutzfachlichen Interessen bietet die Wirksamkeitsbewertung von unternehmerischen Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität in Abb. 16. Es wird deutlich, dass es durchaus einfache Maßnahmen gibt, die eine positive Wirkung zeigen. Insbesondere die Berücksichtigung von Biodiversität in Auswahl- und Entscheidungsprozessen vor allem im Bereich Ressourceneffizienz, Lieferketten-Management und Investitions- und Planungsprozessen kann zu Win-win-Situationen führen (WIELER ET AL. 2013).

Werttreiber				Integration von Biodiversitätsaspekten in ...	Beitrag zum Schutz des Naturkapitals	Umsetzungs-komplexität
Risiken senken	Kosten reduzieren	Märkte und Kunden erschließen	Reputation steigern			
x		x	x	1) Unternehmerische Verantwortung (Corporate Responsibility)	o/+	o
x		x	x	2) Berichterstattung (inklusive umweltbezogene Gewinn- und Verlustrechnung)	o/+	+
x			x	3) Umweltmanagement inklusive Liegenschaftsmanagement	o/+	+
x	x			4) Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz	+	+ / ++
x		x	x	5) Wertschöpfungskette, Ökobilanzen und Lieferanten-Management	++	++
x			x	6) Investitions- und Planungsprozesse	+	o/+

Legende

Trifft zu	x	Nähe zum Kerngeschäft		Merkmalsausprägung	
			Geringer Bezug	Mittel	o
			Mittlerer Bezug	Stark	+
			Starker Bezug	Sehr stark	++

Abb. 16: Wirksamkeitsbewertung von Handlungsansätzen zur Integration von Biodiversität in Unternehmen am Beispiel eines Industrie- und Konsumgüterunternehmens (nach WIELER ET AL. 2013, S. 44).

3.2 MASSNAHMEN FORMULIEREN

Die Folgen des Klimawandels betreffen in unterschiedlichem Ausmaß alle Lebens-, Wirtschafts- und Umweltbereiche. Im Sinne der Konfliktvermeidung bei der Anpassung sind also integrative Ansätze gefordert, die sektor- und handlungsfeldübergreifend sowie über mehrere Handlungsebenen hinweg Klimaanpassung angehen (DIE BUNDESREGIERUNG 2008; BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2016). Dabei kann die Raumplanung, insbesondere die Regionalplanung, ein umfangreiches Bündel von Aufgaben zur Ermittlung, Aufklärung, Koordinierung, Konfliktbewältigung und Festlegung übernehmen (BUBECK ET AL. 2016).

Mittlerweile besteht eine breit aufgestellte Sammlung an Instrumenten unterschiedlicher Art zur Steuerung der Raumentwicklung im Sinne der Klimaanpassung (siehe „4.1 Die Rolle der Raumordnung und Stadtplanung“, „4.3 Eignung und Weiterentwicklung der Umsetzungsinstrumente“ sowie „Anhang 1 Maßnahmenblätter“). Die Instrumente finden sich auf allen administrativen Ebenen und besitzen einen unterschiedlichen Grad an Verbindlichkeit. Oft wurden sie ursprünglich einer anderen Zielsetzung gewidmet (z. B. Gewässer- oder Naturschutz), können jedoch aufgrund der sich ergebenden Synergien auch den Zielen der Klimaanpassung dienen. Die Anwendung bestehender Instrumente bedient gleichzeitig die Forderung nach integrierenden Ansätzen.

Dieses Handbuch bietet einen thematischen Einstieg in das Thema Klimaanpassung und gibt einen ersten Überblick über die wichtigsten Maßnahmen, deren Umsetzungsmöglichkeiten (siehe „Anhang 1 Maßnahmenblätter“) sowie zu Fördermöglichkeiten (siehe „Anhang 2 Förderprogramme“). Will man Klimaanpassung vor Ort aktiv angehen, bedarf es aber darüber hinausgehend auch praktischer Fachexpertise. Diese kann man in der eigenen z. B. kommunalen Verwaltung aufbauen und/oder durch Einbindung externer Expertenbüros zeitlich befristet nutzen.

Maßnahmenblätter

Das Kapitel „Anhang 1 Maßnahmenblätter“ beschreibt Anpassungsmaßnahmen (Tab. 20), die sich zur Bewältigung folgender Klimawirkungen eignen: Hitzebelastung, Hochwasser und hohe Grundwasserstände, Starkregen und Sturzfluten, Niedrigwasser, Trockenheit und Dürren, gesundheitliche Risiken, Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme sowie Georisiken. Diese Klimawirkungen verursachen teilweise in mehreren Handlungsfeldern gleichzeitig einen Anpassungsbedarf (Tab. 21).

Steckbriefartig wird für jede Maßnahme, soweit bekannt und einschätzbar, Folgendes dargestellt:

- Beschreibung: Erläuterung des Ansatzes und der Ziele der Maßnahme
- Erfordernis: klimawandelbedingter Anlass der Maßnahme
- Umsetzungsmöglichkeiten: regionale bzw. lokale Umsetzungsinstrumente
- Informationsgrundlagen: geeignete Materialien zur Entscheidungsunterstützung und Information
- Verantwortung und Akteure: zuständige und einzubeziehende Stellen für die Planung und Umsetzung der Maßnahme
- Hemmnisse/Zielkonflikte: Faktoren, die die Umsetzung der Maßnahme behindern können oder Zielkonflikte, die bei der Umsetzung bedacht werden müssen
- Synergien: positive Effekte auf die Klimaanpassung in anderen Schwerpunkten oder Handlungsfeldern
- Finanzierung: passende Förderprogramme oder sonstige Finanzierungsmöglichkeiten
- Weiterführende Informationen: Literaturangaben oder Links mit vertiefenden Informationen zum fachlichen Hintergrund und Implementierung der Maßnahme.

Die Klimaauswirkungen werden die Teilregionen Bayerns in unterschiedlicher Intensität betreffen, nicht zuletzt, weil ihre Anfälligkeit und Anpassungskapazität unterschiedlich ausgeprägt sind. Somit ist eine Priorisierung der Maßnahmen in diesem Handbuch aufgrund der räumlichen Ebene nicht möglich. Vielmehr muss die Abwägung, ob eine bestimmte Maßnahme unter den jeweils vorlie-

genden Standortbedingungen sinnvoll ist, im Einzelfall in Abhängigkeit von den regionalen und lokalen Gegebenheiten erfolgen. Empfohlene Bewertungskriterien und Methoden für die Abwägung und Priorisierung finden sich in „3.4 Maßnahmen priorisieren“

Einzelne Maßnahmen, die sich hinsichtlich ihres Ziels und der Wirkungsmöglichkeiten gemeinsam beschreiben lassen, werden zu Maßnahmengruppen zusammengefasst. Dies ist vor allem bei den wasserwirtschaftlichen Maßnahmen der Fall, für die es bereits eine detaillierte, analog steckbriefartige Beschreibung im LAWA-Bericht „Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft“ (2017) gibt.

Tab. 20:
Anpassungsmaßnahmen je Klimawirkung (Tabellennummern beziehen sich auf das Kapitel „Anhang 1 Maßnahmenblätter“).

Tabelle	Klimawirkung
	Klimawirkung Hitzebelastung
Tab. 1:	Erhalt und Entwicklung von Luftaustauschbahnen
Tab. 2:	Steuerung flächensparender Siedlungsstrukturen
Tab. 3:	Dach- und Fassadenbegrünungen
Tab. 4:	Klimagerechtes Bauen und Sanieren
Tab. 5:	Erhalt und Schaffung klimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen
Tab. 6:	Klimawandelangepasste Begrünung der Verkehrsinfrastruktur
Tab. 7:	Informationsmanagement, Warnsystem
Tab. 8:	Hitzeschutz an Arbeitsstätten
Tab. 9:	Anpassung des Tourismus an Temperaturerhöhungen
Tab. 10:	Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Hitzeextreme
Tab. 11:	Vorbeugung und Abwehr von Spätfrostschäden in der Landwirtschaft
	Klimawirkung Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Tab. 12:	Natürlicher Rückhalt
Tab. 13:	Flächenvorsorge
Tab. 14:	Ermittlung und Darstellung von vernässungsgefährdeten Flächen (Grundwasser)
Tab. 15:	Technischer Hochwasserschutz
Tab. 16:	Objektschutz
Tab. 17:	Freiwillige Kooperationen
Tab. 18:	Verhaltensvorsorge, Informationsvorsorge
Tab. 19:	Private Risikovorsorge
	Klimawirkung Starkregen und Sturzfluten
Tab. 20:	Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
Tab. 21:	Erarbeitung eines integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement
Tab. 22:	Pufferstreifen gegen Feinsedimenteintrag
Tab. 23:	Bodenschutz/Erosionsschutz
Tab. 24:	Sediment- und Treibgutmanagement
Tab. 25:	Wasser- und Sedimentrückhalt in Außengebieten
Tab. 26:	Gestaltung von Einlaufvorrichtungen an Hängen
Tab. 27:	Herstellung und Sicherung von Notwasserwegen
Tab. 28:	Vorsorge
Tab. 29:	Vorsorge gegen Überflutung aus der Kanalisation
	Klimawirkung Niedrigwasser
Tab. 30:	Niedrigwasserinformationsdienst
Tab. 31:	Maßnahmenpläne für den Fall der Unterschreitung bestimmter Abflussschwellenwerte
Tab. 32:	Nutzungsbeschränkungen
Tab. 33:	Maßnahmen zur Sicherung der Wasserqualität
Tab. 34:	Niedrigwasseraufhöhung
Tab. 35:	Schaffung von Speicherkapazitäten
Tab. 36:	Förderung von natürlichem Wasserrückhalt
Tab. 37:	Einrichtung von alternativen, weitgehend abflussunabhängigen Kühlverfahren
Tab. 38:	Anpassung von Entnahme- und Einleitungsgrenzwerten in Gewässern
Tab. 39:	Effizienzsteigerung und angepasstes Lastmanagement in der Wasserkraftnutzung
Tab. 40:	Gewässerqualitätswarndienst
Tab. 41:	Anpassung im Schiffsbau

Tabelle	Klimawirkung
	Klimawirkung Trockenheit und Dürren
Tab. 42:	Klimawandelgerechte Anpassungsmöglichkeiten/-konzepte bestehender Wasserversorgungssysteme
Tab. 43:	Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung
Tab. 44:	Maßnahmen zur Förderung der Grundwasserneubildung
Tab. 45:	Flächendeckendes Wasserdargebotsmanagement
Tab. 46:	Änderungen der Landnutzung und –bewirtschaftung
Tab. 47:	Sicherung der Trinkwasserqualität im Leitungsnetz
Tab. 48:	Regenwassernutzung
Tab. 49:	Reduzierung des Wasserbedarfs
Tab. 50:	Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur
Tab. 51:	Redundante Wassergewinnungssysteme
Tab. 52:	Klimaspezifische Auswertung und Anpassung des Grundwassermonitorings
Tab. 53:	Anpassungen im Anbau
Tab. 54:	Effizienz der Bewässerung erhöhen
Tab. 55:	Substitution von Grundwasser bei der Bewässerung in der Landwirtschaft
Tab. 56:	Organisatorische Anpassungen in der Landwirtschaft
Tab. 57:	Vorhersage/Informationen
Tab. 58:	Bodenwasserhaushalt erhalten und verbessern
	Klimawirkung Gesundheitliche Risiken
Tab. 59:	Kontrolle der Ausbreitung von Vektoren und Erregern
Tab. 60:	Reduktion der Exposition gegenüber allergenen Pollen
Tab. 61:	Modellierung der hitze- und kälteabhängigen Erhöhung der Sterblichkeit bei Atemwegs und Herz-Kreislaufkrankungen
Tab. 62:	Verbesserung der Luftqualität
	Klimawirkung Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Tab. 63:	Biotopverbund sichern
Tab. 64:	Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern
Tab. 65:	Moorrenaturierung
Tab. 66:	Animal Aided Design
Tab. 67:	Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge
Tab. 68:	Naturschonende Gewässerunterhaltung
Tab. 69:	Ökologisch verträgliche Wasserkraftnutzung
Tab. 70:	Variation hydromorphologischer Strukturen
Tab. 71:	Betriebliches Engagement für die Artenvielfalt
Tab. 72:	Waldumbau
Tab. 73:	Schädlingsbekämpfung (Borkenkäfer)
Tab. 74:	Grundlagenforschung Klima – Forst – Holz
Tab. 75:	Flankierende Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft
	Klimawirkung Georisiken
Tab. 76:	Eigenvorsorge bei Steinschlaggefahr
Tab. 77:	Eigenvorsorge bei Rutschungsgefahr
Tab. 78:	Staatliche Vorsorge bei Geogefahren

Handlungsfeld	Hitzebelastung	Hochwasser	Starkregen und Sturzfluten	Niedrigwasser	Trockenheit und Dürren	Gesundheitliche Risiken	Gefährdung der Biodiversität	Georisiken
Wasserwirtschaft		Tab. 12, 13, 15, 17, 18	Tab. 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29	Tab. 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 40	Tab. 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 54		Tab. 65, 67, 68, 70	
Landwirtschaft	Tab. 3, 4, 11		Tab. 23	Tab. 33, 35	Tab. 43, 46, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 58		Tab. 64, 67	
Wald und Forstwirtschaft	Tab. 1, 2, 5, 6, 9	Tab. 12	Tab. 20, 25		Tab. 44		Tab. 63, 65, 72, 74, 75	
Naturschutz					Tab. 44, 46		Tab. 63, 64, 65, 68, 70, 71	
Bodenschutz und Georisiken	Tab. 2		Tab. 23, 25		Tab. 44, 46, 54, 58		Tab. 65	Tab. 78
Menschliche Gesundheit	Tab. 1, 2, 3, 7					Tab. 59, 60, 62		
Katastrophenschutz	Tab. 7	Tab. 18	Tab. 28					
Raumordnung	Tab. 1, 2, 5				Tab. 44			
Städtebau und Bauleitplanung	Tab. 1, 2, 4, 5	Tab. 13			Tab. 44			
Bauwesen	Tab. 3, 4	Tab. 14, 16, 19						
Straßenbau und Verkehr	Tab. 6, 10							
Energiewirtschaft				Tab. 37, 38, 39	Tab. 49			
Industrie und Gewerbe				Tab. 37	Tab. 48, 49			
Tourismus	Tab. 9							
Finanzwirtschaft		Tab. 19						

Werkzeuge

Stadtklimalotse

Der Stadtklimalotse des BBSR ist ein Beratungsinstrument, das die Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung für die kommunale Stadtentwicklung unterstützt.

<http://www.stadtklimalotse.net/> aufgerufen am 28.07.2021

Klimalotse

Der Klimalotse ist ein Online-Leitfaden, der sich vor allem an Städte und Gemeinden richtet. Je nach Bedarf können sie (1) eine einfache Anpassungsstrategie entwickeln, (2) eine integrierte Klimaschutz- und Klimaanpassungsstrategie erstellen oder (3) einzelne Maßnahmen zur Anpassung an Folgen des Klimawandels planen und umsetzen.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse> aufgerufen am 28.07.2021

INKAS - Informationsportal Klimaanpassung in Städten

Mit dem Online Beratungswerkzeug „Informationsportal Klimaanpassung in Städten“ (INKAS) gibt der Deutsche Wetterdienst der Stadtplanung und interessierten Bevölkerung eine wichtige Entscheidungshilfe an die Hand, um Klimaanpassungsmaßnahmen zu identifizieren, zu bewerten und in der Planung umzusetzen.

<https://www.dwd.de/DE/leistungen/inkas/inkasstart.html;jsessionid=292E0FE304CA9C0778D61F869B8C974D.live11052?nn=498710> aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 21:
Überschneidung ausgewählter Klimawirkungen (Spalten) mit den Handlungsfeldern der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie (Zeilen) und deren Maßnahmen (gemäß Tabellen des Maßnahmenkatalogs im Kapitel Anhang 1 Maßnahmenblätter – weitergehende Überschneidungen sind oftmals denkbar).



KlimaScout

Das Webportal in Wiki-Format wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie vom Umweltbundesamt gefördert. Es bietet Informationen zum Klimawandel und zur Klimaanpassung für Kommunen und Bürgerinnen und Bürger an.

<http://www.klimascout.de/> aufgerufen am 28.07.2021

FUTURE Cities Anpassungskompass

Der Future City Kompass ist eine Anleitung zur Entwicklung von klimatauglichen Stadtregionen.

Future Cities: future-cities.eu aufgerufen am 28.07.2021

Deutsches Klimavorsorgeportal (KliVo)

Das Deutsche Klimavorsorgeportal – KliVo bündelt bundesweit qualitätsgeprüfte Klimainformations- und Klimaanpassungsdienste.

https://www.klivportal.de/DE/KliVo/klivo_node.html aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Für handlungsfeldspezifische Anpassungsmaßnahmen und Leitfäden siehe „Weiterführende Informationen“ in den Kapiteln 2.2 bis 2.15.

Bayerische Klima-Anpassungsstrategie 2016

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.

BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2016): [Bayerische Klima-Anpassungsstrategie 2016 – Publikationsshop der Bayerischen Staatsregierung \(bayern.de\)](#) aufgerufen am 28.07.2021

Handbuch Klimaanpassung Stadt Nürnberg

Das Handbuch stellt die Anpassungsstrategie an den Klimawandel der Stadt Nürnberg vor, die prioritär auf die Auswirkungen der Temperaturerhöhung eingeht.

STADT NÜRNBERG (2012): https://www.nuernberg.de/imperia/md/klimaanpassung/dokumente/klimaanpassung_handbuch_low.pdf aufgerufen am 28.07.2021

3.3 ZIELKONFLIKTE ERKENNEN

Im Allgemeinen bestehen Zielkonflikte zwischen Klimaschutz, Klimaanpassung und verschiedenen Handlungsfeldern überall dort, wo sich positiv wirkende Maßnahmen in einem Bereich nachteilig oder einschränkend auf einen oder mehrere andere Bereiche auswirken. Somit ist bei der Planung von Maßnahmen ein rechtzeitiges Erkennen potenzieller Zielkonflikte für eine umfassende und damit nachhaltige Lösung essenziell. Oft entstehen Zielkonflikte aber auch erst aufgrund der Umsetzungsintensität einer Maßnahme. Im Folgenden werden nur einige Zielkonflikte exemplarisch angesprochen. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Reihenfolge der Auflistung folgt keinem Kriterium und sagt nichts über die Intensität des Zielkonfliktes aus.

Hitzebelastung

Biologische Belastungen ↔ Badetourismus & Freizeitschiffahrt

Zielkonflikte zwischen dem Gewässerschutz und dem Tourismus können sich unter bestimmten Voraussetzungen auch im Sommer ergeben, wenn in Zeiten mit niedrigen Abflüssen und hohen Temperaturen erhöhte mikrobielle Belastungen (z. B. durch Blaualgen) in Gewässern vorliegen, die gesundheitliche Risiken für Badegäste bergen. Zusätzlich kann das Sicherheitsgefühl und Wohlbefinden der Badegäste sowie die Freizeitschiffahrt durch die Vermehrung von Makrophyten und fädigen Algen gestört werden. Auf der anderen Seite kann sich, insbesondere im Sommer bei niedrigen Abflüssen, bei intensiverer Freizeitnutzung an und in Gewässern der Stress auf die Gewässerfauna deutlich erhöhen.

Empfehlungen zum gewässerverträglichen Umgang mit diesen Herausforderungen umfassen unter anderem generelle Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität und Verringerung der Nährstoffeinträge (LFU 2016d) sowie eine naturverträgliche Freizeitnutzung der Gewässer. Die bisher übliche Praxis in der landwirtschaftlichen Nutzung führt an vielen Gewässern zu diffusen Einträgen, die eine Erreichung einer guten Gewässerqualität schon jetzt verhindern. Maßnahmen zur Minimierung der landwirtschaftlichen Einträge sind hier dringend geboten.

Grünflächen ↔ Gentrifizierung

Städtische Park- und Grünanlagen leisten einen wichtigen Beitrag für die Gesundheit der Menschen. Sie können Erlebnis-, Begegnungs-, Bewegungs- und Erholungsorte sein und helfen gleichzeitig den städtischen Wärmeineffekt abzumildern. Mit höherer Lebens- und Wohnqualität der Bewohnerinnen und Bewohner durch Stadtgrün steigen auch Bodenrichtwerte und Immobilienpreise. Freiräume können Immobilienpreise um bis zu zehn Prozent erhöhen, in Einzelfällen sogar noch mehr (BMUB 2015b). Dies wird von Stadtplanungsämtern und Baugesellschaften oft als positiver wirtschaftlicher Motor in der Stadtentwicklung betrachtet (MUNDWERK). Sozial benachteiligte Stadtteile weisen dabei häufig eine schlechtere Versorgung mit Grünflächen auf. (BMUB 2015b; WOLCH ET AL. 2014; HAASE ET AL. 2017). Gerade in diesen verdichteten Stadträumen ist jedoch der Bedarf an öffentlich zugänglichen und nutzbaren Grünräumen besonders hoch, vor allem aufgrund des geringen Anteils an privaten Gärten sowie der meist höheren Feinstaub- und Lärmbelastung durch Verkehr. Die Verbesserung der Freiraumsituation muss sozial ausgewogen sein, da sie lokal, insbesondere in innerstädtischen Bereichen, durch den Anstieg von Mieten umgekehrt auch zu Problemen auf den Wohnungsmärkten bis hin zu Verdrängung führen kann. Segregationsprozesse, die den gesellschaftlichen Zusammenhalt gefährden, können so verstärkt werden (BMUB 2015b; ANGUELOVSKI ET AL. 2016; SHI ET AL. 2016; WOLCH ET AL. 2014). Dieses paradoxe Phänomen der Verbesserung der Freiraumqualität bei gleichzeitiger Förderung sozialer Segregation wird als „ökologische“ oder „grüne Gentrifizierung“ bezeichnet (WOLCH ET AL. 2014).

Um solche negativen Effekte zu vermeiden, müssen bereits vorhandene und für die Zukunft angenommene soziale und räumliche Ungerechtigkeiten bei der Planung zur Entwicklung und

Etablierung von Grünflächen berücksichtigt werden. Es sollte vermieden werden, dass ohnehin schon privilegierte Quartiere der mittleren und höheren Einkommensschichten zusätzlich privilegiert werden, da dies die gesamtstädtische Sozialstruktur verschlechtert. Sowohl unterschiedliche Akteure als auch unterschiedliche Meinungen und kontrastierende Ansprüche sollten bei der Formulierung von Zielen und Strategien beteiligt und angehört werden. Vor- und Nachteile der Durchgrünungsmaßnahmen sollten systematisch aus ökologischer und sozialer Sicht analysiert werden. Soziale Inklusion kann nur gelingen, wenn unterschiedliche „soziale Umwelten“ bei der Gestaltung und Pflege von Freiräumen berücksichtigt werden. So spielen nicht nur die Verfügbarkeit, Erreichbarkeit und Verteilung von Grün, sondern auch die Integration möglichst diverser kultureller Vorlieben eine Rolle (HAASE ET AL. 2017).

Gestaltete Parks ↔ Biodiversität, Wildnis

Die meisten Stadtbewohner bevorzugen regelmäßig gepflegte und gestaltete Park- und Grünanlagen. Allerdings sind solche Grünflächen nicht unbedingt die Spitzenreiter beim Thema Biodiversität, da der regelmäßige Eingriff durch Pflegemaßnahmen eine zusätzliche Belastung – neben u. a. dem Klimawandel – für die Lebewesen im Stadtgrün darstellt. Solche Konflikte lassen sich durch gesamtstädtische, integrierte Planungen vermeiden, die die Nutzungsintensität der Grünflächen an die unterschiedlichen Bedürfnisse der Nutzer anpasst und im Sinne der Nachhaltigkeitsziele (z. B. Klimaanpassung, Schutz der Biodiversität) abstuft, Blühinseln oder zusätzliche Strukturelemente schafft. Beispielsweise können Sukzessionsflächen attraktiv gestaltet werden, wenn standortgerechte, heimische und möglichst insektenfreundliche Stauden als Initialpflanzung ausgebracht werden. Damit wird auch der Pflegeaufwand reduziert und die Fläche erhält einen pädagogischen Mehrwert durch die Veränderung der Vegetation mit der Zeit und der höheren biologischen Vielfalt (BMUB 2015b). Durch Hinweise (Schilder, Apps) auf die wildlebenden Blühpflanzen und die an ihnen lebenden Tiere kann die Akzeptanz solcher Flächen erhöht werden. Das Projekt „Natürlich Hamburg“ beschäftigt sich mit dieser Problematik und sucht nach Lösungen²⁵.

Stadtbäume ↔ Bauwesen und Katastrophenschutz

Neben den Grün- und Freiflächen sind für die Klimaanpassung insbesondere Verschattungsmaßnahmen im städtischen Raum als Rastmöglichkeiten von besonderer Bedeutung. Diese wirken generell der Aufheizung urbaner Räume entgegen. Allerdings kann es durch die verstärkte Pflanzung von Bäumen in urbanen Räumen nach Extremwetterereignissen auch zu verstärkten Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen kommen. Daher sollten bei Neupflanzung nur robuste Arten verwendet werden. Zusätzlich können ungewollte Einschränkungen der Tageslichtversorgung entstehen. Eine sogenannte Savannenpflanzung dient dazu, abschließende Kronendächer im Straßenraum zu vermeiden und den Luftaustausch auch in Straßenschluchten zu gewährleisten (BMVBS 2013a). Generell sollten für die Straßenbepflanzung Arten bevorzugt werden, die an Trockenheit und Hitze angepasst sind, da diese Bedingungen sich im Klimawandel voraussichtlich verschärfen werden (siehe LWG-Projekt „Stadtgrün 2021“²⁶).

Grünflächen ↔ Allergene

Neben den bekannten positiven gesundheitlichen Wirkungen als Sauerstofflieferant, Staub- und Schadstofffilter sowie Klimaregulator kann Stadtgrün auch negative Auswirkungen haben. Circa 20 % der deutschen Bevölkerung entwickeln im Laufe ihres Lebens eine Pollenallergie (BERGMANN & STRAFF 2015). Prominentes Beispiel der Pflanzen mit hohem allergenen Potenzial ist die invasive Ambrosia-Staude mit ihren besonders aggressiven Pollen. Aber auch eine Reihe einheimischer Pflanzen haben allergene Wirkungen (z. B. Birke). Dies sollte bei der Planung von Parkanlagen oder Spielplätzen beachtet werden, um die allergene Belastung zu mindern.

25) <https://www.hamburg.de/ueber-natuerlich-hamburg/aufgerufen-am-28.07.2021>

26) <https://www.lwg.bayern.de/landespflege/urbanes-gruen/085113/index.php> aufgerufen am 28.07.2021

Hochwasserschutz

Flutpolder ↔ Landwirtschaft

Ergänzende technische Hochwasserschutzmaßnahmen sind unter anderem Flutpolder. Diese reduzieren das Hochwasserrisiko von Flächen und Infrastruktur hinter Hochwasserschutzanlagen im Falle einer Überschreitung des Bemessungshochwassers (vgl. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2017). Bei der Umsetzung von Flutpoldern ist ein zentrales Problem, dass die meisten geeigneten Flächen sowohl im privaten Besitz sind als auch landwirtschaftlich genutzt werden. Zusätzlich sind für den Schutz von Kommunen am Unterlauf eines Gewässers oft Retentionsflächen am Oberlauf notwendig, sodass ein Verantwortungssinn auch für nicht direkt Betroffene geschaffen werden muss. Dazu nimmt durch Baumaßnahmen wie Flutpolder und Deiche häufig die landwirtschaftlich nutzbare Fläche ab. Deshalb können die Kommunen diese Flächen nicht ohne Ausgleich und Anreize für die Eigentümerin/den Eigentümer von Flutpolderflächen umgestalten. Um ihre wirtschaftliche Situation zu konsolidieren, bieten sich neben Ausgleichs-/Entschädigungszahlungen auch hochwasserschutzverträgliche landwirtschaftliche Nutzungen an, beispielsweise die ganzjährige Nutzung von Agrarflächen als Grünland oder der Anbau von Zwischenfrüchten mit einer konservierenden Bodenbearbeitung. Umso bedeutender sind diese Landnutzungsformen in häufig überfluteten Bereichen ohne Hochwasserschutzanlagen oder im Bereich von Deichrückverlegungen. Dadurch werden sowohl das landwirtschaftliche Angebot diversifiziert als auch die Bodeneigenschaften zur Wasserspeicherung und Fruchtbarkeit erhöht.

Überflutungsschutz ↔ Barrierefreiheit

Im Bereich des Bauwesens sowie bei der Gestaltung von öffentlichen Anlagen ist die Barrierefreiheit ein wichtiges Thema mit Blick in die Zukunft. Vor allem bei einer geplanten langen Nutzungsdauer sollte dieser Aspekt berücksichtigt und bei der Konzeption von Klimaanpassungsmaßnahmen als gestalterisches Prinzip eingesetzt werden. So lassen sich z. B. erhöhte Hauseingänge und Terrassen zur Überflutungsvorsorge nicht nur über Stufen, sondern auch über barrierefreie Rampen realisieren. Auch Maßnahmen zur Unterstützung der Versickerung wie Rasengittersteine oder Kieswege können im Alter oder bei Krankheit Mobilitätshindernisse darstellen und sollten demnach in Kombination mit trittfesten Zugangswegen umgesetzt werden (DIFU 2017).

Als Notabflusstrassen und Zwischenspeicher bei Starkregenereignissen bieten sich vorhandene Straßen an, die dazu geometrisch und entwässerungstechnisch häufig anzupassen sind. Dabei ist das Stauvolumen des Straßenraumes zu vergrößern, indem das Straßenniveau abgesenkt wird, eine Mittelrinne gebaut oder die Bordsteinkante erhöht wird. Diese Maßnahmen beeinträchtigen jedoch die Barrierefreiheit. Um den Bedarf am Straßenspeichervolumen zu senken, eignet sich das schadlose Ableiten des Abflusswassers in das Straßenbegleitgrün über auf Lücke gesetzte Bordsteine, die Förderung des Wasserrückhalts in der Fläche (dezentrale Versickerungsanlagen) sowie der Ausbau des Straßenbegleitgrüns (LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2016).

Trockenheit und Niedrigwasser

Begrenzte Wasserressourcen ↔ Bewässerung

Die Auswirkungen von Trockenheit auf den natürlichen Wasserhaushalt und die gewässerabhängigen Ökosysteme eines Gebietes können durch Wasserentnahmen zur Bewässerung zusätzlich verstärkt werden. Vor allem kann es zu einer Verschärfung der Niedrigwassersituationen kommen, da der größte Bewässerungsbedarf meistens mit den Zeiten des niedrigsten Abflusses zusammenfällt. Behördlich angeordnete Entnahmeeinschränkungen bzw. Entnahmeverbote können dabei die wirtschaftliche Lage der Landwirte beeinträchtigen, sodass hier eine frühzeitige Abstimmung der Maßnahmeneinleitung empfohlen wird (LFU 2016d). Um solchen Konflikten wirkungsvoll zu begegnen bedarf es u. a. vorsorgender Maßnahmen, die auf regionaler bzw. lokaler Ebene und unter Beteiligung aller Betroffenen abzustimmen sind. Darunter fallen Maßnahmen zur

Begrenzung des Bewässerungsbedarfes. Hierzu zählen etwa eine geeignete Sortenwahl, wasser-konservierende Bodenbehandlungsmaßnahmen (z. B. Mulchsaatverfahren), die frühere Aussaat von Sommerungen, die Änderung der Fruchtfolgegestaltung sowie der Einsatz wassersparender Bewässerungssysteme (Tropfbewässerung, verminderte Beregnungsintensität, Düsen anstelle von Regnern, Bewässerung während verdunstungsarmer Zeiten oder in der Nacht, mobil steuerbare Bewässerungsanlagen) (LFU 2016d). Wenn möglich sollte das Bewässerungswasser auch im Winterhalbjahr zwischengespeichert werden, wie z. B. im Unterglasgartenbau schon verbreitet und im Weinbau pilothaft umgesetzt (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.11 Pilotprojekt zur dezentralen Bewässerung von fränkischen Weinlagen. Zukünftig sollten überregionale Gesamtkonzepte zu Speicher- und Verteilsystemen geschaffen werden und die Wassernutzung aus Oberflächenwasser, Uferfiltrat und nachrangig Grundwasser geregelt werden.

Begrenzte Wasserressourcen und thermische Belastung ↔ Kühlwassernutzung

Das von Kraftwerken entnommene und in die Gewässer wieder eingeleitete Kühlwasser kann bei Niedrigwasser zu thermischen und chemischen Belastungssituationen führen. Als Vorsorgemaßnahme eignen sich Wärmelastpläne, die die Temperaturverhältnisse in Niedrigwassersituationen einschätzen sowie die Auswirkungen von Wärmeeinleitungen und mögliche Bewirtschaftungsmaßnahmen aufzeigen (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2016; LFU 2016d).

Abwassernutzung zur Bewässerung ↔ Grundwasserqualität

In Deutschland war die landwirtschaftliche Zusatzbewässerung bislang in den meisten Regionen nicht notwendig. Allerdings wird bei einer möglichen Erhöhung der Häufigkeit trockener Jahre im Zuge des Klimawandels mit einer Zunahme des Bewässerungsbedarfes und der Wassernutzungskonflikte gerechnet (BUNDESREGIERUNG 2008). In der Deutschen Anpassungsstrategie (BUNDESREGIERUNG 2008) wird die Nutzung von gereinigtem und mikrobiologisch einwandfreiem Abwasser zur Bewässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen als eine mögliche Maßnahme zur Effizienzsteigerung des Wassereinsatzes genannt. Allerdings besteht durch die Nutzung von behandeltem Abwasser ein Gefährdungspotenzial für verschiedene Schutzgüter, insbesondere für die menschliche Gesundheit, den Boden und das Grundwasser. Dabei handelt es sich hauptsächlich um hygienische Risiken durch Krankheitserreger und Schadstoffe, die bei der konventionellen Abwasserbehandlung nicht vollständig abgebaut oder zurückgehalten werden können (UMWELT-BUNDESAMT 2016). Aus diesen Gründen bleibt die Abwassernutzung im Bewässerungsverfahren in Deutschland umstritten, wird aber in Forschungsprojekten weiter verfolgt²⁷.

Begrenzte Wasserressourcen ↔ künstliche Beschneigung

Die Bemühungen, den Skitourismus in zukünftig bzw. vielfach heute schon schneeunsicheren Regionen durch intensivere künstliche Beschneigung aufrechtzuerhalten, werden mit einem enormen Wasser- und Energieverbrauch sowie Eingriffen in Natur und Landschaft verbunden sein (ABEGG 2011; BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2008; HAMBERGER ET AL. 2015). Diese können Wassernutzungskonflikte verschärfen sowie die Abfluss- und Erosionsbereitschaft auf Skipisten durch die oft einhergehende Planie und flächenhafte Störung des Oberbodens erhöhen. Ferner werden das Landschaftsbild und der natürliche Wasserkreislauf durch den Bau zusätzlicher Speicherseen und Leitungen beeinträchtigt (ABEGG 2011; DIETMANN & KOHLER 2005). Maßnahmen zur Abfederung dieser negativen Auswirkungen wie etwa die Einschränkung des weiteren Ausbaus künstlicher Beschneiungsanlagen, eine fachgerechte Wiederbegrünung von Pisten oder die Diversifizierung des schneeunabhängigen touristischen Angebots finden sich u. a. bei DIETMANN & KOHLER (2005).

Globale Wasserressourcen ↔ Globalisierung

Die Globalisierung hat nicht nur ein weltweites Produktions- und Konsumnetz von Gütern, sondern auch ein globales Import- und Exportnetz von sogenanntem „virtuellen“ Wasser hervorgebracht. Damit ist das gesamte Wasser gemeint, das – auch in weit entfernten Regionen – bei der Herstellung von Produkten verdunstet, verschmutzt oder anderweitig verbraucht wird. So werden

27) z. B. Projekt „Nutzwasser – Gewinnung und Einsatzmöglichkeiten am Beispiel der Schweinfurter Trockenplatte“ <https://www.wwa-kg.bayern.de/abwasser/nutzwasser/index.htm> aufgerufen am 28.07.2021

zum Beispiel für den Genuss einer Tasse Kaffee insgesamt 132 Liter virtuelles Wasser benötigt. Durch den Import von wasserintensiven Gütern wird ein Teil des tatsächlichen Wasserkonsums einer Region externalisiert, was in trockenen Produktionsregionen zu sozialen Spannungen und negativen ökologischen Auswirkungen führen kann (vgl. WATER FOOTPRINT NETWORK 2017). Deutschland gehört zu den größten Importländern von „virtuellem Wasser“. Nach aktuellen Studien „verbraucht“ Deutschland auf diese Weise jedes Jahr eine gigantische Menge Wasser: etwa 120 Milliarden Kubikmeter, was dem zweifachen Volumen des Bodensees entspricht. Auf jeden Bundesbürger umgerechnet sind das täglich etwa 3.900 Liter – beziehungsweise 20 volle Badewannen. Anregungen zum umweltbewussteren (Wasser-)Konsum und dem gezielten Kauf umweltfreundlicher Produkte und Dienstleistungen gibt die Broschüre „Virtuelles Wasser – Verstecktes Wasser auf Reisen (STMUV 2017b): https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_wasser_011.htm.

Zusätzlich wird ein enger Zusammenhang zwischen der Unsicherheit der Wasserversorgung und sozialen Konflikten (→ Wasserkriege, Migrationswellen) festgestellt, der sich in Zukunft klimawandelbedingt wahrscheinlich intensivieren wird. Die Weltbank (WORLD BANK GROUP 2016) unterstreicht in diesem Zusammenhang die Chance, durch politische Zielsetzung, gezielte Ansprache von Stakeholdern und die Korrektur von kontraproduktiven Anreizen das weltweite Management der Wasserressourcen in Richtung Klimaresilienz zu steuern. Diese sollten sich vor allem auf eine bessere Planung der Allokation von Wasserressourcen, Anreize für den Einsatz wassereffizienter Technologien sowie Investitionen in sichere Wasserversorgungsinfrastrukturen konzentrieren.

Klimaschutz

Oberflächen-/Grundwasserschutz ↔ Energienutzung

Zielkonflikte mit der Wasserwirtschaft und den Vorgaben der WRRL zum Erreichen eines „guten ökologischen Zustands“ bzw. Potenzials in den Gewässern sowie mit dem Naturschutz entstehen sowohl bei der konventionellen Energiegewinnung als auch bei der Nutzung erneuerbarer Energien. So ist das Fracking-Verfahren bei der Erdgasförderung mit hohen Risiken wie z. B. der Gewässerkontamination, der regionalen Beeinflussung des Grundwasserspiegels und der Veränderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Grund- und Oberflächengewässern verbunden. Dadurch ergeben sich Betriebsverbote bzw. -einschränkungen in der Nähe von Trinkwasserschutzgebieten, Heilquellschutzgebieten, Bereichen mit Mineralwasservorkommen, Naturschutzgebieten sowie Überschwemmungsgebieten (UMWELTBUNDESAMT 2014).

Der aktuelle Bericht des Umweltbundesamtes zu den Umweltauswirkungen der Landwirtschaft (UMWELTBUNDESAMT 2018) gibt einen Überblick über den Biomasseanbau von 2008 bis 2015. Während in diesem Zeitraum die Anbaufläche für Futtermittel bundesweit fast konstant geblieben ist, nahm die Anbaufläche von Energiepflanzen auf Kosten der Fläche zur Erzeugung von Nahrungsmitteln und Industriepflanzen zu. Die wichtigsten Energiepflanzen in Deutschland sind Raps und Mais. Diese Entwicklungen zeigen sich auch in Bayern. So hat der Anteil der Silomaisfläche an der bayerischen landwirtschaftlich genutzten Fläche von 1999 bis 2010 um bis zu 10 % zugenommen. Aus naturschutzfachlicher Sicht wird der Anbau von Energiepflanzen jedoch aufgrund des hohen Bedarfes an Pflanzenschutzmitteln (z. B. Raps) sowie der erosions- und eutrophierungsfördernden Wirkung (z. B. Mais) als problematisch eingestuft (BIOÖKONOMIERAT 2012; UMWELTBUNDESAMT 2018).

Vor allem bei Kulturarten mit hohem Bodenabtragspotenzial wie Mais sind durch ein zukünftig vermutlich noch häufigeres Auftreten von Starkregen erhöhte Auswaschungs- und Erosionsraten zu erwarten. Um den Stickstoff-(N)-Saldo zu reduzieren, werden Innovationen in der Fruchtfolgegestaltung (z. B. Einsatz von Hafer oder temporären Flächentausch zwischen Futterbau- und Marktfruchtbetrieben empfohlen, jeweils mit Synergien in der Reduktion der Resistenzprobleme beim Herbizideinsatz (TAUBE & VERREET 2007)). Die Ziele des Gewässerschutzes lassen sich auch mit landwirtschaftlichen Interessen verbinden, wenn Kooperationen zwischen Wasserver-

sorgern und Landwirten die Umsetzung von wasserschutzoptimierten Anbaumethoden fördern und diese weiter ausgebaut werden. In besonderen für die Wasserwirtschaft sensiblen Bereichen wie Gewässerrandstreifen, Uferzonen und Feuchtgebieten (Moorflächen etc.) wird unter anderem der Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) aus heimischen Gehölzen zur Energieholzgewinnung und der Anbau von Rohrkolben zur Dämmstoffherstellung als Alternativen zu anderen Anbauprodukten erprobt. KUP und Rohrkolben haben die Eigenschaft zum Nährstoffrückhalt.

In der Regel wird bei der Wasserkraftnutzung die biologische und morphodynamische Durchgängigkeit der Fließgewässer unterbrochen. Weiterhin kann der Lebensraum in den Ausleitungsstrecken unterhalb der Stauwerke durch ungenügende Wassermengen und Abflussdynamik sowie durch die damit einhergehenden hydromorphologischen Veränderungen beeinträchtigt werden. Der Lebensraum oberhalb der Stauwerke wird durch die Stauhaltung mit Erhöhung der Wassertiefe und Verringerung der Fließgeschwindigkeit negativ beeinflusst. Die Einschränkungen/Hindernisse für passierende Lebewesen und der Gewässerzustand können durch Maßnahmen wie Fischaufstiegsanlagen, das Gewährleisten einer Mindestwasserführung oder innovative Wasserkraftnutzungskonzepte abgemildert bzw. verbessert werden (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ 2012).

Das Einleiten von Kühlwasser kann die thermische Belastung von Gewässern zusätzlich erhöhen (siehe auch **3.3 Zielkonflikte erkennen → Trockenheit und Niedrigwasser → Begrenzte Wasserressourcen und thermische Belastung ↔ Kühlwassernutzung**). Dies könnte sich auf wasserrechtliche Genehmigungen auswirken.

Die vermehrte geothermische Nutzung des Grundwassers kann dauerhaft die Grundwassertemperatur verändern und damit Auswirkungen auf das Grundwasserökosystem haben.

Ausbau der erneuerbaren Energien ↔ Biodiversität

Mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien sind auch Zielkonflikte mit dem Habitat- und Artenschutz sowie ein starkes Eingreifen in das Landschaftsbild verbunden (HOF ET AL. 2018). Zudem stellen Windenergieanlagen eine direkte Bedrohung durch das Kollisionsrisiko für Fledermäuse und Vögel dar. Durch Einbindung der betroffenen Partner in die Planung von (sektoralen) Maßnahmenprogrammen können Konkurrenzsituationen abgefedert werden, beispielsweise durch eine regionale räumliche Steuerung des Biomasseanbaus (FRANCK 2013) und durch Abschaltalgorithmen für Windräder zu Hauptflugzeiten. Eine Intensivierung der Flächennutzung, erhöht z. B. durch enge Fruchtfolgen und intensiven Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz das Risiko, dass Lebensräume und deren Vernetzung untereinander beeinträchtigt werden. So können Kleinststrukturen und Lebensraumfunktionen für viele Arten verschwinden (FIRMENVERBUND GFN-UMWELTPLANUNG 2011). Die Maßnahmen der Landwirtschaft zum Erhalt der Biodiversität, z. B. der Anbau vielfältiger Kulturen und die Anlage von Blühstreifen und Strukturelementen wirken dem entgegen.

Frischlufschneisen und lockere Bebauung ↔ Klimaschutz

Ein Zielkonflikt innerhalb der Stadtentwicklung entsteht durch die Forderung einer lockeren Bebauung mit hohem Freiflächenanteil zur Verringerung des Wärmeinseleffektes. Dem entgegen steht sowohl in wachsenden als auch in schrumpfenden Regionen das Ziel der Verringerung der Flächeninanspruchnahme und die Ansprüche an eine kompakte dichte Siedlungsweise aus Sicht des Klimaschutzes (energie- und verkehrsoptimiert). Gerade für ältere Menschen, aber auch für junge Familien, sind kurze Wege zu Sozial- und Versorgungseinrichtungen von besonderem Wert (BMVBS 2013a). Zudem hält der Nachfrage- und Nutzungsdruck auf zentrale Lagen als Wohn- und Arbeitsorte in vielen wachsenden Städten seit einigen Jahren an.

Das Konzept der „doppelten“ oder „qualifizierten“ Innenentwicklung greift dieses Bedürfnis nach Entwicklung innerstädtischer Flächen durch Bebauung bei gleichzeitiger Schaffung und Aufwertung von Grünflächen auf. Dies lässt sich z. B. durch die Planung neuer Stadtquartiere auf großflächigen Brachen, die Schließung von Baulücken oder Nachverdichtung im Bestand mit Ergänzung von Balkonen und Terrassen sowie die Aufwertung bestehender Freiräume realisieren. Eine Lösung solcher Zielkonflikte kann im Flächennutzungsplan durch entsprechende Schwer-

punktsetzungen erfolgen (HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2016). Als Abwägungsgrundlage für Pläne und Vorhaben ist eine Themenkarte zum Stadtklima (z. B. Klimafunktionskarte) hilfreich. Sie unterstützt die Berücksichtigung stadtklimarelevanter Strukturen bei der Ausweisung freiraumbezogener Nutzungen im Flächennutzungsplan und gibt Hinweise auf stadtklimatische Verbesserungspotenziale (Frischluftschneisen, inversionsgefährdete Tieflagen, Biotopvernetzungsachsen, lockere Bauweise, starke Durchgrünung).

Zudem wird empfohlen, Synergien mit anderen Veränderungen, wie dem demographischen Wandel, bei der Siedlungsentwicklung anzustreben. So können beispielsweise demographisch bedingte Rückbaumaßnahmen in vom Klimawandel besonders betroffenen Gebieten durchgeführt werden oder entstehende Brachen zur Erhöhung des Grünanteils genutzt werden (BMVBS 2013a).

Demographischer Wandel

Bedarf an gesundheitlicher Versorgung bei Extremereignissen ↔ schrumpfende Bevölkerung

Mit der erwarteten gleichzeitigen Zunahme von Extremereignissen wie Hitzewellen oder Sturzfluten und der regionalen Zunahme älterer Bevölkerung wird der Bedarf einer guten, leicht erreichbaren gesundheitlichen Versorgungsinfrastruktur wie Krankenhäuser und Pflegeheime deutlich. Die Zunahme an Patienten muss trotz der vielerorts schrumpfenden Kommunen und damit finanziellen und personellen Einschränkungen der Gesundheitseinrichtungen gemeistert werden. Diese Herausforderung muss in Zukunft durch geeignete Konzepte angegangen werden (BMVBS 2013a).

Erhöhung Grünanteil ↔ schrumpfende Bevölkerung

Auch in Städten mit schrumpfender Bevölkerung sind Klimaanpassungsmaßnahmen wie Grünflächen zur Erhöhung der Wasserinfiltration und Verbesserung des Stadtklimas notwendig. Die Unterhaltung öffentlicher Grünflächen wird jedoch immer schwieriger, da die finanzielle Belastung auf einen immer kleineren Nutzerkreis umgelegt wird. Eine besondere Herausforderung stellen somit die Mehrausgaben zum Ausbau und zur attraktiven Gestaltung solcher Flächen dar (BMVBS 2013a). Die Kosten für Unterhalt und Pflege von Freiflächen können beispielsweise durch das Wählen einer pflegeextensiven Bepflanzung („Wildnis in der Stadt“, natürliche Sukzession) mit hoher Trockenheitstoleranz gesenkt werden. Dadurch entstehen auch Synergien mit der Erhöhung der biologischen Vielfalt und der Möglichkeit zur Umweltbildung (siehe „Gestaltete Parks ↔ Biodiversität, Wildnis“). Synergien ergeben sich auch im Rahmen von Umbauten im Bestand, die ggf. durch die schrumpfende Bevölkerung notwendig werden. So können kostengünstig gleichzeitig Fassaden und Dächer begrünt und Gebäude barrierefrei gestaltet werden.

Werkzeuge

Climate Just Tool

Das auf dem Vereinigten Königreich fokussierte „Climate Just“-Portal (engl.: „klima-gerecht“) bietet umfangreiche Unterstützung zur Gestaltung von sozial gerechten Anpassungsmaßnahmen an Extremereignisse. Mit Leitfäden und Fallbeispielen sowie einem Kartierungstool wird verdeutlicht, wie soziale Unterschiede und Vulnerabilitäten bei der Planung und Umsetzung von urbaner Klimaanpassung berücksichtigt werden können.

<https://www.climatejust.org.uk/> aufgerufen am 28.07.2021



Weiterführende Informationen

ETC/CCA-Bericht zur Sozialen Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel

Der Bericht des „European Topic Centre on Air and Climate Change Impact, Vulnerability and Adaptation (ETC/ACC)“ (Europäisches Themenzentrum für Luftqualität und Klimawandelauswirkungen, -vulnerabilität und -anpassung) bietet einen Überblick über die Begriffsdefinitionen der sozialen Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel und ihrer bisherigen Berücksichtigung bei der Planung und Umsetzung von städtischen Klimaanpassungsmaßnahmen im europäischen Raum. Er beleuchtet die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Methoden und Ansätze und gibt Empfehlungen für künftige Anpassungskonzepte.

BREIL ET AL. (2018): https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/tp_1-2018 aufgerufen am 28.07.2021

Publikation „Alles im Wandel: Demografische und klimatische Veränderungen im Kontext der integrierten Stadtentwicklung“

Die Veröffentlichung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) zeigt die Synergien und Konflikte der drei Handlungsfelder Anpassung an den Klimawandel, Klimaschutz und demografischer Wandel auf. Sie ist als Arbeitshilfe für kommunale Praktiker gedacht und wurde in Kooperation mit den StadtKlimaExWoSt-Modellprojekten Essen und Nürnberg bearbeitet.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (BMVBS) (2013a): https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/ministerien/BMVBS/Online/2013/DL_ON233013.pdf?__blob=publicationFile&v=2 aufgerufen am 28.07.2021

3.4 MASSNAHMEN PRIORISIEREN

Das vorherige Kapitel zeigte, dass Klimaanpassung auf allen gesellschaftlichen Ebenen und in vielen Zuständigkeitsbereichen möglich und erforderlich ist. Aufgrund begrenzter personeller und finanzieller Ressourcen können nicht alle Maßnahmen umgesetzt werden. Daher ist es notwendig, eine bedarfs- und ereignisbezogene Auswahl an Maßnahmen zu treffen. Bei Anpassungsmaßnahmen werden besonders flexible Win-win und No-regret-Maßnahmen bevorzugt (z. B. Flächenvorsorge, Vorsehen von baulichen Erweiterungsmöglichkeiten). Als Kompromisslösungen sind Maßnahmen geeignet, die unter dem Aspekt des Klimaschutzes wichtig sind, aber nur bedingt Vorteile bei der zukünftigen Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels zeigen (Low-regret-Maßnahmen).

Nach der Eingrenzung der Problemlage durch eine Betroffenheitsanalyse ist eine klare Zieldefinition erforderlich, um aussagekräftige Bewertungskriterien aufstellen zu können. Das grundlegende Vorgehen bei der Auswahl von Anpassungsmaßnahmen wird in der Publikation „Bewertung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Leitfaden zur Entscheidungsunterstützung bei der urbanen Klimaanpassung“ (BMVBS 2013b) vorgestellt.

<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/bmvbs-online/2013/ON112013.html?nn=423048> abgerufen am 28.07.2021

Folgende Kriterien werden zur Bewertung von Anpassungsmaßnahmen empfohlen (ergänzt nach DÜMECKE ET AL. 2013; TRÖLTZSCH ET AL. 2012):

- **Wirksamkeit:** Die Maßnahme mindert die Risiken des Klimawandels dauerhaft bzw. trägt zur Nutzung von Chancen bei.
- **Umsetzbarkeit:** Die Maßnahme ist praktikabel, d. h., ihre Umsetzung wird nicht durch institutionelle, soziale, kulturelle, finanzielle oder technologische Barrieren eingeschränkt.
- **Robustheit:** Die Maßnahme wirkt sich unter verschiedenen Klimaszenarien positiv aus.
- **Nachhaltigkeit:** Die Maßnahme trägt zum Ausgleich aller Interessen bei und ermöglicht eine dauerhaft umwelt- und sozialgerechte Entwicklung der Gesellschaft.
- **Finanzielle Tragbarkeit:** Die Maßnahme ist mit vertretbarem Aufwand finanzierbar und alternative Maßnahmen weisen keinen höheren Nutzen bei gleichen Kosten auf.
- **Positive Nebeneffekte:** Die Maßnahme hat neben der Anpassung an den Klimawandel weitere positive Effekte auf Umwelt und Gesellschaft oder für die Ziele der durchführenden Akteure. Diese Effekte treten auch ohne Klimaveränderung ein.
- **Flexibilität:** Die Maßnahme kann mit verhältnismäßig geringen Kosten modifiziert oder sogar rückgängig gemacht und somit an veränderte Klimabedingungen angepasst werden.
- **Effektivität:** Die Maßnahme trägt zur Zielerreichung bei.
- **Dringlichkeit:** Die Maßnahme ist dringend notwendig, um schwerwiegende negative Folgen und Risiken zu vermeiden.
- **Mainstreaming:** Die Maßnahme lässt sich in alle relevante Planungsprozesse und Entwicklungsstrategien integrieren.
- **Politische und gesellschaftliche Akzeptanz:** Die Maßnahme wird auf politischer und gesellschaftlicher Ebene unterstützt und akzeptiert.

Eine gute Übersicht über Methoden und Tools, die im Laufe dieses Bewertungsverfahrens eingesetzt werden können, gibt der „Leitfaden zur Klimaanpassung der Metropolregion Nordwest (METROPOLREGION BREMEN-OLDENBURG IM NORDWESTEN E.V. 2016). Tab. 22 zeigt die drei gängigsten Verfahren zur Entscheidungsunterstützung:

Tab. 22:
Mögliche Verfahren zur Bewertung von Klimaanpassungsmaßnahmen (Quelle: METROPOLREGION BREMEN-OLDENBURG IM NORDWESTEN E.V. 2016, S. 95)

Bewertungsverfahren	Anwendungsfälle	Erfordernisse	Vorteile	Nachteile
Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)	<p>Monetäre quantitative Bewertung bei geringen Unsicherheiten bzgl. relevanter Klimafolgen</p> <p>Auswahl von No-regret-Maßnahmen bzw. der Maßnahmen mit dem größten Nettonutzen</p>	<p>Qualitative Daten zu Klimafolgen</p> <p>Monetär quantifizierbare Kosten der Umsetzung und des Nutzens</p> <p>Mittlere methodische Kompetenzen</p>	<p>Direkte, absolute Analyse des wirtschaftlichen Nutzens, legt die wirtschaftlich optimale Lösung offen und rechtfertigt das Handeln</p> <p>Vergleich von Maßnahme aus unterschiedlichen Bereichen möglich</p> <p>Bekannt und viel benutzt</p>	<p>Schwierig, alle Aspekte monetär zu bewerten</p> <p>Gewisse Unsicherheit bzgl. der Genauigkeit des monetär abgeschätzten Nutzens</p>
Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)	<p>Quantitative (nicht monetäre) Bewertung mittels Zielindikatoren</p> <p>Auswahl der Maßnahme, mit der ein Ziel am kostengünstigsten erreicht wird</p>	<p>Qualitative Daten zu Klimafolgen</p> <p>Monetär quantifizierbare Kosten der Umsetzung und nicht monetäre quantitative Daten zum Nutzen</p> <p>Mittlere methodische Kompetenzen</p>	<p>Quantifizierung des Nutzens in nicht monetären quantitativen Angaben</p> <p>Relativ einfache Durchführung und leicht nachvollziehbare Ergebnisse</p> <p>Bekannt (vor allem im Umweltbereich)</p>	<p>Nicht geeignet für den Vergleich von Maßnahmen aus unterschiedlichen Bereichen</p> <p>Nur bedingt geeignet für den Vergleich nicht technischer Maßnahmen</p>
Multikriterien-Analyse (MKA)	<p>Monetäre quantitative und/oder qualitative Bewertung</p> <p>Aufstellung einer Rangfolge von Anpassungsoptionen auf Grundlage vielfältiger, unterschiedlicher Kriterien und Daten</p>	<p>Quantitative und/oder qualitative Daten zu Klimafolgen</p> <p>Einschätzung des Nutzens durch Stakeholder oder Fachleute</p> <p>Geringe/mittlere methodische Kompetenzen</p>	<p>Anwendbar, wenn nicht alle Daten quantifizierbar sind</p> <p>Relativ einfach, transparent und nicht sehr zeitaufwendig</p> <p>Nutzt effizient vorhandenes Expertenwissen und beteiligt Stakeholder</p>	<p>Schwierig, Unsicherheiten in den Daten zu berücksichtigen</p> <p>Stakeholder können Wissenslücken haben</p> <p>Ergebnisse sind durch Beteiligung subjektiv</p>



Werkzeuge

Risk Analysis Tool (RAT)

Das Excel-basierte „RAT“ Modul wurde an der TU München entwickelt. Es verfolgt das Ziel, quantitativen Risikoanalysen für Naturgefahren und die Entwicklung von alternativen Risikominierungsstrategien anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse zu unterstützen. Das Tool ist ebenfalls für andere Naturgefahren anwendbar, für die das Risiko anhand Szenarien unterschiedlicher Intensität eingeschätzt wird. Die Ergebnisse werden in Form von Tabellen oder Graphiken ausgegeben, die direkt in Berichte oder Präsentationen übernommen werden können.

<https://www.era.bgu.tum.de/software/risk-analysis-tool-rat/> aufgerufen am 28.07.2021

CATLoG

Das Excel-basierte Werkzeug wurde an der Macquarie University und der University of New South Wales, Sydney (Australien) entwickelt. Es ermöglicht die Kombination von quantitativen (Kosten-Nutzen-Analyse) und qualitativen (Multikriterien-Analyse) Methoden mit bis zu 25 Bewertungskriterien und unter Einbezug von bis zu sechs Expertinnen und Experten als Bewertungspersonen. Sowohl die Bewertungskriterien als auch die Expertise der Personen hinsichtlich der einzelnen Kriterien können gewichtet werden.

<https://nccarf.edu.au/handbook-catlog-climate-adaptation-decision-support-tool-local-governments-prioritising/> aufgerufen am 28.07.2021

RiskPlan

Mit RiskPlan lassen sich die kollektiven Risiken durch beliebige Gefährdungen wie z. B. Hochwasser, Erdbeben, Hitzewellen, Stromausfall, Gefahrgutunfall oder Epidemien in einer Region erfassen, quantitativ bewerten und darstellen. Zudem können mit RiskPlan Maßnahmen zur Reduktion der erfassten Risiken bezüglich ihrer Kostenwirksamkeit untersucht werden. Das Werkzeug wird vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) angeboten.

[RiskPlan Offline \(admin.ch\)](#) aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Leitfaden zur Bewertung und Priorisierung urbaner Klimaanpassungsmaßnahmen

Der Leitfaden strukturiert den Bewertungs- und Priorisierungsprozess und hilft damit Entscheidungsträgerinnen und -trägern in Kommunen und Unternehmen, angesichts limitierter finanzieller Ressourcen geeignete und vorteilhafte Maßnahmen zur Klimaanpassung auszuwählen. Darüber hinaus bietet der Leitfaden eine Kurzanleitung für die drei Bewertungsverfahren Kosten-Nutzen-Analyse (KNA), Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA), Multikriterien-Analyse (MKA) sowie Beispiele für mögliche Datenquellen und Fallstudien.

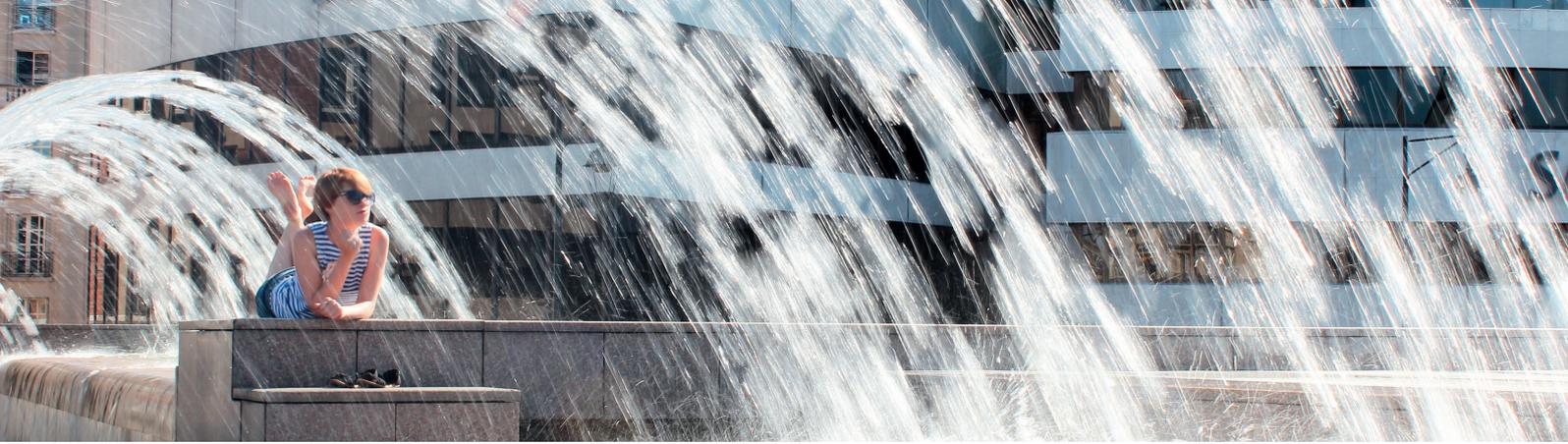
BMVBS (2013b): <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/bmvbs-online/2013/ON112013.html> aufgerufen am 28.07.2021

Abschlussbericht zum Vorhaben „Behördenkooperation Klimawandel und -anpassung“

Folgen des Klimawandels wie Flusshochwasser oder Starkregen können zu beträchtlichen Schäden führen. In diesem Forschungsvorhaben wurden zum einen Schadenspotenziale prioritärer klimawandelgebundener Risiken für Gesellschaft, Wirtschaft und Ökosysteme in Deutschland bestimmt und, wo möglich, volkswirtschaftlich bewertet. Zum anderen wurden fachliche Analysen und Vorschläge für ein Verfahren zur Bewertung von Maßnahmen und Politikinstrumenten der Klimaanpassung entwickelt. Das Verfahren wurde mit dem Behördennetzwerk Klimawandel und Anpassung erprobt und lieferte Beiträge für die Aktionsplanung zur Deutschen Anpassungsstrategie (DAS). Der Abschlussbericht liegt in 2 Teilen vor: „Bewertung klimawandelgebundener Risiken: Schadenspotenziale und ökonomische Wirkung von Klimawandel und Anpassungsmaßnahmen“ (Teil 1) und „Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur integrierten Bewertung von Maßnahmen und Politikinstrumenten der Klimaanpassung“ (Teil 2).

(UBA 2020b): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bewertung-klimawandelgebundener-risiken> aufgerufen am 28.07.2021

(UBA 2020c): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-erprobung-eines-verfahrens-zur> aufgerufen am 28.07.2021



4 Maßnahmen planen und umsetzen

Zentrale Fragestellungen des Kapitels:

Wie organisiere ich die Planung von Anpassungsmaßnahmen?

Wie kann ich eine möglichst erfolgreiche Umsetzung gewährleisten?

Welche Gesetze bieten eine Grundlage für Klimaanpassung?

4.1 DIE ROLLE DER RAUMORDNUNG UND STADTPLANUNG

Der zentrale Akteur bei der Umsetzung von Klimaanpassung auf staatlicher und regionaler Ebene ist die Raumordnung, die als Querschnittsaufgabe einen großen Teil der gesellschaftlichen Handlungsfelder berührt, die von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind. Sie kann durch ihren vorausschauenden und lenkenden Charakter sowie der ganzheitlichen Betrachtung eines Raumes die Entwicklungsziele und Handlungsgrundsätze an veränderte Klimabedingungen anpassen und so schrittweise auf klimaangepasste Planung in mehreren Bereichen einwirken (BAUSCH & HÖRMANN 2013). Die wesentliche Bedeutung der Raumplanung bei der Klimaanpassung wird von OVERBECK ET AL. (2008) folgendermaßen begründet: Die Raumplanung „integriert die unterschiedlichen Nutzungsansprüche der raumbedeutsamen Fachplanungen in räumliche Gesamtkonzepte. Das bedeutet auch die Sicherstellung, dass durch Anpassungsmaßnahmen oder -strategien in einem sektoralen Bereich die Anpassungsfähigkeit in einem anderen Bereich nicht beeinträchtigt wird. Nur eine integrierte Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen erlaubt, Sekundärfolgen und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Bereichen zu berücksichtigen. Die Bedeutung der Raumplanung begründet sich u. a. dadurch, dass viele Anpassungsmaßnahmen einen klaren Raumbezug aufweisen und somit Flächenkonkurrenzen steigen. Abwägungs- und Moderationsprozesse zwischen unterschiedlichen raumbedeutsamen Interessen bzw. Fachplanungen werden an Komplexität zunehmen und an Bedeutung gewinnen.“ Zudem kann und sollte die Raumordnung in einen intensiven Dialog mit den sektoralen Planungen treten und somit auf eine abgestimmte Gesamtstrategie hinarbeiten. Die vielfältigen Anpassungsoptionen der Flächen-, Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung an der Schnittstelle von Raum- und Fachplanung sind in Tab. 23 aufgeführt.

Tab. 23:
Anpassungsoptionen der
Raum- und Fachplanung an
den Klimawandel gemäß der
BayKLAS-Handlungsfelder.
Verändert nach AHLHELM ET AL.
(2016), S. 109 ff.

Handlungsfeld	Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung an die Klima- veränderungen
Raumordnung, Städtebau und Bauleitplanung	<p>Identifizierung und Darstellung anpassungsrelevanter Flächen, bspw.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Risikobereiche ■ potenzielle Gunsträume ■ Gebiete mit wichtigen Klimafunktionen <p>Koordination der unterschiedlichen Raumnutzungsansprüche:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Vermeidung von Flächenkonkurrenzen ■ Schaffung von Rechtsverbindlichkeit ■ langfristige Flächensicherung <p>Außerdem:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Optimierung von Planungsabläufen und stetiger Ausbau des Wissenstands zum Thema Klimawandel ■ Begleitung bzw. Koordination der Implementierung von Klimaanpassung als Querschnittsaufgabe in die verschiedenen Fachdisziplinen und -ressorts ■ Unterstützung von Vernetzungs- und Austauschprozessen und Abbau von Hürden für das interdisziplinäre und fachgebietsübergreifende Arbeiten
Menschliche Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vermeidung negativer Gesundheitsauswirkungen ■ Sicherung der Trinkwasserqualität und Wasserversorgung ■ Reduzierung der Hitzebelastung (bspw. durch planerische und bauliche Maßnahmen) ■ Erhaltung von Erholungs- und Ausgleichsflächen ■ Verbesserung des Lokal- und Bioklimas
Bauwesen	<p>Planung baulicher Anlagen vor dem Hintergrund klimatischer Rahmenbedingungen, bspw.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Steuerung der Ausrichtung und Gestaltung von Baukörpern ■ Bereitstellung von Informationen über bauliche und technische Schutzmöglichkeiten für Private ■ beispielhafte Umsetzung im öffentlichen Bereich als Teil der öffentlichen Daseinsvorsorge ■ Entwicklung von Vorgaben zum klimagerechten Bauen für Neuplanungen Gebäudewärmeschutz zur Verminderung des Energiebedarfs und besserer Schutz vor Hitze
Wasserwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flächenvorsorge durch Sicherung und Wiederherstellung von Auen, Rückhalte- und Entlastungsflächen ■ Anpassung der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur ■ Erweiterung des Schutzes von Gebäuden und Infrastrukturen vor Hochwasser und Starkregen durch planerische, technische, bauliche oder natürliche Schutzmaßnahmen ■ Förderung der Versickerungsmöglichkeiten zur Sicherung des Wasserhaushalts ■ hohe Gewässergüte auch bei steigenden Temperaturen sicherstellen (Einsatz von Materialien mit geringer Wärmeleit- bzw. Speicherfähigkeit bei der Verfüllung von Leitungsgräben, Erhöhung der Einbautiefe von Leitungen bei Neubaumaßnahmen, etc.) ■ Unterstützung bei der Steuerung und nach Möglichkeit Reduzierung der Wassernahme (insbesondere zu Trockenzeiten) ■ Entwicklung von Versorgungsstrategien mithilfe von Landnutzungsszenarien zur Ermittlung des zukünftigen Wasserbedarfs/-verbrauchs
Bodenschutz und Georisiken	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maßnahmen zum Erosionsschutz, zum Erhalt der Lebensraumfunktion und zum Schutz vor Massenbewegungen ■ Schutz unversiegelter Böden und Förderung der Bodenentsiegelung zur Förderung des Wasserrückhalts in der Fläche (Verbesserung der Grundwasserbildung und der Niederschlagsrückhaltung) sowie als klimatische Ausgleichsflächen
Landwirtschaft	<p>Klimaangepasste Standortplanung und Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen mit Funktionen als Kalt- und Frischlufttransportbahnen ■ Minimierung diffuser Einträge aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer, insbesondere in erosionsgefährdeten Gebieten

Handlungsfeld	Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung an die Klimaveränderungen
Wald- und Forstwirtschaft	Schutz und Entwicklung von Wäldern: <ul style="list-style-type: none"> ■ klimatische und lufthygienische Ausgleichsräume ■ zum Schutz vor Starkwind ■ zur Verbesserung des Niederschlagsrückhalts
Naturschutz	Steuerung und Ausgestaltung der Landnutzung unter Nachhaltigkeitsaspekten und Sicherung bzw. Entwicklung von Flächen und Korridoren für: <ul style="list-style-type: none"> ■ durchgängige Freiraum- und Grünstrukturen sowie von Landschaftselementen auf örtlicher und überörtlicher Ebene ■ Artenvielfalt, Biotop-, Gewässer- und Landschaftsdynamik inkl. Migrations- und Verbundstrukturen für Pflanzen- und Tierarten ■ große zusammenhängende, von Zerschneidungen durch Infrastrukturen freie oder geringer betroffene Natur- und Landschaftsbereiche ■ Anpassung der Pflege- und Entwicklungsziele von Schutzgebieten und deren Vernetzung ■ Einwirken auf die Artenausbreitung im Hinblick auf gewünschte und unerwünschte Arten
Energiewirtschaft	Herausarbeiten von Synergien und Konflikten von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen. Beispiel für Synergien: <ul style="list-style-type: none"> ■ Minderung des Verkehrsaufwandes durch freiraumschonende Siedlungsentwicklung ■ Optimierte klimagerechte Stadtentwicklung unter Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung, bspw. bei der Innenentwicklung/ Nachverdichtung Beispiel für potenzielle Konflikte: <ul style="list-style-type: none"> ■ Baumpflanzungen zur Verschattung versus mögliche Einschränkung bei der Nutzung von Solarenergie ■ Steigende Hitzebelastung kann zu vermehrtem Einsatz von Klimaanlagen führen, die eine Steigerung des Energieverbrauchs bedeutet. In diesem Kontext wird eine hitzeangepasste Bauweise mit ausreichender Wärmedämmung umso wichtiger (siehe Handlungsfeld „Bauwesen“).
Straßenbau und Verkehr	Erhebung, Darstellung und ggf. Anpassung von vulnerabler Verkehrsinfrastruktur und entsprechende Steuerung und Planung von Verkehrsaufkommen und Verkehrsinfrastrukturen.
Industrie und Gewerbe	<ul style="list-style-type: none"> ■ Klimagerechte Gestaltung von Industrie- und Gewerbestandorte durch gestalterische, bauliche und technische Maßnahmen (Schutz vor Extremereignissen, Reduzierung der Hitzebelastung, etc.) ■ Berücksichtigung der klimatischen Funktion des Baugebiets bei Neuausweisungen von Gewerbeflächen ■ Anpassung von Verkehrs- und Versorgungsinfrastrukturen zur Sicherstellung und Aufrechterhaltung von Transport- und Lieferwegen bzw. des allgemeinen Produktionsbetriebs (u. a. Versorgung mit Strom, Wasser, Telekommunikation)
Tourismus	<ul style="list-style-type: none"> ■ Steuerung der touristischen Entwicklung unter der Berücksichtigung der spezifischen regionalen Klimaveränderungen ■ Erschließung neuer Regionen und Entwicklung alternativer Angebote, je nach Region Anpassung für eine mögliche Weiterentwicklung touristischer Infrastrukturen ■ Landschaft bzw. Landschaftselemente als ein wesentliches, oft entscheidendes touristischen Anziehungsmerkmal erhalten/entwickeln
Katastrophenschutz	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standortsteuerung für Einrichtungen des Katastrophenschutzes hinsichtlich Lage (Erreichbarkeit, Gefährdung), baulich/technischen Schutzvorkehrungen ■ Standortsteuerung für besonders sensible Einrichtungen (Krankenhäuser, Seniorenwohnheime, Schulen und Kindergärten usw.)

Zur Einschätzung der Klimawandel-Fitness von raumordnerischen Festlegungen können folgende Kriterien verwendet werden (BAUSCH & HÖRMANN 2013):

- Beitrag zur Vermeidung/Verminderung negativer Einwirkungen durch den Klimawandel bzw. potenzieller Schäden an den Raumstrukturen in der Region
- Beitrag zur Nutzung potenzieller Chancen des Klimawandels
- Beitrag zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit in der Region
- Verringerung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) der Raumstrukturen in der Region.

Um die Relevanz von Zielen und Grundsätzen im Planungsprozess zu berücksichtigen, sollten die Planungsinstrumente wissenschaftliche Erkenntnisse einbauen und Bezug auf neuere fachliche Programme nehmen (BAUSCH & HÖRMANN 2013). Gleichmaßen wichtig ist die Kohärenz, d. h. sowohl das interne Zusammenspiel der Inhalte eines Dokumentes als auch das externe Zusammenspiel der unterschiedlichen Instrumente.

Zudem ist die Durchsetzungskraft der Festlegungen wesentlich für die Übernahme der Klimaanpassungsmaßnahmen in der Praxis. Diese kann durch eine systematische Überprüfung und Anpassung der verbindlichen Planungsziele erhöht werden. Dafür müssen alle relevanten Handlungsfelder identifiziert und durch Ziele und Grundsätze der Anpassung an den Klimawandel abgedeckt werden. Bereits existierende Festlegungen können ggf. durch Herauf- oder Herabstufung der Verbindlichkeit (z. B. vom Vorbehaltsgebiet zum Vorranggebiet) oder der räumlichen Ausweitung angepasst werden. Jegliche Überarbeitungen und deren Bezug zur Klimaanpassung sind einfach und verständlich im Begründungsteil darzulegen.

Zusätzlich empfehlen BAUSCH & HÖRMANN (2013) angesichts der Unsicherheiten bezüglich des exakten Verlaufes des Klimawandels über die kommenden Jahrzehnte, im Konfliktfall die Durchsetzung von Einzelinteressen stärker als bisher in Frage zu stellen.



Schatten spendende Alleen statt Verkehrsschneisen, Parkanlagen statt Asphaltwüsten, grüne Dächer und Fassaden, ein dichtes Netz von Rad- und Fußwegen und ein eng getakteter öffentlicher Nahverkehr: Die klimaangepasste Stadt ist gut für Mensch und Umwelt.

4.2 HINDERNISSE UND ERFOLGSFAKTOREN

Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Instrumente zur Umsetzung von Klimaanpassung geschieht aufgrund gegenläufiger Interessen, Zielkonflikten und Planungshorizonten der beteiligten Stakeholder selten harmonisch. Im Folgenden werden mit der Raumplanung verbundene Hindernisse und Erfolgsfaktoren bei der Klimaanpassung beleuchtet.

Kommunikation und Akzeptanzschaffung

Hindernisse

Die langen Zeithorizonte für Investitionen, denen die kurzfristigen Zeiträume der Unternehmensplanung gegenüberstehen, werden als die größten Hindernisse bei der Anpassung in der Wirtschaft gesehen werden (STMUG 2012). Hinzu kommt, dass „viele noch ungewiss ist“: man wisse (noch) nicht genug, um zielgerichtet handeln zu können. Und schließlich stellt neben der Langfristigkeit und Unsicherheit vor allem die (Anpassungs-)Kommunikation eine große Barriere dar: Das Thema Anpassung ist in weiten Teilen von Wirtschaft und Gesellschaft noch stark unterrepräsentiert. Ähnliche Hindernisse und Herausforderungen finden sich auch in der kommunalen Praxis: Wahlperioden sind meist kurzfristiger als die notwendige Reichweite der politischen Unterstützung für Anpassungsmaßnahmen. Zudem fehlen oft die personellen Ressourcen zur fachlich fundierten Auseinandersetzung mit dem Thema Klimawandel.

Erfolgsfaktoren

Relevante Akteure einbinden

In diesem Kontext ist die Vernetzung unterschiedlicher Interessensgruppen von herausragender Bedeutung für die Problem- und Lösungsfindung: Im Gespräch über Chancen und Risiken sollten möglichst viele Akteure aus Politik, Wirtschaft, Planung, Gesellschaft und den Trägern der öffentlichen Belange (TÖB) eingebunden werden. Die wichtigsten Akteure werden in der BayKLAS (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2016) nach Handlungsfeldern und in Tab. 24 nach Kategorien aufgelistet. Durch Kooperationen und gemeinsame Anstrengungen der Stakeholder lassen sich verschiedene Anpassungsoptionen entwickeln und „arbeitsteilig“ umsetzen. Dabei kann die Raumplanung eine zentrale Rolle als Koordinationsstelle und Mediator bei Zielkonflikten einnehmen. Im Rahmen von formalen Planungsverfahren sowie mithilfe von informellen Planungsinstrumenten (siehe „Informelle Instrumente gezielt einsetzen“ unter diesem Punkt sowie „4.3 Eignung und Weiterentwicklung der Umsetzungsinstrumente“) kann diese die Rahmenbedingungen für einen intensiven Austausch der Akteure gestalten.

Informelle Instrumente gezielt einsetzen

Informelle Instrumente bieten die Chance, Klimaanpassung jenseits der rechtlich verbindlichen Festlegungen aktiv zu befördern. Sie bilden den Rahmen zur strategischen Bekanntmachung aktueller Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels unter der Fach- und Raumplanung und der Öffentlichkeit. Das Thema Klimawandel und Klimaanpassung sollte dabei leicht zugänglich und zielgruppenspezifisch aufgearbeitet werden. Dazu gehört sowohl die Auswahl aktueller und relevanter Informationen als auch die Wahl der geeigneten Sprache. Durch den regionalen Bezug und anschauliche Beispiele wird der „Nerv“ der Akteure besser getroffen (BAUSCH & HÖRMANN 2013). Dabei sollte sensibilisiert werden, ohne zu dramatisieren. Zur Initiierung von Klimaanpassung und Informationskampagnen können Aufmerksamkeitsfenster von Extremereignissen genutzt werden. Wichtig ist auch eine Ansprache auf Augenhöhe, um Offenheit für neue Inhalte und Motivation zur Weiterbeschäftigung mit dem Thema Klimaanpassung herzustellen. Bewusstseinsbildung kann somit durch die Verwendung lokalen und regionalen Wissens, Einbeziehung

Tab. 24:
Relevante Akteure im Klima-
anpassungsprozess auf regio-
naler/kommunaler Ebene
(nach BAYERISCHE STAATSRE-
GIERUNG 2016)

Relevante Akteure	Wer?
Staatliche Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ■ Landesamt für Umwelt ■ Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ■ Landesanstalt für Landwirtschaft ■ Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau ■ Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit ■ Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz ■ Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ■ Staatsministerium für Gesundheit und Pflege ■ Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie ■ Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr ■ Bayerisches Staatsministerium der Finanzen und für Heimat ■ Wasserwirtschaftsämter ■ Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ■ Ämter für Ländliche Entwicklung ■ Landkreise, Gemeinden und Städte ■ Regionale Planungsverbände ■ Träger der Infrastruktureinrichtungen ■ Untere Bauaufsichtsbehörden ■ Katastrophenschutzbehörden ■ Landesgesundheitsrat Bayern
Forschung und Wissen- schaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ Universitäten ■ Fachhochschulen ■ Forschungseinrichtungen ■ Akademie für Naturschutz und Landespflege ■ Nationalparke ■ Verein zur Förderung der Waldforschung ■ Verein für Standorterkundung
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> ■ Energieversorger und Verbände der Energiewirtschaft ■ Industrie- und Handelskammer ■ Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft ■ Krankenhäuser ■ (lokale) Unternehmen ■ Planungs- und Ingenieurbüros ■ Wohnungsbaugesellschaften ■ Umweltpakt Bayern ■ Regionale Energieagenturen ■ Tourismusverbände ■ Verband kommunaler Unternehmen ■ Landesvereinigung für den ökologischen Landbau ■ Almbauernvereinigung ■ Verband der Bergbahnbetreiber ■ Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft ■ Bayerischer Forstverein ■ Bund deutscher Forstleute ■ Gewerkschaft IG Bauen – Agrar – Umwelt ■ Weihenstephaner Forstingenieure ■ Verband freiberuflicher Forstsachverständiger ■ Verband der Forsttechniker ■ Cluster Forst und Holz in Bayern ■ Landesbeirat Holz Bayern ■ Bayerischer Bauernverband ■ Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks ■ Bayerischer Waldbesitzerverband ■ ARGE Jagdgenossenschaften
Gesellschaftliche Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bürgerschaft ■ Wasserforum Bayern ■ Grundbesitzer ■ Naturschutzverbände ■ Jagdverbände ■ Deutscher Alpenverein ■ ADFC ■ VCD ■ Wasserverbände ■ Schutzgemeinschaft Deutscher Wald ■ Mietervereine ■ Sportverbände

der Bevölkerung, aber auch die Visualisierung der möglichen künftigen Betroffenheit betrieben werden, z. B. in Form von Klimawirkungskarten. Diese Darstellungen haben keine rechtliche Bindungswirkung, können jedoch als Planungsgrundlage und Begründungshilfe eine Schnittstelle zur formellen Planung herstellen.

Bürgerinnen und Bürger beteiligen

Von Seiten der Bürgerinnen und Bürger besteht in der Regel vor allem Interesse an Planungen, die sich auf ihr Wohnumfeld beziehen. Um auch hier ggf. vorhandene Konflikte zu erkennen und Kompromisse zu finden, ist eine frühzeitige und kontinuierliche Beteiligung der Öffentlichkeit unerlässlich; wobei gezielt auch sozioökonomisch benachteiligte Bevölkerungsgruppen eingebunden werden sollten. Bürgerbeteiligung wird von den Städten zwar nicht als konfliktfrei empfunden, aber aus Gründen der Akzeptanz beschlossener Maßnahmen und ggf. Regelungen ist diese unerlässlich. Weiterhin erschließt man sich dadurch möglicherweise ein Potenzial an kreativen Ideen und Unterstützung (z. B. für Anliegen des urbanen Grüns, aber auch bei der späteren Pflege der Flächen). Wesentliches Ziel dabei ist, dass die zivilgesellschaftlichen Akteure die Maßnahmen wertschätzen. Wichtige Elemente der Bürgerbeteiligung sind Öffentlichkeitsarbeit und Information (BÖHM ET AL. 2016). Die Bürgerbeteiligung kann beispielsweise in Form von Zukunftswerkstätten oder World-Cafes erfolgen (PRUTSCH ET AL. 2014). Bei der Gestaltung der Maßnahmen wird empfohlen, hohen Wert auf Multifunktionalität zu legen und Elemente einzubinden, die das Gemeinschaftsgefühl und die Verbundenheit der Bürgerinnen und Bürger mit der eigenen Kommune stärken (BBK 2015a).

Kosten realistisch einschätzen und kommunizieren

Eine pessimistisch eingeschätzte Kosten-Nutzen-Relation kann Widerstand gegenüber Anpassungsmaßnahmen hervorrufen. Dabei gibt es mehrere Möglichkeiten, die Akzeptanz von Klimaanpassung unter finanziellen Aspekten zu erhöhen.

Produktionskosten (z. B. Bau- oder Anschaffungskosten) können durch Fördermittel gesenkt werden. Intensive Abstimmungsverfahren zwischen einzelnen Ämtern in der Anstoßphase und bei der Suche von geeigneten Anpassungsmaßnahmen sind ein weiterer wichtiger Kostenfaktor. Dieser kann jedoch im Laufe des Anpassungsprozesses durch ansetzende Lerneffekte, Vereinheitlichung der Sprache sowie das Etablieren von Ansprechpersonen sinken. Dabei lohnt sich der Aufwand umso mehr, je integrierter das Maßnahmenbündel zur Klimaanpassung gestaltet wird und somit die Kosten auf mehrere Handlungsbereiche und Ämter verteilt werden sowie Synergien direkt im Vorfeld der Umsetzung identifiziert werden.

Auch die Vergabe von Aufträgen oder die Ansprache von Haushalten und Unternehmen sind mit hohem Aufwand verbunden. Wenn Informationskampagnen das erwünschte Engagement nicht herbeiführen, ist eine persönliche Ansprache vor allem von potenziellen großen Anpassungsakteuren erforderlich (z. B. Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen, Interessensvertretungen).

Ein weiteres wichtiges Abwägungskriterium für Anpassungsmaßnahmen ist der entgangene Nutzen, der beim Einsatz von Ressourcen in anderen kommunalen Projekten außerhalb der Klimaanpassung entstehen würde (Opportunitätskosten). Allerdings ist für die Entscheidung zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen sehr oft nicht der objektive Kostenfaktor, sondern die subjektive Kostenwahrnehmung entscheidend (HECHT ET AL. 2014). Es ist erforderlich, den gesamten Nutzen der Anpassung deutlich darzustellen und nicht nur einen engen finanziellen Vorteil hervorzuheben. Vielmehr sind weniger fassbare positive Wirkungen wie beispielsweise Ökosystemdienstleistungen und Synergien mit anderen Maßnahmen darzustellen, was u.a. auch die Aufgabe der Initiatoren (siehe 4.2.3) ist. Dadurch wird nicht die Einzelmaßnahme, sondern das Gesamtpaket bewertet.

Weiterführende Informationen

Expertise „Kommunikationsinstrumente im Anpassungsprozess an den Klimawandel“

Die Publikation des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) liefert Praxishinweise für die Planung und Umsetzung von Kommunikations- und Partizipationsprozessen im Rahmen der Klimaanpassung. Dabei werden die Erläuterungen zu den verschiedenen gängigen Ansätzen um Erfahrungen aus StadtKlima-EWoST-Modellprojekten ergänzt.

BMVBS (2013c): https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/ministerien/BMVBS/Online/2013/DL_ON282013.pdf?__blob=publicationFile&v=2 aufgerufen am 28.07.2021

Ergebnispapier „Welche Beteiligungsmethoden können Bürgerinnen und Bürger zur Vorsorge aktivieren?“

Das Papier fasst die Ergebnisse eines Stakeholderdialogs zusammen, der vom Umweltbundesamt im April 2018 veranstaltet wurde. Der Workshop ging der Frage nach, wie man die Zivilgesellschaft besser in Vorsorge- und Anpassungsaktionen an den Klimawandel integrieren kann. Dabei wurden unter anderem bereits erprobte Beteiligungsmethoden vorgestellt. Das Papier enthält auch eine Zusammenstellung von weiterführender Literatur zu Bürgerbeteiligungsprozessen (Methoden, Checklisten und Beispielen).

UBA (2018): https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2666/dokumente/uba-dialog_beteiligungsmethoden_klimaanpassung_ergebnispapier.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Wie Beteiligung zu Klimaanpassung gelingt – Checkliste mit Erfolgsfaktoren

Die Checkliste des Umweltbundesamtes umfasst übergreifende sowie spezifische Erfolgsfaktoren für vier Zielstellungen von Beteiligungsprozessen zu Klimaanpassung, die in der Praxis häufig verfolgt werden: Entwicklung und Abstimmung von Klimaanpassungsstrategien, Stärkung der Eigenvorsorge, Stärkung lokaler Initiativen sowie Konfliktbearbeitung und -lösung.

HOFFMANN & RUPP (2017):

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2666/dokumente/wie_beteiligung_zu_klimaanpassung_gelingt_-_checkliste_mit_erfolgsfaktoren.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Informelle Klimawandel-Governance – Instrumente zur Information, Beteiligung und Kooperation zur Anpassung an den Klimawandel

Der Bericht der HafenCity Universität Hamburg geht den Fragestellungen nach, welche informellen Instrumente von der Wissenschaft diskutiert bzw. in der Praxis bereits angewendet werden und wie deren Beitrag zur Klimaanpassung aussehen kann und sollte. Beispiele solcher Instrumente aus angewandten Forschungsprojekten sowie der Verwaltungspraxis werden systematisiert und erläutert. Der weitere Forschungsbedarf wird aufgezeigt.

JANNES ET AL. (2014): <https://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2014/131/> aufgerufen am 28.07.2021

Handbuch zur Partizipation

Das Handbuch bietet einen Leitfaden für die Begleitung und Durchführung von Beteiligungsverfahren im Rahmen von bezirklichen oder gesamtstädtischen Planungs- und Entscheidungsprozessen. Dabei werden auch typische Schwierigkeiten und Stolpersteine von Partizipationsverfahren benannt und Tipps und Empfehlungen gegeben, wie sich diese vermeiden oder zumindest abschwächen lassen.

SENATSWERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT BERLIN (2012):

https://www.stadtentwicklung.berlin.de/soziale_stadt/partizipation/de/handbuch.shtml aufgerufen am 28.07.2021

Handbuch Bürgerbeteiligung

Das Handbuch bietet eine umfassende Informationsquelle sowie einen praxisnahen Einstieg in das Thema Bürgerbeteiligung. Es liefert einen strukturierten Überblick über die derzeit prominentesten Verfahren sowohl der klassischen Präsenz- als auch der internetgestützten Beteiligung. Eine abschließende vergleichende Bewertung hilft zu entscheiden, welches Verfahren für welche Situation am besten geeignet ist.

NANZ & FRITSCH (2012): <https://www.bpb.de/shop/buecher/schriftenreihe/76038/handbuch-buergerbeteiligung> aufgerufen am 28.07.2021

Zusammenstellung der Führungsakademie Baden-Württemberg zu Modellen, Instrumenten und Methoden der informellen Bürgerbeteiligung

Diese Übersicht beinhaltet eine Vielzahl von Beteiligungsmodellen, Instrumenten und Methoden, die im Zuge von Bürgerbeteiligungsprozessen im kommunalen Bereich angewendet werden können. Pro Methode wird auf Hauptzweck, besondere Voraussetzungen und Eignungen eingegangen. Für jede Methode ist auch ein Praxisbeispiel verlinkt.

https://www.bw21.de/Bildung21_Aktuell/Managementwissen/Buerger_beteiligen/Seiten/Modelle,-Instrumente-und-Methoden-der-informellen-B%C3%BCrgerbeteiligung.aspx aufgerufen am 28.07.2021

Methoden und Verfahren der Bürgerbeteiligung

Die Online-Plattform der Stiftung Mitarbeit in Kooperation mit dem Bundesinnenministerium stellt eine alphabetische Auflistung von Methoden und Verfahren der Bürgerbeteiligung inklusive Beschreibung und Praxisbeispielen zur Verfügung.

<https://www.buergergesellschaft.de/mitentscheiden/methoden-verfahren/buergerbeteiligung-in-der-praxis-methoden-und-verfahren-von-a-z/> aufgerufen am 28.07.2021

Mainstreaming

Hindernisse

Klimaanpassung bekommt oft eine geringere Priorität gegenüber anderen Themen auf der politischen, kommunalen und geschäftlichen Agenda. Dadurch wird das Mainstreaming, d. h. die breitbandige Integration in bestehende handlungsfeldübergreifende sowie sektorale Abläufe, Konzepte, Projekte und Maßnahmen, erschwert. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass Klimaanpassung noch kein etabliertes Aktionsfeld wie der Klimaschutz ist. Dies liegt größtenteils daran, dass im Gegensatz zu Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Reduktion des Energieverbrauchs) ein Return of Invest (ROI) bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen nur schwer berechenbar ist. Denn ein durch Anpassungsmaßnahmen nicht eingetretener Schadensfall („vielleicht hätte es uns ohne Anpassungsmaßnahme auch nicht erwischt“) ist bilanztechnisch kaum zu monetarisieren. Aus diesem Grund sowie aus der Pflicht der öffentlichen Daseinsvorsorge liegt derzeit der Schwerpunkt der Anpassungsaktivitäten auf staatlicher Seite. Dies gilt z. B. für die Wasserwirtschaft (Hochwasserschutz, Niedrigwassermanagement) oder die Land- und Forstwirtschaft (Bewässerung, Waldumbau). Zudem erfordern Zielkonflikte (siehe „3.3 Zielkonflikte erkennen“) eine integrative und gründliche Auseinandersetzung mit den Anpassungsstrategien. Dadurch kann verwaltungsintern der Eindruck eines aufwändig zu koordinierenden, „oben-drauf“-Themas entstehen.

Ordnungsrechtliche Verbindlichkeit könnte weiterhelfen, wenn Maßnahmen als offensichtlich alternativlos erscheinen. Beispielsweise bestehen keine Nutzungseinschränkungen für Risikogebiete wie überschwemmungsgefährdete Gebiete (HQextrem), wodurch eine klimaangepasste Planung im Abwägungsprozess gegenüber eher kurzfristigen, meist finanziellen Interessen verteidigt werden muss. Eine Verschärfung der gesetzlichen Regelungen und Vorschriften für Anpassungsmaßnahmen wird gedanklich mit Umsatzeinbußen und erhöhten Kosten assoziiert (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT 2012).

Erfolgsfaktoren

Huckepack-Strategie

Klimaanpassung kann oft in bestehende Prozesse integriert werden, ohne dass dafür umfangreiche Ressourcen bereitgestellt werden müssen. Synergien können besonders durch sogenannte Hucke-Pack-Maßnahmen erzielt werden. Beispielsweise kann im Zuge quartiersorientierter Erneuerungsstrategien über neue oder veränderte Straßenräume nachgedacht werden. Somit können Klimaanpassungsmaßnahmen auf demographische Maßnahmen „aufgesattelt werden“ und umgekehrt (BMVBS 2013a). Stadtbegrünungskonzepte oder Freiflächenplanungen können sowohl dem Temperatenausgleich dienen, als auch zum Hochwasserschutz beitragen und Naherholungsbelange bedienen (BBR 2016).

„Türöffner“ nutzen

Andere aktuelle und dringliche Themen wie der Klimaschutz, der demographische Wandel, der ökonomische Strukturwandel oder die Energiewende, können der Klimaanpassung als „Türöffner“ auf die politische Agenda verhelfen. Durch die Multifunktionalität des urbanen Raumes bestehen häufig gemeinsame Ziele mit anderen Themen (z. B. Erholung und Gesundheit). Deren Anforderungen können eine unterstützende Argumentationshilfe für die Klimaanpassung sein und die kommunale Handlungsinitiative stärken.

Entwicklungsziele und Leitbilder definieren und nutzen

Ein Leitbild mit entsprechenden Zielen zur Anpassung an den Klimawandel, ggf. in Kombination mit Zielen zum kommunalen Klimaschutz, ist für Kommunen eine wichtige strategische Grundlage, um klimapolitische Ziele gemeinsam in der Verwaltung und mit der Gesellschaft zu verfolgen. Klimaanpassung gewinnt dadurch mehr Gewicht in den planerischen Abwägungsprozessen. Die Bedeutung dieser Themen für das Verwaltungshandeln, verbunden mit der Bereitstellung entsprechender Kapazitäten, wird durch Annahme des Leitbildes deutlich gemacht. Die Ziele und Leitlinien können in Form von Beschlüssen festgesetzt werden und erhalten so ihre Verbindlichkeit innerhalb der Kommune.

Eine wichtige Funktion erfüllen entsprechende klimapolitische Ziele zur Anpassung auch im Hinblick auf die Begründung von Festsetzungen in einem Bebauungsplan sowie als Leitlinien für Einzelfallentscheidungen, z. B. bei der Baugenehmigung bzw. bei Entscheidungen über Projekte. Die Leitbilder und Ziele können sowohl in bestehende Abläufe und Prozesse integriert werden als auch über eine gesamtstädtische Anpassungsstrategie Berücksichtigung in der Planung finden (HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2016; BÖHM ET AL. 2016).

Bestehende Ziele und Leitbilder enthalten womöglich schon einen Bezug zur Klimaanpassung (z. B. bzgl. Hochwasserschutz, Regenwassermanagement, Freiraumversorgung, Naturschutz) – hier sollte sichtbar gemacht werden, dass Klimaanpassungsaktivitäten unter anderem Namen schon umgesetzte Realität in den Stadtverwaltungen sind. Dadurch wird klargestellt, dass Klimaanpassung in vielen Fällen keine separate Aufgabe darstellt und vielfältige Synergien möglich sind.

Orientierungswerte und Leitlinien entwickeln

Im Rahmen informeller Instrumente können Orientierungswerte und Leitlinien, z. B. für die Freiraumversorgung, eine wichtige Argumentationshilfe für kommunale Akteure darstellen (BÖHM ET AL. 2016). Beispielsweise wird im Entwurf des Konzeptgutachtens „Freiraum München 2030“ der Landeshauptstadt München eine dreistufige, kaskadenartige Entscheidungshilfe zur Sicherung der Freiraumversorgung im Zuge von neuen Bauvorhaben vorgeschlagen, der sogenannte „München-Code“. Dabei sollten in der Stadt München bereits Mitte der 1990er Jahre bei Neubauvorhaben die Orientierungswerte von 17 m² für öffentliche Grünflächen (bezogen auf unterschiedliche Versorgungsebenen von der Nachbarschaft über das Wohngebiet bis hin zum Stadtteil) und 20 m² für private Grünflächen je Einwohner eingehalten werden. In der Planungspraxis hat sich allerdings gezeigt, dass aufgrund von Flächenkonkurrenzen, der eingeschränkten Verfügbarkeit von Flächen und insbesondere der hohen Grundstückspreise diese Orientierungswerte nicht

immer eingehalten wurden. Aus zwingenden städtebaulichen und grünplanerischen Gründen (z. B. Wahrung der Homogenität, ungünstiger Flächenzuschnitt oder Immissionsschutzbelange) können die Orientierungswerte im Umgriff des Planungsvorhabens modifiziert werden (LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN, REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG 2012). Dies ist dann immer mit einer Freiraum-Kompensation in der Nähe zu kombinieren. Als Möglichkeiten hierzu zählen vor allem die Entwicklung neuer Freiräume, die qualitative Aufwertung von bestehenden Grün- und Freiflächen bis hin zur Verbesserung ihrer Erreichbarkeit oder Durchgängigkeit. Wenn eine Kompensation in der Nähe nicht gelingt, könnte in einer dritten Stufe auf das geplante städtische Freiraumkonto bzw. auf den mitunter weiter entfernt liegenden Freiraumpool zurückgegriffen werden (BECKER ET AL. 2015).

Klimaanpassung in anstehende Vorhaben und laufende Planungsverfahren einbinden

Neben den gesonderten Strategien und Maßnahmen für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel gilt es, in allen sonstigen „normalen“ Planungsverfahren und Entscheidungsprozessen – u. a. bei der kommunalen Bauleitplanung – die Erfordernisse des Klimaschutzes wie auch der Anpassung an den Klimawandel frühzeitig einzubeziehen und angemessen zu berücksichtigen. Allerdings handelt es sich hier um kein Handlungsgebot, sondern um Belange, die in der Abwägung zu berücksichtigen sind (BauGBÄndG 2011 – Mustererlass).

Dabei können vorhandene Instrumente eingesetzt werden, insbesondere die Strategische Umweltprüfung (SUP) für Pläne und Programme, die Umweltprüfung in der Bauleitplanung und die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) für Projekte (DIE BUNDESREGIERUNG 2011). Die Städte Regensburg sowie Mainz und Wiesbaden haben dazu untersucht, wie sich die Klimafolgenabschätzung optimal in kommunale Planungsverfahren integrieren lässt (Abb. 17) (JACOBY & BEUTLER 2013; HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2016). Mit Hilfe der kommunalen Landschaftsplanung als Teil der Flächennutzungsplanung kann der örtliche räumliche Anpassungs- und Strukturierungsbedarf konzeptionell gefasst, abgestimmt und in ein sinnvolles Gesamtsystem integriert werden. Medienübergreifende Synergieeffekte können dabei aufgezeigt werden (z. B. Kombinationseffekte aus Entsiegelung, dezentralem Wasserrückhalt, Schaffung von Grünräumen und örtlichem Biotopverbund in Verbindung mit einem Flächenmanagement).

Verbindlichkeit schaffen

Die Durchsetzbarkeit von Anpassungsmaßnahmen kann durch die Schaffung von Rechtsgrundlagen erhöht werden. So wird empfohlen, Anpassungsmaßnahmen auch in Risikogebieten außerhalb von Überschwemmungsgebieten zu forcieren und neue Gebietsausweisungen mit ordnungsrechtlicher Verbindlichkeit (z. B. Hochwasserentstehungsgebiete) durch Entwicklung entsprechender gesetzlicher Grundlagen zu ermöglichen (DIE BUNDESREGIERUNG 2016).

Verbindlichkeit wird auch durch Ziele der Raumordnung geschaffen. Um Zielkonflikte frühzeitig abzufedern und Planungssicherheit zu gewährleisten, sollten Grundsätze und Ziele konkret benannt und so der Planung präzise Vorgaben an die Hand gegeben werden. Dies betrifft zum einen die in einzelnen Teilräumen erlaubte und/oder erwünschte Landnutzung insbesondere aber auch die Formulierung z. B. von Ausschlusskriterien für bestimmte Nutzungen. Auf die Formulierung von Soll-Zielen sollte verzichtet werden, da deren Verbindlichkeit in Frage zu stellen ist (FIRMEN-VERBUND GFN-UMWELTPLANUNG 2011).

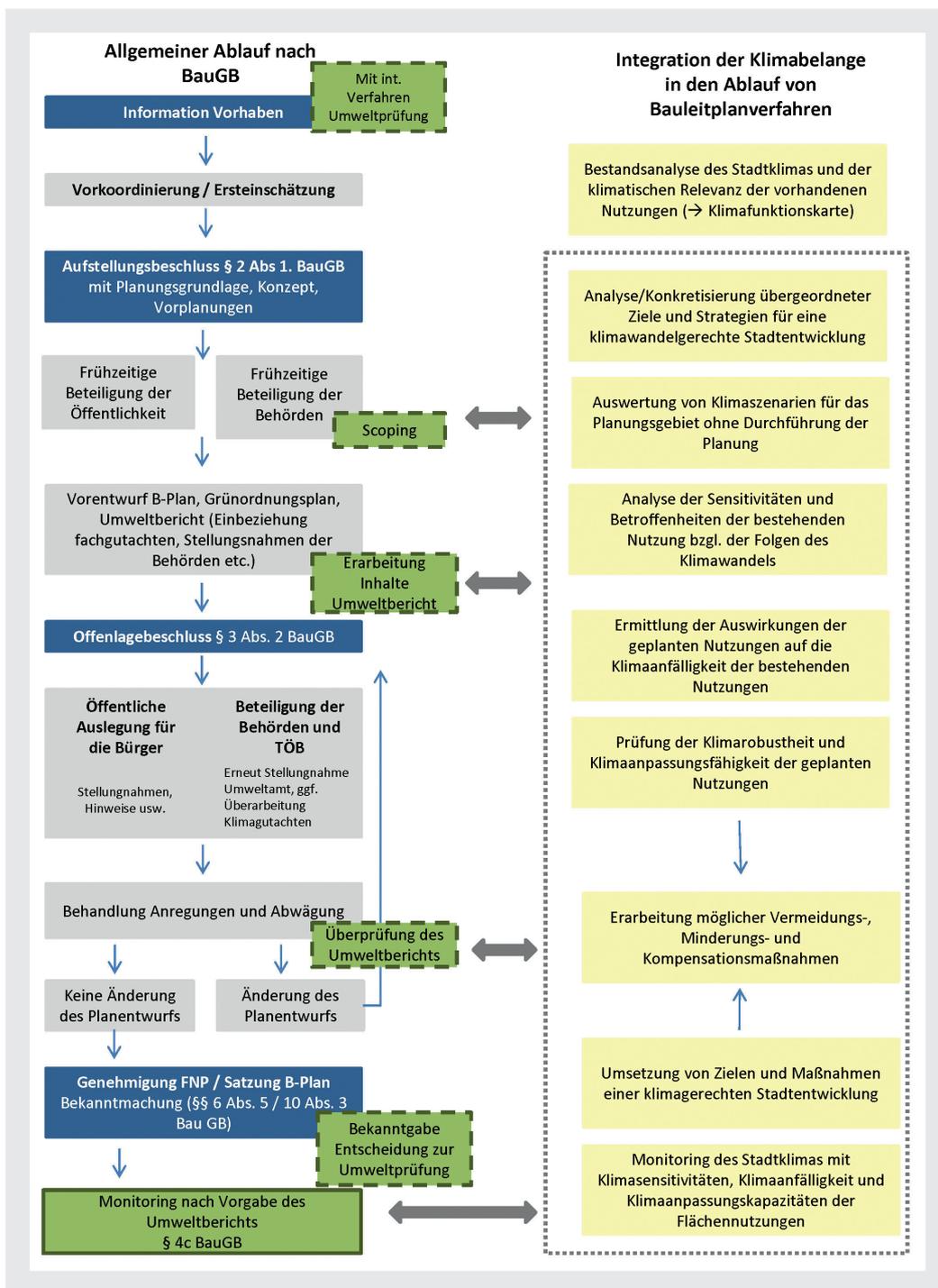


Abb. 17: Integration der Klimabelange in den Ablauf von Planungsverfahren (angepasst nach HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2016; PLANUNGSHINWEISKARTE REGENSBURG; JACOBY 2013; JACOBY & BEUTLER 2013)

Organisation und Governance Hindernisse

Für die (kommunale) Verwaltung kann die Umsetzung von Klimaanpassung als technische oder organisatorische Innovation gesehen werden, die eine z.T. erhebliche Veränderung der bisherigen Arbeitsweise bedeuten kann. Dies wird jedoch oft als „Störung, ja als Ärgernis, wenn nicht gar als Umbruch und sinnlose Turbulenz empfunden“ (HECHT ET AL. 2014). Vor allem kleine Gemeinden verfügen über weniger Spielraum, neue Handlungsfelder in die bestehenden Planungs- und Entwicklungsprozesse zu integrieren. Ihre Verwaltungsstrukturen sind weniger differenziert und weniger spezialisiert. Es fehlt vor allem der richtige Zugang, das Thema Klimawandelanpassung innerhalb der kommunalen Verwaltung und im Gemeinderat zunächst anzustoßen (BAUSCH & KOZIOL 2017).

Erfolgsfaktoren

Zuständigkeiten klar zuweisen

Um den Verfahrensaufwand zu reduzieren, müssen die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten innerhalb der Verwaltungen klar sein. Durch die Schaffung von klaren Governance-Strukturen werden auch die Vernetzung und die Integration der Anpassungsbestrebungen gefördert. So lassen sich beispielsweise über behördenübergreifende Arbeitsgruppen Inhalte abstimmen und Ergebnisse kommunizieren. Vorhandene Gremien für fachübergreifende Themen wie der Klimaschutz können erweitert bzw. angepasst werden, um Klimaanpassung zu behandeln.

Ressortübergreifend kooperieren

Die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit der relevanten Akteure in der kommunalen Verwaltung, ob formell oder informell, ist ein wichtiger Baustein für die Umsetzung nachhaltiger Raumentwicklung. Erforderlich ist die kontinuierliche und konstruktive Zusammenarbeit insbesondere der Bereiche Stadtplanung, Grünflächen und Naturschutz, Mobilität und Gesundheit in einem gemeinsamen Planungs- und Umsetzungsprozess. Nur so gelingt es, frühzeitig mögliche Konflikte oder Zieldivergenzen zu erkennen und in einem integrierten Planungsprozess Lösungen zu finden. Dabei können die Ressorts wie beispielsweise „Planen und Umwelt“, als Schnittstelle unterschiedlicher Fachbereiche, als Initiatoren fungieren. Ergänzend zu persönlichen Kontakten sollte der fachübergreifende Austausch möglichst institutionalisiert werden, um die Kontinuität auch beim Wechsel des Personals zu gewährleisten. Möglichkeiten dazu sind:

- Einrichtung einer Arbeitsgruppe auf der Arbeitsebene, die bei Bedarf (z. B. Bekanntwerden eines Planungsvorhabens) zusammenkommt
- Einrichtung einer Koordinationsgruppe, die sich regelmäßig trifft und die aktuellen Projekte mit Bezug zum Klimawandel bespricht
- projektbezogene Arbeitsgruppen, die jeweils in der Vorbereitungs- und Planungsphase eines Projekts gemeinsam arbeiten (HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE 2016).

Regional zusammenarbeiten

Synergien bei der Klimaanpassung lassen sich auch in der interkommunalen oder regionalen Zusammenarbeit erzeugen. Dabei ist es in Bayern aufgrund der kleingliedrigen Kommunalstruktur mit mehr als 2.000 Gemeinden besonders lohnend, regional zu kooperieren. In Bayern arbeiten derzeit rund 850 Gemeinden interkommunal in knapp 110 Projekten der Integrierten Ländlichen Entwicklung zusammen. So können Instrumente wie ein interkommunales Flächenmanagement oder Ökokonto genutzt werden, um Flächenpotenziale von mehreren Gemeinden optimal einzusetzen. Zusätzlich kann eine gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit über Anpassungsmaßnahmen informieren und somit die Attraktivität der Region insgesamt steigern. In Grenzregionen kann die

grenzübergreifende und transnationale Zusammenarbeit die bedarfsgerechte Bewältigung der gemeinsamen Herausforderung Klimaanpassung unterstützen und dazu beitragen, einen gemeinsamen Lebens-, Natur- und Wirtschaftsraum zu schaffen.²⁸

Promotoren einsetzen

Eine Schlüsselrolle in der Umsetzung von Klimaanpassung kommt sogenannten Promotoren zu, die in folgenden Funktionen unerlässlich für die Akzeptanz und Implementierung von Innovationen sind: Wissen generieren und kommunizieren sowie kommunale und interkommunale Akteure motivieren und koordinieren. Diese Funktionen können Klimaschutzmanager, Energiebeauftragte oder Nachhaltigkeitsmanager übernehmen. Wichtig ist, dass deren Bestrebungen durch die Bereitstellung von Ressourcen und das Herbeiführen von Entscheidungen von höherer Ebene unterstützt werden. Hier spielen Bürgermeisterinnen und Bürgermeister eine wichtige Rolle (BAUSCH & KOZIOL 2017). Eine nähere Beschreibung der Aufgaben jedes Promotors sowie deren Zusammenspiel wird von HECHT ET AL. (2014) beschrieben.

Weiterführende Informationen

Kommunale Klimawandelanpassung – Gestaltung und Steuerung von Anpassungsprozessen in kleinen Gemeinden

Die Broschüre soll Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Vertreter der kommunalen Verwaltungen sowie Fachleute dabei unterstützen, das Thema Klimawandelanpassung frühzeitig und umfassend anzupacken. Sie beantwortet konkrete Fragen zur Integration der Klimaanpassung in kommunale Strukturen und Planungsprozesse. Dabei greift sie anschauliche Beispiele aus der Praxis auf.

BAUSCH & KOZIOL (2017): <https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/kommunal/klimawandelanpassung.htm> aufgerufen am 28.07.2021

Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog

Die Broschüre präsentiert die Ergebnisse des Difu-Projektes „Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog“. Im Rahmen des Projektes arbeiteten Vertreterinnen und Vertreter aus Stadtplanung, Verwaltung und Wasserwirtschaft aus 15 Städten (u. a. Nürnberg) ressortübergreifend an konkreten Konzepten für die Überflutungsvorsorge. Die fachlichen sowie methodischen Empfehlungen beziehen sich auf die sektorübergreifende Zusammenarbeit, Prozessgestaltung und Organisation, rechtliche und finanzielle Aspekte, Planungskriterien und Umsetzung sowie Betrieb und Unterhaltung von Hochwasserschutzanlagen. Die Broschüre bietet eine Anleitung zum „selber machen“ für Workshops in der Kommune.

VÖLKER ET AL. (2018): <https://difu.de/node/11836> aufgerufen am 28.07.2021

Hinweise für Kommunen – Klimaanpassung organisieren und strukturieren

In den Leitfäden werden verwaltungsinterne Organisationsstrukturen der Klimaanpassung dargestellt. Zudem werden die potenziellen Unterstützer und/oder Kooperationspartner der Kommunen bei Aktivitäten zur Klimaanpassung vorgestellt sowie unterschiedliche Prozessabläufe und Möglichkeiten eines Auftakts für Aktivitäten zur Klimaanpassung beleuchtet und analysiert.

JOLK ET AL. (2015a): <https://difu.de/publikationen/2015/kommaklima-hinweise-4.html> aufgerufen am 28.07.2021

JOLK ET AL. (2015b): <https://difu.de/publikationen/2015/kommaklima-hinweise-7.html> aufgerufen am 28.07.2021

28) Mehr Informationen über die Möglichkeiten europäischer territorialer Zusammenarbeit in Bayern unter: <https://www.efre-bayern.de/europaeische-territoriale-zusammenarbeit/> abgerufen am 28.07.2021

Finanzierung

Hindernisse

Klimaanpassung bedarf finanzieller Unterstützung für qualifiziertes Personal, Beratung und Forschung, Datenerhebung und Öffentlichkeitsarbeit. Die Planung und Umsetzung von Maßnahmen kann neben den einmaligen Kosten, z. B. für den Erwerb einer Fläche, zusätzlich Erhaltungs- und Pflegekosten erfordern. Weitere Kosten können bei langwierigen Vertragsverhandlungen zwischen der Kommune und den privaten Eigentümern entstehen. Fördermöglichkeiten sind im Internet oft unübersichtlich präsentiert und auf EU-Ebene für Kommunen schwer zu beantragen, da sie oft nur in Kombination mit anderen Förderprogrammen bewilligt werden. Diese Faktoren stehen den meist knappen kommunalen finanziellen Mitteln gegenüber und benachteiligen Anpassungsmaßnahmen im Abwägungsprozess.

Erfolgsfaktoren

Multifunktionalität betonen

Die Attraktivität von Anpassungsmaßnahmen kann für potenzielle Geldgeber unter dem Aspekt der Multifunktionalität erhöht werden. Maßnahmen, beispielsweise zum Schutz vor Extremereignissen, können nicht nur als reine Extremwetter-Schutzmaßnahme, sondern auch als Investition in die ökologische oder wirtschaftliche Zukunft verstanden werden.

Maßnahmen gezielt bewerben

Ökologisches Bewusstsein und ein grünes Image können die Kommunen für Wirtschaft und Bevölkerung attraktiver machen. Anpassungsmaßnahmen stellen also einen Standortvorteil dar und können als Wirtschaftsförderung bezeichnet werden. Die Verbindung der Projekte mit Aspekten des Umwelt- und Naturschutzes verleiht zusätzliches politisches Gewicht und erhöht die Akzeptanz in der Bevölkerung. Daher können Schutzprojekte möglicherweise auch in Rahmen der Dorferneuerungs- und Wirtschaftsförderprogramme oder als ökologische Investition sowie regionale Entwicklungsmaßnahme anerkannt und entsprechend gefördert werden. Zudem können Anpassungsmaßnahmen überregional geplant werden, um Chancen auf eine Flächen- bzw. Regionenförderung der EU zu bekommen oder die Kosten als Wirtschafts- oder Ökologieprojekt zu „vermarkten“.

Steuerung der Flächenentwicklung durch Einpreisung von Ökosystemdienstleistungen

Um einer Unterstützung der baulichen Verdichtung durch ökonomische Argumente begegnen zu können, ist es oftmals notwendig ökonomische Anreize für eine grün- und freiraumorientierte, klimaangepasste Innenentwicklung zu schaffen. Grund dafür ist, dass die klimatischen, sozialen, gesundheitlichen und ökologischen Leistungen von Klimaanpassungsmaßnahmen wie z. B. Grünflächen oft nicht exakt monetarisierbar sind. Daher ist es im Sinne der kommunalen Daseinsvorsorge eine öffentliche Aufgabe, die Kosten für Bebauung und Versiegelung stadtklimatisch und ökologisch sensibler Lagen gezielt zu erhöhen bzw. die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu unterstützen (BBR 2016). Eine Möglichkeit dazu besteht in der Zweckzuweisung für Maßnahmen aus dem kommunalen Finanzausgleich, durch den sich die Kommune aktiv für die Umsetzung von Klimaanpassung entscheidet.



Werkzeuge

FolgekostenSchätzer

Das vom Landesamt für Umwelt entwickelte Tool bietet Hilfestellung der Schätzung von Infrastrukturkosten durch neue Wohngebiete. Kommunen können mit dem Tool verschiedene Planungsvarianten durchspielen und vergleichen, und so die nachhaltig wie wirtschaftlich sinnvollste Lösung suchen. Die konkrete Kostenschätzung bietet außerdem eine gute Grundlage, um das geplante Vorhaben innerhalb der Kommune zu diskutieren. Durch die Kalkulation der Kosten können ggf. auch Entscheidungen zur klimaangepassten Innenentwicklung und die Begrenzung des Flächenverbrauchs mit finanziellen Argumenten untermauert werden.

<https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/flaechenmanagement/folgekostenschaetzer/index.htm> aufgerufen am 28.07.2021

Weiterführende Informationen

Siehe: „Anhang 2 Förderprogramme“

Förderfibel Umweltschutz und Energie

Die Förderfibel des Infozentrums UmweltWirtschaft am Bayerischen Landesamt für Umwelt bietet einen Überblick über die aktuellen Förderprogramme im Umweltschutz auf bayerischen, bundesweiten und europäischen Ebene für Unternehmen, Kommunen und Bürgerinnen und Bürger.

<https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/foerderfibel/> aufgerufen am 28.07.2021

Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Über die Datenbank lassen sich Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU aus einer Vielzahl von Förderbereichen recherchieren.

<https://www.foerderdatenbank.de/> aufgerufen am 28.07.2021

Förderdatenbank „Grün in die Stadt“

Das gleichnamige Online-Portal bietet umfassende Informationen über kleine und große Begrünungsprojekte sowie zu regionalen und bundesweiten Fördermöglichkeiten für die Bepflanzung in Kommunen.

<https://www.gruen-in-die-stadt.de/> aufgerufen am 28.07.2021

4.3 EIGNUNG UND WEITERENTWICKLUNG DER UMSETZUNGS- INSTRUMENTE

Eignung bestehender Instrumente

Auf Bundesebene wird Klimaanpassung im Raumordnungsgesetz (ROG), Baugesetzbuch (BauGB), Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) sowie im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) explizit angesprochen. Eine detaillierte Analyse der Umsetzung der rechtlichen Regelungen in der Praxis inklusive Schwächen und Weiterentwicklungsbedarf findet sich bei BUBECK ET AL. (2016). Weitere Regelungen mit eindeutigem Bezug zur Klimaanpassung finden sich im Boden- und Naturschutzrecht (BNatSchG §1 Abs. 3 Nr. 4) (AHLHELM ET AL. 2016) und im Flurbereinigungsgesetz.

Umweltprüfungen (SUP und UVP)

Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und die Strategische Umweltprüfung (SUP) sind etablierte Instrumente, um gemäß § 2 Abs. 1 UVPG die Umweltauswirkungen von Vorhaben bzw. Plänen und Programmen auf sogenannte Schutzgüter zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Zu den Schutzgütern nach § 2 Abs. 1 UVPG gehören Menschen, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima sowie Sachgüter. Mit der aktuellen UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU wird stärker als bisher verlangt, Klimawandelaspekte in den Umweltprüfungen zu berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere Risiken klimawandelbedingter Unfälle oder Katastrophen, Klimaschutzaspekte wie z. B. Treibhausgasemissionen und anpassungsrelevante Auswirkungen der betrachteten Projekte. So werden beispielsweise die Klimaauswirkungen zum Prüfkriterium des Screenings nach Anlage 3 in Bezug auf §7 Abs. 1 u.i.V. mit §§8 bis 14 UVPG erhoben.

Ein Bericht des Umweltbundesamtes (BALLA ET AL. 2018) gibt Empfehlungen, um insbesondere Klimaanpassung in der UVP zu berücksichtigen. Dabei werden alle wesentlichen Prüf- und Verfahrensschritte der UVP angesprochen.

Landes- und regionalplanerische Instrumente

Raumordnungspläne können insbesondere durch Festlegungen zur Freiraumentwicklung die Strategien zur Klimaanpassung unterstützen. Dazu gehören Aussagen zu großräumig übergreifenden Freiraumstrukturen, zum Freiraumschutz, zu Nutzungen im Freiraum sowie zum vorbeugenden Hochwasserschutz.

Das Bayerische Landesplanungsgesetz (BayLplG) schafft die Grundlage für die weitere Konkretisierung und Umsetzung der Belange des Klimawandels und der Klimaanpassung im Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) und in den Regionalplänen. So enthält der Grundsatzkatalog im BayLplG ein klares Bekenntnis, insbesondere zu den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes, zur Klimaanpassung, zum Ausbau erneuerbarer Energien, zum Erhalt der Wälder, zum vorbeugenden Hochwasserschutz sowie zum Schutz von Grundwasser und Auen (Art. 6 Abs. 2 BayLplG).

Diese Vorgaben werden im LEP in Zielen und Grundsätzen konkretisiert. So besteht etwa der Auftrag an die Regionalplanung, mit dem Instrumentarium von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten sowie regionalen Grünzügen überörtlich raumbedeutsame klimarelevante Freiflächen für einen ungehinderten Luftaustausch Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebiete zu sichern, Waldgebiete zu schützen, die Zersiedlung der Landschaft zu vermeiden und Freiraum- und Biotopverbundsysteme zu schaffen und zu verdichten. Bei Bedarf werden die Regionalpläne entsprechend fortgeschrieben.

Städtebauliche Instrumente

Die sogenannte Klimaschutznovelle des BauGB aus dem Jahr 2011 stellt klar, dass Klimaschutz und Klimaanpassung Aufgabe der Bauleitplanung sind. Ein Überblick über die Darstellungsmöglichkeiten von Anpassungsmaßnahmen im Flächennutzungsplan (Tab. 25) sowie Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungsplan (Tab. 26) findet sich bei AHLHELM ET AL. (2016). So eignen sich zum Beispiel **Zwischennutzungen**, die Anwendung des **Baurechts auf Zeit** und insbesondere **multifunktionale Nutzungen** zur Umsetzung einer klimaangepassten, flexiblen Stadtentwicklung. Aufgrund ihrer zentralen Bedeutung für die Resilienz und Robustheit von urbanen Raumnutzungen muss das Thema Klimaanpassung unbedingt in **Integrierte Stadtentwicklungskonzepte** einfließen (BMVBS 2013d). Auch das **Flächenmanagement** als Instrument zur Koordinierung und Optimierung vielfältiger Maßnahmen (z. B. Retentionsflächen, flächensparendes Bauen, Freiraumschutz, Altlastensanierung, Konversion) bietet herausragende Potenziale zur Umsetzung von Klimaanpassung, Reduzierung des Flächenverbrauchs und Abmilderung von Zielkonflikten (STMUG 2010).

Ergänzend zu den Festsetzungen in Bebauungsplangebieten können **Satzungen und Verordnungen** beschlossen werden, die auch als Instrument in den Bereichen außerhalb von Bebauungsplanumgriffen einsetzbar sind: z. B. hat die Stadt München unterschiedliche Satzungen beschlossen, die die Gestaltung und Ausstattung der Freiflächen der Baugrundstücke, die Begrünung baulicher Anlagen sowie die Gestaltung der Vorgartenzonen lenken oder die Baumbestände innerhalb zusammenhängend bebauter Bereiche schützen. Durch die großflächige Wirkung dieser Regelwerke werden gestalterische und ökologische Qualitäten in der ganzen Stadt gestärkt (LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN, REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG 2005). Dadurch ergeben sich auch Synergien mit der Klimaanpassung.

Der **Bebauungsplan der Innenentwicklung** nach §13a BauGB erleichtert zwar die flächensparende Siedlungsentwicklung, fördert jedoch nicht unbedingt eine ausgewogene Verdichtung, ohne die Ventilation und das Abkühlungsvermögen kritisch zu beeinträchtigen (klimaangepasste Doppelte Innenentwicklung). Ob die betreffenden Flächen im Siedlungsbereich nicht dringender als Grünfläche zu gebrauchen wären, lässt sich nur anhand einer differenzierten quartiersbezogenen und/oder gesamtstädtischen Freiraumanalyse untersuchen. Der kommunale Landschaftsplan bildet hierfür das geeignete Instrument. Im Sinne des Naturschutzes wird zusätzlich empfohlen, trotz der gesetzlichen Mindestanforderungen auch im beschleunigten Verfahren die Ausgleichsregelung nach §1a Abs. 3 BauGB anzuwenden (BMUB 2017).

Maßnahmen des **Besonderen Städtebaurechts** ergänzen die Bestimmungen der Bauleitplanung und können eine hervorgehobene Bedeutung für die Steuerung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in den bebauten Gebieten haben. Das betrifft insbesondere die städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen (§§ 136 ff. BauGB) sowie den Stadtumbau (§§ 171a ff. BauGB), da diese eine Überplanung und Sanierung bestehender Strukturen ermöglichen. Es handelt sich dabei nicht um einzelne, punktuelle Anpassungsmaßnahmen, sondern um die Verbesserung des gesamten Gebietes (AHLHELM ET AL. 2016).

Informelle Planungsinstrumente wie z. B. Integrierte Stadtentwicklungskonzepte sind grundsätzlich geeignet, das Thema Klimaanpassung und die daraus resultierenden Zielkonflikte ins Bewusstsein zu bringen. Aufgrund ihrer Flexibilität, eines integrativen Ansatzes und der Beteiligung wichtiger Akteure können sie Sensibilität für Wechselwirkungen schaffen und als Katalysator für die Problemlösung dienen. Bei Betrachtung der Umsetzungspraxis zeigt sich, dass besonders harte Konflikte (z. B. stark limitierte Flächenverfügbarkeit, hohe Preise) in den seltensten Fällen mithilfe von auf Freiwilligkeit und Konsens basierenden Instrumenten zu lösen sind. Somit eignen sich informelle Instrumente meistens als Begleitung und Unterstützung unersetzlicher formeller Instrumente und konkreter rechtlicher Vorgaben (GRABSKI-KIERON & RAABE 2015).

Tab. 25:
Übersicht über Darstellungsmöglichkeiten der Flächennutzungsplanung mit integriertem Landschaftsplan zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels.
Quelle: AHLHELM ET AL. (2016), S. 133

Maßnahmenbereich	Regelungsgegenstand
Standortsteuerung für Bauflächen und Baugebiete, Anlagen und Einrichtungen, Verkehrsflächen und Verkehrszüge, Ver- und Entsorgungsanlagen sowie Grünflächen zur Vorsorge vor den Folgen des Klimawandels	<ul style="list-style-type: none"> ■ Darstellung von Bauflächen und Baugebiete, Anlagen und Einrichtungen, Verkehrsflächen und Verkehrszüge, Ver- und Entsorgungsanlagen sowie Grünflächen, § 5 Abs. 2 Nr. 1 bis Nr. 5 BauGB
Freihalten von Kaltluftentstehungsflächen und Kalt- und Frischluftbahnen (bspw. Hänge von hangparalleler Riegelbebauung freigehalten)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Darstellung von Grünflächen, § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB ■ Darstellung von Wasserflächen, § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB ■ Darstellung von Flächen für die Landwirtschaft und Wald, § 5 Abs. 2 Nr. 9 lit. a und lit. b BauGB ■ Darstellung von Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft, § 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB
Freihalten von Flächen zum Schutz schädlicher Umwelteinwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Immissionsschutz, § 5 Abs. 2 Nr. 6 BauGB
Hinweis auf das Erfordernis einer baulichen Vorsorge gegenüber Naturgefahren auf besonders gefährdeten Flächen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kennzeichnung der Flächen mit Gefährdungspotenzial durch Naturgewalten (Überschwemmung, Massenbewegungen, Steinschlag), § 5 Abs. 3 Nr. 1 BauGB
Überschwemmungsgebiete, fachplanerische Festlegungen (Wasserwirtschaft, Luftreinhaltepläne etc.)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nachrichtliche Übernahme festgesetzter Überschwemmungsgebiete, § 5 Abs. 4a BauGB ■ Hochwasserschutz, Gewährleistung des Wasserabflusses, § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB

Tab. 26:
Übersicht über die Festsetzungsmöglichkeiten von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Bebauungsplan.
Quelle: ergänzt nach AHLHELM ET AL. (2016), S. 136

Maßnahmenbereich	Regelungsgegenstand
Bauliche Nutzung allgemein (Art und Maß)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Festsetzung von Gebäudeausrichtung, Höhe u. a., § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB
Begrenzung der Verdichtung und Versiegelung zur Vermeidung von Überwärmung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maß der baulichen Dichte, Grundflächenzahlen, § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB ■ Bauweise, überbaubare und nicht überbaubare Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen, § 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB ■ Festsetzung von vom Bauordnungsrecht abweichenden Maßen der Tiefe der Abstandsflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 2a BauGB ■ Festsetzung der Mindestmaße von Baugrundstücken, § 9 Abs. 1 Nr. 3 BauGB ■ Flächen für Nebenanlagen, die auf Grund anderer Vorschriften für die Nutzung von Grundstücken erforderlich sind [...], § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB ■ Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB
Freihalten von Luftleitbahnen, Kaltluftentstehungsflächen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Festsetzung von Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB ■ Festsetzung öffentlicher und privater Grünflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB ■ Festsetzung von Wasserflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 16a BauGB ■ Festsetzung von Flächen für die Land- und Forstwirtschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 18 lit. a und lit. b BauGB ■ Festsetzung von Flächen und Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB
Verbesserung des Kleinklimas und Verminderung der Erwärmung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schattenspendende Elemente im öffentlichen Raum durch Festsetzung von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB ■ Pflanzgebote und Bindungen für Bepflanzungen, die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern, Dach- und Fassadenbegrünung, sonstigen Bepflanzungen und Gewässern, § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB, i.V.m. § 1a BauGB ■ Festsetzung von Fassadenmaterial, Fassadenfarbe etc. durch Gestaltungssatzungen

Maßnahmenbereich	Regelungsgegenstand
Schutzflächen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grünflächen, Wasserflächen, Flächen für Land- und Forstwirtschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB ■ Versorgungsflächen, § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB
Festsetzen von Versorgungsflächen zur Klimaanpassung (bspw. Standortsteuerung um hochwassersicher zu planen oder für geeigneten Objektschutz Sorge zu tragen) und Versorgungsleitungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung, § 9 Abs. 1 Nr. 12 und 13 BauGB
Lokalklimatische Bedeutung der Fläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Begründung des Bebauungsplans zu den betreffenden Flächen, § 9 Abs. 8 BauGB
Naturgefahrenvorsorge	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flächen mit Gefährdungspotenzial durch Naturgewalten (Überschwemmung, Steinschlag), § 9
Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entgegenwirken von Oberflächenabfluss bei Starkregen, § 9 Abs. 1 Nr. 4 BauGB ■ Schadensresistente Nutzung, ggf. multifunktional für Notentwässerung in hochwassergefährdeten Bereichen planen, § 9 Abs. 1 Nr. 5 BauGB ■ Nutzungszwecke von Flächen (Parkplätze, Freiflächen, Grünflächen, etc.) zur Speicherung von Extremniederschlägen, § 9 Abs. 1 Nr. 9 BauGB ■ Freihaltung von Flächen, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB ■ Festsetzen von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (einschließlich Notwasserwege), § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB ■ Festsetzen von Flächen, die auf einem Baugrundstück für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen zur Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließl. Schäden durch Starkregen freigehalten werden müssen § 9 Abs. 1 Nr. 16d BauGB
Hochwasserschutz und Regelung des Niederschlagsabflusses	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung, § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB ■ Festsetzung von Flächen für Hochwasserschutzanlagen und Regelung des Wasserabflusses, § 9 Abs. 1 Nr. 16b BauGB ■ Festsetzen von Gebieten, in denen bei der Errichtung baulicher Anlagen bestimmte bauliche oder technische Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließl. Schäden durch Starkregen getroffen werden müssen, § 9 Abs. 1 Nr. 16c BauGB ■ Festsetzen von Flächen, die auf einem Baugrundstück für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen freigehalten werden müssen § 9 Abs. 1 Nr. 16d BauGB
Überschwemmungsgebiete, Fachplanerische Festlegungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nachrichtliche Übernahme aus der Wasserwirtschaft, § 9 Abs. 6a S. 1 und 2 BauGB

Wasserrechtliche Instrumente

Die klassischen wasserrechtlichen Instrumente zur Unterstützung der Klimaanpassung sind Überschwemmungsgebiete, Rückhalteflächen, die Bewertung des Hochwasserrisikos und die Erstellung von Hochwasserrisiko- und Hochwassergefahrenkarten sowie die Bewirtschaftungsplanung nach europäischer Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Darüber hinaus sind mit dem Hochwasserschutzgesetz II seit Januar 2018 neue Regelungen mit Bezug zu Klimaanpassung eingeführt worden²⁹. Diese sind als Reaktion auf die schweren Überschwemmungen der vergangenen Jahre beschlossen worden und nehmen verstärkt die Vorsorge in den Blick. So dürfen z. B. in festgesetzten Überschwemmungsgebieten im Außenbereich von Gemeinden in der Regel keine Baugebiete mehr ausgewiesen werden. Auch die Errichtung von Mauern und Wällen, die den Wasserabfluss behindern, ist untersagt. Die einzige Ausnahme stellt der Bau von Dämmen und Deichen dar. Zusätzlich wird eine neue Gebietskategorie mit ordnungsrechtlicher Verbindlichkeit eingeführt, die

29) Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist.

„Hochwasserentstehungsgebiete“: Dabei handelt es sich um Gebiete, in denen bei Starkregen oder Schneeschmelze in kurzer Zeit Hochwasser entstehen können, zum Beispiel in Mittelgebirgen oder alpinen Regionen. In diesen Gebieten sind bestimmte Vorhaben genehmigungspflichtig, unter anderem der Bau von Straßen oder großflächige Bodenversiegelungen³⁰.

Bodenschutzrechtliche und bodenordnerische Instrumente

Die vom §17 BBodSchG geregelten „gute fachliche Praxis der Landwirtschaft“ (GfP) hat eine herausragende Bedeutung für die Umsetzung von Klimaanpassung aufgrund der besonderen Relevanz der landwirtschaftlich genutzten Böden für den Klimaschutz und mögliche Klimafolgen wie Bodenerosion (AHLHELM ET AL. 2016). Demnach sind Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst zu vermeiden. In Fachkreisen wird im Hinblick auf die voraussichtlichen Klimaauswirkungen auf den dringenden Bedarf der konsequenteren Umsetzung der GfP durch die Landwirte sowie der weiteren Konkretisierung und Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen an der GfP hingewiesen (LABO 2017). Neue wissenschaftliche Erkenntnisse sind in diesem Zusammenhang ein starkes Warnsignal: Im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt wurde unter der Leitung von Prof. Karl Auerswald (TU München) die Entwicklung der Regenerosivität aus Klimaprojektionen untersucht. Demnach wird eine Verdopplung der Regenerosivität bis 2050 gegenüber dem Zeitraum von 1971 bis 2000 erwartet. Damit werden sich auch die Bodenabträge mehr als verdoppeln, sofern keine wesentlichen Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Die Ergebnisse werden im Abschlussbericht der Studie „Klimawirkungskarten Bayern“ veröffentlicht (LFU 2018b).

Die Belange des Bodenschutzes sind in der Raumplanung zu berücksichtigen. Praxisbezogene Hinweise für Planungs- und Genehmigungsverfahren sowie Methoden zur Bewertung der Bodenfunktionen haben das damalige BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT & BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2003) veröffentlicht.

Bodenordnungsmaßnahmen nach dem Flurbereinigungsgesetz bieten besonders viele Möglichkeiten zur Optimierung der Wasserwege in der Flur und zur Anpassung der Landschaft an die Herausforderung des Klimawandels bezüglich zunehmender Starkniederschläge. Landwischenerwerb und anschließende eigentumsfreundliche Bodenordnung sowie Landbereitstellung ermöglichen es, die benötigten Flächen dort bereitzustellen, wo sie für die Umsetzung der Maßnahmen benötigt werden. Die Ausrichtung der landwirtschaftlichen Grundstücke auf eine hangparallele Bewirtschaftung und entsprechende Gestaltung des Wegenetzes sowie lokale Maßnahmen, wie z. B. Rückhaltebecken, Uferschutzstreifen oder in Bewirtschaftungsrichtung angelegte erosionsmindernde Hecken und Raine halten das Wasser in der Fläche zurück. Die umfassende Beteiligung der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer sowie der Bevölkerung wirkt bewusstseinsbildend und schafft erhöhte Akzeptanz für die Durchführung geeigneter Maßnahmen.

Naturschutzrechtliche Instrumente

Die mehrstufige Landschaftsplanung trägt auf regionaler und kommunaler Ebene zur Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes auch bezüglich klimatischer Funktionen und dem Schadensschutz im Falle von Extremereignissen bei. Dies wird insbesondere durch Darstellung von Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung wie Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen, Flächen für den Boden- und Wasserhaushalt, Schutz vor Georisiken usw. unterstützt. Diese Darstellungen sind nicht nur statisch zu treffen, sondern der Sinn und Zweck der Vorschrift verlangt auch, sich mit künftigen Konstellationen und Bedürfnissen zu befassen. Die Stärke der Landschaftsplanung liegt in der Optimierung der verschiedenen Landschaftsfunktionen und deren Bündelung in eine konzeptionell-planerischen Aussage unter Anwendung des Vorsorgeprinzips. Vor dem Hintergrund des kontinuierlichen Anpassungsbedarfs an den Klimawandel ist die Landschaftsplanung eine geeignete Plattform, die entscheidungsrelevanten Daten aufzubereiten und Lösungsvorschläge abzuleiten. Auf Ebene der kommunalen Landschaftsplanung können diese direkt in die kommunale Flächennutzungsplanung übernommen werden. Sie ist weiterhin in der Lage, sektorale Konzepte, z. B. für das Flächenmanagement, für Entsiegelungs- oder Biotopverbundkonzepte zu integrieren oder vorzubereiten.

30) Mehr Informationen unter: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2016/11/2016-11-02-hochwasserschutz.html> aufgerufen am 28.07.2021

Weitere Möglichkeiten zur Unterstützung der Klimaanpassung ergeben sich aus der Verstärkung der Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen, insbesondere in Natura-2000-Gebieten (z. B. Auen- und Moorentwicklung), aus der Neuausweisung von Schutzgebieten und der Reduktion externer Einflüsse durch die Erhöhung des Schutzniveaus (AHLHELM ET AL. 2016). Auch diese Ziele und Maßnahmen sollen im Landschaftsplan enthalten sein (§9 BNatSchG). Die landschaftsplanerischen Inhalte werden primär in den Regionalplan bzw. in den Flächennutzungsplan integriert und erreichen dadurch ihre Rechtswirksamkeit (Primärintegration).

Weiterführende Informationen

Instrumente zur Klimaanpassung vor Ort – Eine Arbeitshilfe für Kommunen in Bayern

Die Arbeitshilfe gibt einen Überblick über kommunale Instrumente, ausgehend vom Bauplanungs- und Bauordnungsrecht und stellt diese ihrer Zielsetzung nach vor. Praxisbeispiele aus bayerischen Städten und Gemeinden machen deren konkrete Anwendung anschaulich.

StMUV (2021): https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_016.htm aufgerufen am 15.10.2021

Praxishilfe „Klimaanpassung in der räumlichen Planung“

Die Veröffentlichung des Umweltbundesamtes soll Planerinnen und Planern auf kommunaler und regionaler Ebene in komprimierter Form praktische Möglichkeiten zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen für unterschiedliche Fallgestaltungen aufzeigen und sie zu eigenen Lösungen vor Ort anregen. Neben der Darstellung von Beispielen guter Praxis kommt der Formulierung von Zielen, Festsetzungen und Begründungsargumentationen sowie der Visualisierung von geeigneten Lösungsmöglichkeiten ein besonderes Gewicht zu.

AHLHELM ET AL. (2016): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaanpassung-in-der-raeumlichen-planung> aufgerufen am 28.07.2021

Bericht „Wie kann Regionalplanung zur Anpassung an den Klimawandel beitragen?“

Der Bericht zum Modellvorhaben Klima-MORO zeigt Bausteine eines regionalen Anpassungsprozesses, beschreibt die Entwicklung regionaler Klimanetzwerke, systematisiert die Klimafolgenbewertung und beschreibt die Vernetzung horizontaler und vertikaler Planungsebenen. Schließlich werden Empfehlungen für Planungsregionen gegeben und Strategien der Planung beschrieben.

BMVBS (2013e): [17_KlimaMORO_Broschuere_Wie-Kann-Regionalplanung-zur-Anpassung-an-den-Klimawandel-beitragen.pdf \(raum-energie.de\)](https://www.raum-energie.de/17_KlimaMORO_Broschuere_Wie-Kann-Regionalplanung-zur-Anpassung-an-den-Klimawandel-beitragen.pdf) aufgerufen am 28.07.2021

KLIMZUG-Band „Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalentwicklung“

Der Band zeigt Instrumente und Maßnahmen, die in der Stadt- und Regionalentwicklung dazu beitragen können, den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen. Innovative Ansätze für die Zukunft und Überlegungen zu grundlegenden Paradigmenwechseln ergänzen das Spektrum der Beiträge. Neben theoretischen Grundlagen und Forschungsansätzen illustrieren Beispiele aus der Praxis mögliche Maßnahmen zur Klimaanpassung in Städten und Regionen.

KNIELING & MÜLLER (2015): <https://www.oekom.de/buch/klimaanpassung-in-der-stadt-und-regionalentwicklung-9783865817037?p=1> aufgerufen am 28.07.2021

Checkliste für eine klimaangepasste Bauleitplanung (Projekt ESKAPE)

Die Checkliste ist als eine Handreichung für Planerinnen und Planer bzw. die Verwaltungsmitarbeiterinnen und Verwaltungsmitarbeiter in der kommunalen Bauleitplanung zu verstehen. Sie verfolgt folgende Ziele: (i) Frühzeitige Berücksichtigung, Überprüfung und Bewertung der klimaanpassungsbezogenen Anforderungen bei der Planbearbeitung für unterschiedliche Planungsphasen, (ii) Verwendung als internes Instrument zur Entscheidungsvorbereitung in der Stadtverwaltung, (iii) Verwendung für die Bearbeitung der gesetzlich vorgeschriebenen Abwägung und (iv) Bewertungsgrundlage für gutachterliche Leistungen im Rahmen der Planverfahren.

[ESKAPE_Checkliste_klimaangepasste_Bauleitplanung_ISB.pdf \(staedtereion-aachen.de\)](https://www.staedtereion-aachen.de/ESKAPE_Checkliste_klimaangepasste_Bauleitplanung_ISB.pdf) aufgerufen am 28.07.2021

Weiterentwicklung der Instrumente und Verfahren

Einführung einer Klimafolgenabschätzung für Pläne und Programme („Climate Proofing“)

Für die Implementierung einer Klimafolgenabschätzung bieten sich in Anbetracht des erforderlichen Zusatzaufwandes zwei realisierbare Möglichkeiten an (SPIEKERMANN & FRANCK 2014): Die Integration des Climate Proofings in die SUP bzw. UVP (siehe JACOBY 2013 sowie Abb. 17) oder die Berücksichtigung des Climate Proofings im Rahmen der planerischen Abwägung. In jedem Fall sind als Grundlage für eine Klimafolgenabschätzung entsprechende Klimafolgen- bzw. Betroffenheitsanalysen (siehe „Betroffenheit ermitteln“) und definierte Prüfkriterien notwendig.

Pläne und Programme flexibel gestalten

Im Umgang mit den Unsicherheiten des Klimawandels ist eine zeitnahe und effektivere Reaktion der Raumplanung gefragt. Hierzu wird die Erweiterung der zeitlich befristeten „Zwischennutzung“ (§9 Abs. 2 BauGB) auf Gebietskategorien der Regionalplanung vorgeschlagen. Eine weitere Möglichkeit könnte die „ergebnisorientierte Zielvereinbarung“ darstellen, die den Weg zu einem anzustrebenden Ergebnis offen lässt (SPIEKERMANN & FRANCK 2014).

Regionalmanagement zur Klimaanpassung

Das informelle Instrument des Regionalmanagements besteht aus einem strategischen Prozess, bei dem es um mehr als die Umsetzung einzelner Projekte geht: Gemeinsam in der Region wird die räumliche Ausgangssituation untersucht und es werden die Entwicklungsziele für das Regionalmanagement in einem Handlungskonzept festgehalten. Stehen dann die für die Region passende Organisationsform und das Netzwerk an Partnern fest, können die Projekte konzipiert und umgesetzt werden. Für die Förderung von Klimaanpassung ist das Regionalmanagement besonders wertvoll, da Abstimmungs- und Aushandlungsprozesse zwischen betroffenen Akteuren initiiert werden, unabhängig von administrativen und fachlichen Grenzen. In Bayern ist das Regionalmanagement als strategisches Instrument der Landesentwicklung mit derzeit mehr als 60 eingerichteten Regionalmanagements nahezu flächendeckend etabliert. Diese Regionalmanagements umfassen meist einen einzelnen Landkreis, es sind aber auch Kooperationen mehrerer Gebietskörperschaften sowie weiterer regionaler Akteure denkbar. Ihnen gewährt der Freistaat Bayern Zuwendungen für die Umsetzung von Projekten in Zukunftsfeldern der Landesentwicklung. Die Themenfelder der Förderung umfassen den demographischen Wandel, Wettbewerbsfähigkeit, Siedlungsentwicklung, Regionale Identität sowie Klimawandel. Im Bereich Klimawandel ist insbesondere die Förderung von Klimaschutzkonzepten möglich. Das Thema Klimaanpassung lässt sich vor allem in Verbindung mit den Handlungsfeldern Siedlungsentwicklung (interkommunales Flächenmanagement, starke Ortskerne) sowie demographischer Wandel synergetisch angehen (STMFLH 2017). Eine explizite Nennung von Klimaanpassung als förderfähiges Projektthema wäre also wünschenswert, um die aktive Behandlung des Themas in den Regionalentwicklungskonzepten zu unterstützen.

Stellplatzverordnungen flexibler handhaben

Die Versiegelung wohnungsnaher Flächen durch die verpflichtende Einrichtung von Fahrzeugstellplätzen kann durch die gemeinsame Entwicklung von Stellplatzanforderungen und Mobilitätskonzepten vermindert werden. So werden auch die Kosten bei Neubauvorhaben reduziert. Dabei kann auf die steigende Attraktivität des Fahrradverkehrs, des öffentlichen Verkehrs sowie des Carsharing gesetzt werden. Zum Beispiel kann die Wohn- und Neubebauung entlang effizienter öffentlicher Verkehrsinfrastruktur konzentriert und dabei gleichzeitig der Flächenbedarf für stationären und mobilen Individualverkehr reduziert werden. Die dadurch gewonnenen Flächen könnten entsiegelt und in anpassungsrelevante Grünflächen überführt werden (WENDE 2015). Die Unterstützung der Nahmobilität durch zusammenhängende und stadtteilübergreifende Trassen erweitert die kommunale grüne Infrastruktur und erzeugt zahlreiche Synergien mit der Klimaanpassung, Luftqualität und Naherholung sowie dem Natur- und Lärmschutz (BMUB 2017).



5 Monitoring

Das Monitoring beschreibt sowohl die langfristige Beobachtung von Klimaparametern (Klimawandel-Monitoring) als auch von Klimafolgen (Klimafolgen-Monitoring) und Klimaanpassung (Klimaanpassungs-Monitoring). Zentral für ein Klimafolgen- und Klimaanpassungs-Monitoring sind Indikatoren, mit denen sich bereits beobachtete Klimawirkungen beschreiben (Impact-Indikatoren) sowie in Umsetzung befindliche Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewerten (Response-Indikatoren) lassen.

Im Bereich Wasserwirtschaft existiert bereits ein gewässerökologisches Klimafolgenmonitoring, das im Rahmen des Projektes KLIWA vereinbart und umgesetzt wurde. In Bayern werden an diesen Messstellen (Referenzmessnetz) seit Anfang/Mitte der 2000er Jahre Biologie und Standardchemie untersucht. Bereits die Bayerische Klima-Anpassungsstrategie aus dem Jahr 2009 (BayKLAS 2009) forderte ein ressortübergreifendes Monitoring von Klimafolgen in Bayern. So wird im Kapitel „Weitergehender Forschungs- und Untersuchungsbedarf“ die „Entwicklung und Einführung eines sektorübergreifenden Klimaindikatorensystems (Modellierung nach dem DPSIR-Ansatz³¹) als Management- und Kommunikationsinstrument für Klimaanpassung und Klimaschutz in Bayern“ (STMUG 2009: S. 58) aufgeführt. In der BayKLAS 2016 ist dieses Indikatorensystem ebenfalls verankert: „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“ (STMUV 2016: S. 195).

Als Teil des LfU-Projektes „Klimaanpassung in Bayern – Umsetzung und Weiterentwicklung der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)“ wurde ein System von Klimafolgen- und Klimaanpassungsindikatoren aufgebaut (LFU 2018a), um Klimafolgen- und Klimaanpassungsprozesse zu erkennen, zu beschreiben und zu bewerten. Insgesamt konnten 66 Indikationsideen zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern entwickelt werden (vgl. Tab. 27), davon sind 45 Impact-Indikatoren und 21 Response-Indikatoren. Pilothaft umgesetzt wurden 26 Indikatoren aus allen Handlungsfeldern mit Ausnahme des Tourismus.

Aufbauend auf dem vorhandenen Indikatorensystem werden derzeit weitere Indikatoren entwickelt und ein bayernweites Klimafolgen- und Klimaanpassungsmonitoring umgesetzt.

31) DPSIR steht für Driving Forces – Pressure – State – Impact – Response. Es handelt sich dabei um einen von der Europäischen Umweltagentur entwickelten und vielfach zur Strukturierung von Indikatorensystemen eingesetzten Ansatz, der die Indikatoren in einer Ursache-Wirkungskette verknüpft.

Tab. 27:
Übersicht der Indikatoren und
Indikationsideen (die in der
Machbarkeitsstudie (LfU 2018a)
umgesetzten Indikatoren sind
durch Fettdruck hervorgehoben).

Impact-Indikatoren		Response-Indikatoren	
	Handlungsfeld Wasserwirtschaft		
I-WW-1	Trockenheitsindex	R-WW-1	Hochwasserschutzmaßnahmen
I-WW-2	Grundwasserstand und Quellschüttungen	R-WW-2	Natürlicher Rückhalt
I-WW-3	Mittelwasser	R-WW-3	Ökologischer Zustand oberirdischer Binnengewässer
I-WW-4	Hochwasser	R-WW-4	Kritische Wassernachfrage
I-WW-5	Niedrigwasser		
I-WW-6	Überschreitung fischverträglicher Wassertemperaturen in Fließgewässern		
I-WW-7	Wassertemperaturen stehender Gewässer		
I-WW-8	Eisbedeckung		
I-WW-9	Stagnationsperiode in stehenden Gewässern		
I-WW-10	Sauerstoff im Tiefenwasser von Seen		
I-WW-11	Makrozoobenthos-Lebensgemeinschaft		
	Handlungsfeld Landwirtschaft		
I-LW-1	Dauer der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode	R-LW-1	Anbau wärmeliebender Sorten
I-LW-2	Verschiebung agrarphänologischer Phasen		
	Handlungsfeld Forstwirtschaft		
I-FW-1	Gefährdete Fichtenbestände	R-FW-1	Mischbestände
I-FW-2	Holzzuwachs	R-FW-2	Förderung des Waldumbaus
I-FW-3	Schadholzaufkommen nach Schadensursachen	R-FW-3	Erhaltung forstgenetischer Ressourcen
I-FW-4	Mistelbefall von Waldbäumen		
I-FW-5	Waldbrandgefährdung		
I-FW-6	Waldzustand		
	Handlungsfeld Naturschutz		
I-NA-1	Phänologische Veränderungen bei Wildpflanzenarten	R-NA-1	Renaturierung von Mooren
I-NA-2	Ausbreitung der Sichelschrecke	R-NA-2	Beitrag VNP/KULAP zur Klimawandelanpassung
I-NA-3	Community Temperature Index für Vögel	R-NA-3	Beitrag LNPR und ÖFK zur Klimawandelanpassung
I-NA-4	Höhenverschiebung klimasensitiver Arten in den Alpen		
	Handlungsfeld Bodenschutz und Georisiken		
I-BO-1	Bodenwasservorrat		
I-BO-2	Bodentemperatur		
I-BO-3	Regenerosivität		
I-BO-4	Humusentwicklung		
I-BO-5	Schwinden von Permafrost		

Impact-Indikatoren		Response-Indikatoren	
	Handlungsfeld Menschliche Gesundheit		
I-GE-1	Hitzebelastung		
I-GE-2	Allergene Wildpflanzen		
I-GE-3	Belastung mit Ambrosia		
I-GE-4	Befall mit Eichenprozessionsspinner		
I-GE-5	Vektorassoziierte Krankheiten		
	Handlungsfeld Katastrophenschutz		
I-KS-1	Wetter- und witterungsbedingte Katastrophenfälle		
	Handlungsfeld Raumordnung		
		R-RO-1	Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Wasserversorgung
		R-RO-2	Regionale Grünzüge zur Freiraumsicherung, Verbesserung des Bioklimas und der Erholung
	Handlungsfeld Städtebau / Bauleitplanung		
I-SB-1	Wärmebelastung in Städten	R-SB-1	Flächenverbrauch
		R-SB-2	Erholungsfläche in Städten
	Handlungsfeld Bauwesen		
		R-BA-1	Fördermittel für klimawandelangepasstes Bauen und Sanieren
	Handlungsfeld Straßenbau und Verkehr		
I-VE-1	Schiffbarkeit der Binnenschiffahrtsstraßen		
I-VE-2	Wetterbedingte Straßenverkehrsunfälle		
I-VE-3	Winterdienst		
I-VE-4	Betroffenheit von Straßen durch Katastrophenfälle		
	Handlungsfeld Energiewirtschaft		
I-EW-1	Heiz- und Kühlgradtage	R-EW-1	Diversifizierung der Elektrizitätserzeugung
I-EW-2	Wetterbedingte Unterbrechungen der Stromversorgung	R-EW-2	Diversifizierung des Endenergieverbrauchs für Wärme und Kälte
I-EW-3	Wetterbedingte Nichtverfügbarkeit der Stromversorgung	R-EW-3	Wassereffizienz thermischer Kraftwerke
I-EW-4	Umgebungstemperaturbedingte Stromminderproduktion thermischer Kraftwerke		
	Handlungsfeld Industrie und Gewerbe		
I-IG-1	Temperatureinfluss auf den Primärenergieverbrauch	R-IG-1	Wasseraufkommen und -intensität
	Handlungsfeld Finanzwirtschaft		
I-FI-1	Hagel- und Sturmschäden in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung	R-FI-1	Versicherungsdichte der erweiterten Elementarschadenversicherung für Wohngebäude
I-FI-2	Elementarschäden in der Verbundenen Wohngebäudeversicherung		



6 Gute-Praxis-Beispiele

Das folgende Kapitel stellt Projekte zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Bayern vor und zeigt, wie erfolgreiche Anpassung auf regionaler und lokaler Ebene aussehen kann. Die hier illustrierten Praxisbeispiele sollen Akteuren und Maßnahmenträgern Empfehlungen und Anregungen für die Umsetzung eigener Projekte geben und zeigen darüber hinaus, dass Klimaanpassung nicht viel Geld kosten muss. Für die Inhalte der Praxisbeispiele sind die jeweiligen Ansprechpartner verantwortlich.

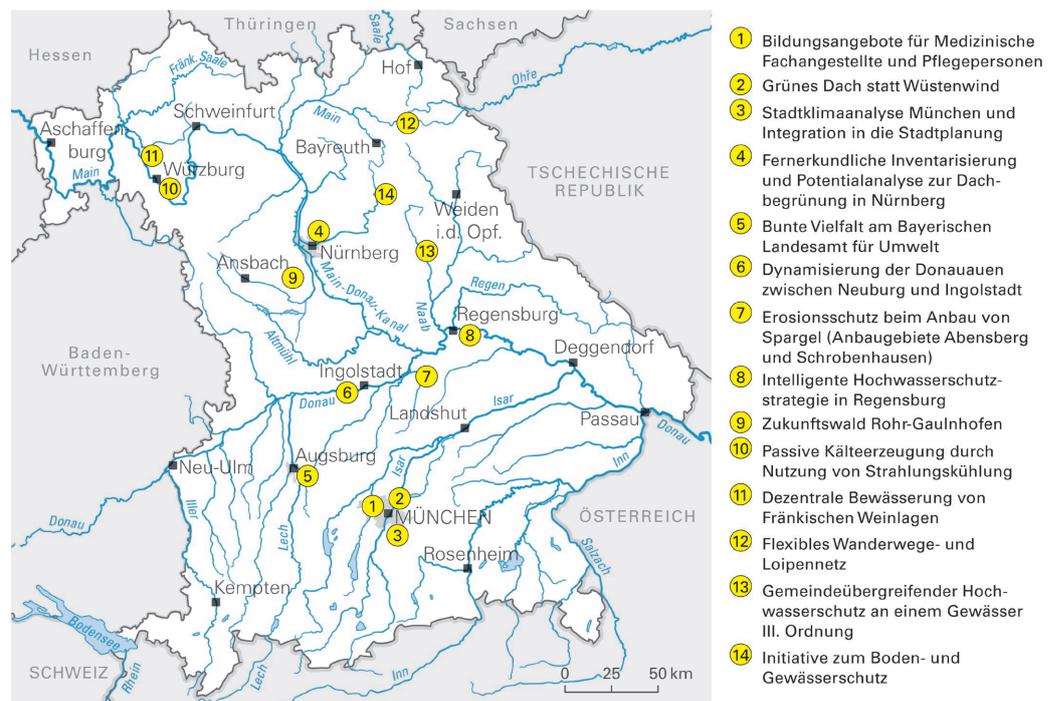


Abb. 18: Räumliche Verteilung ausgewählter Praxisbeispiele in Bayern

6.1 BILDUNGSANGEBOTE FÜR MEDIZINISCHE FACHANGESTELLTE UND PFLEGEKRÄFTE

Hitzeassoziierte Gesundheitsprobleme in der ambulanten Pflege

Anlass:

Durch den Klimawandel kommen Hitzetage, Hitzewellen und Tropennächte häufiger vor. Für bestimmte Personengruppen bedeutet dies eine starke gesundheitliche Belastung – insbesondere für Personen, die sich nicht mehr so gut an Hitze anpassen können. Hierzu gehören ältere Menschen, da das Durstempfinden und die Fähigkeit des Körpers zur Selbstkühlung mit dem Alter abnehmen. Das Risiko einer Überhitzung steigt. Wie stark extreme Hitze und Todes- und Erkrankungsfälle zusammenhängen, ließ sich in Europa im Hitzesommer 2003 beobachten. Eine gemeinsame Publikation des Robert Koch-Instituts und des Deutschen Wetterdienstes aus dem Jahr 2020 wertete die Hitzewellen in Deutschland zwischen 1992 und 2017 aus. Die Autoren konnten zeigen, dass sowohl vor als auch nach der starken Hitzewelle 2003 hitzebedingte Todesfälle in Deutschland auftraten. Beziffert wird die Anzahl der Sterbefälle für den Sommer 2006 bspw. auf circa 7.800; für die Jahre 2010 und 2015 liegen diese bei etwa 4.700 bzw. 5.200.

Ältere Menschen weisen oftmals noch weitere Risikofaktoren für hitzebedingte Gesundheitseffekte auf: bspw. das Vorliegen einer oder mehrerer chronischer Erkrankung(en), die Einnahme von Medikamenten, Immobilität oder soziale Isolation.

Der demographische Wandel und die zunehmende Urbanisierung (Wärmeinseleffekt in Städten) verstärken die Dringlichkeit von Maßnahmen, die sich mit der Anpassung an Hitzeereignisse befassen, sodass deren gesundheitliche Folgen abgemildert werden können.

„Das Thema Hitze und Gesundheit in die medizinische Ausbildung zu integrieren, ist ein wichtiger Schritt hin zu einer an die Folgen des Klimawandels angepassten Gesellschaft.“ PD Dr. med. Stephan Böse-O'Reilly

Vorgehen:

In Kooperation mit dem Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin sowie der Akademie für medizinische Fortbildung der Ärztekammer Westfalen-Lippe entwickelte das Institut und die Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin ein interprofessionelles Bildungsmodul für medizinische Fachangestellte (MFAs), die Hausbesuche durchführen dürfen, und ambulant tätige Pflegekräfte. Ziel war es, das Bildungsmodul in die Fortbildung für medizinische Fachangestellte und Pflegekräfte zu integrieren. Kooperiert wurde hierfür mit den Walner-Schulen und der Akademie Schönbrunn. An den Walner-Schulen wurde das Modul im November 2017 im Fachwirtinnen-Kurs durchgeführt, in der Akademie Schönbrunn wurden alle drei Ausbildungsjahrgänge geschult.

Gearbeitet wird nach der Inverted-Classroom-Methode: das Faktenwissen wird online anhand von kurzen Videobeiträgen vermittelt. In der anschließenden Präsenzphase wird das Gelernte durch die Bearbeitung von Fallbeispielen praktisch angewendet.

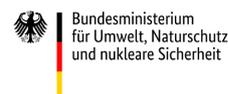
Die Onlinephase des Bildungsmoduls beinhaltet 4 Videos mit einer Dauer von insgesamt 30 Minuten und zwei kurze Powerpointpräsentationen. Die Präsenzphase ist auf drei 45-minütige Unterrichtseinheiten ausgelegt. Das Bildungsmodul ist so konzipiert, dass es auch im gesamten als Präsenzveranstaltung durchgeführt werden kann. Alle Unterlagen stehen auf www.klimawandelundbildung.de kostenfrei zur Verfügung und können für Bildungszwecke genutzt werden.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Das Projekt wurde von November 2016 bis Oktober 2018 durchgeführt. Nach der Pilotphase wurde das Bildungsmodul weiteren Gruppen zugänglich gemacht.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

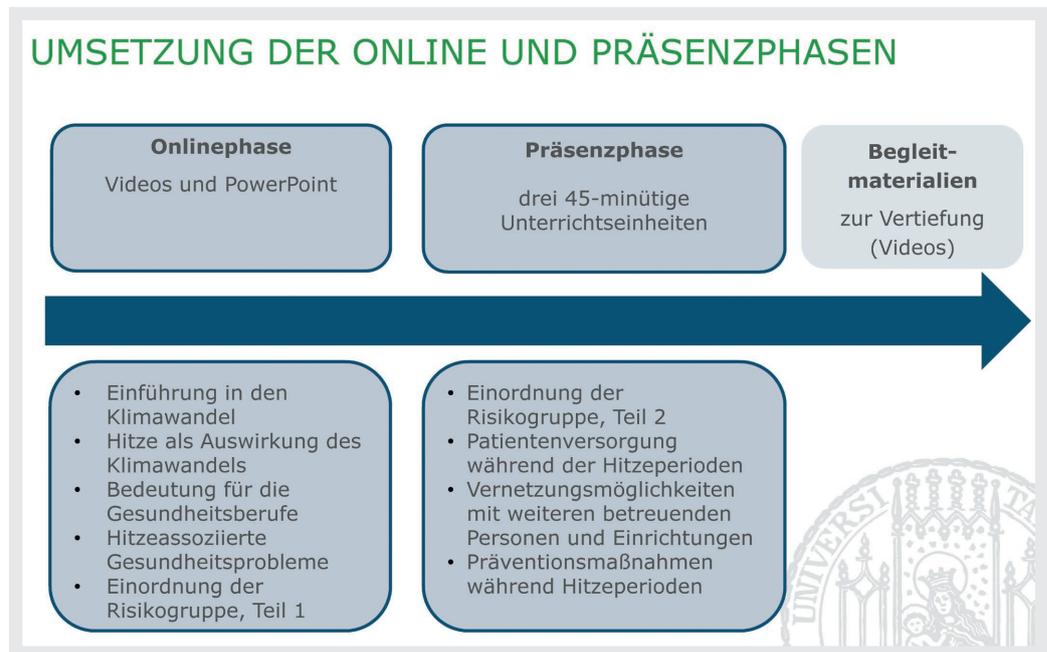


Abb. 19:
Kursstruktur der Schulung

Das hat die Maßnahme gekostet:

Das Projekt wurde im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) umgesetzt. Auftraggeber und Förderer war das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Durch das Thema Hitze und Gesundheit in der Ausbildung wurden MFAs und Pflegekräfte für die von Hitze ausgehenden Gesundheitsgefahren und deren Risikofaktoren sensibilisiert. Sie lernten unter anderem worauf in der Versorgung besonders zu achten ist und wie Familie und Nachbarn in präventive Maßnahmen einbezogen werden können.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Die lebhaften Diskussionen bei Bearbeitung der Fallbeispiele sowie der Austausch zur Ableitung der Präventions- und Versorgungsmöglichkeiten waren ein wertvoller und sehr gut angenommener Bestandteil des Bildungsmoduls. Informationsmaterialien, die sich bspw. an die Risikogruppe oder deren Angehörige richten, ergänzen das Bildungsmodul und können von den Teilnehmern im Arbeitsalltag an diese weitergegeben werden.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Hanna Mertes, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Klinikum der LMU München, LMU München,
hanna.mertes@med.uni-muenchen.de

Stephan Böse-O'Reilly, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Klinikum der LMU München, LMU München
stephan.boeseoreilly@med.uni-muenchen.de

Hier findet man weitere Informationen:

www.klimawandelundbildung.de

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung>

<https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/anpassung-an-den-klimawandel/>

<https://www.z-u-g.org/aufgaben/foerderung-von-massnahmen-zur-anpassung-an-den-klimawandel/>

6.2 GRÜNES DACH STATT WÜSTENWIND

Dachbegrünung in Eigenleistung

Anlass:

Anlass war die Sanierung mehrerer Dächer von Anbauten und Nebengebäuden. Die Dichtungen der Bitumen- bzw. Well-Eternitdächer waren nach 5 bis 10 Jahren schadhaft. In diesem Zuge beschlossen wir, begrünte Dächer anzulegen, um die hohen Temperaturen, die sich bei warmem Wetter vor den Fenstern im 1. Stock ergaben, zu reduzieren. Gleichzeitig wollten wir die Dächer bei Regen wie einen Schwamm wirken lassen.

„Seit der Begrünung der drei Dächer sieht man seine Umgebung anders. Wenn ich unterwegs bin, fallen mir sofort die leeren Dächer auf. Leider ist vielen nicht bewusst, wie leicht man etwas verändern kann. Ich bereue die Aktion noch keinen Tag.“ Manfred Bauer

Vorgehen:

Mit Styropor wurde die Dacheindeckung aus Well-Eternit aufgefüllt und Teichfolie, Drainagematerial, Vlies, Schubsicherung wegen der Dachneigung (auf Holzlatten gekantetes Lochblech aus V2A nichtrostend) sowie Substrat aufgebracht. Anschließend wurden viele verschiedene Pflanzen wie Campanula, Thymian, Schnittlauch oder Sedumsprossen eingesetzt. Die Maßnahme wurde in Eigenleistung und Handarbeit von Herrn Bauer und einem Freund geleistet.



Abb. 20:
Begrüntes Dach nach Abschluss
der Sanierungsarbeiten

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Planung und Umsetzung der Baumaßnahme haben etwa zwei Jahre in Anspruch genommen.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Es wurden etwa 1.800 Euro investiert. Die Stadt München gab über das Förderprogramm Dachbegrünung einen Zuschuss von 800 Euro.

Das war eine Herausforderung:

Stolperstein war die Verwendung von Perlite als Substrat: Das Material ist sehr leicht und fliegt bei Wind davon.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Erfolge: In den Nebengebäuden ist es jetzt im Sommer deutlich kühler. Die Dauerhaftigkeit des Daches im Vergleich zu Bitumen und Well-Eternit werden wir erst langfristig beurteilen können.

Emotionaler Mehrwert: Es ist wunderschön, wenn wir von unserem Essplatz auf die begrünten Dächer blicken und zahlreiche Insekten und Schmetterlinge beobachten können.

Positiver Nebeneffekt der Gründächer: Es ist im Sommer deutlich kühler darunter und vor den Fenstern des Wohnhauses steigt kein heißer „Wüstenwind“ mehr auf. Die angepflanzten Kräuter können als Kräutergarten genutzt werden.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Lassen Sie sich nicht abhalten und irritieren durch die Überfülle an Informationen zum Thema Dachbegrünung.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Begrünungsbüro GreenCity und das Baureferat Gartenbau
wolfgang.heidenreich@greencity.de und gartenbau@muenchen.de

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.greencity.de>

<https://www.muenchen.de/bau/foerderprogramme>



Abb. 21:
Herr Bauer auf seinem begrünten
Dach

6.3 STADTKLIMAANALYSE MÜNCHEN

Integration der Ergebnisse in die Stadtplanung



Landeshauptstadt
München
**Referat für Klima-
und Umweltschutz**

Anlass:

Die für die LH München erwarteten thermischen Klimasignale sind ein Anstieg der Durchschnittstemperatur sowie die Zunahme der Hitzeextrema und der Anzahl der heißen Tage und Nächte. München ist als Stadt besonders empfindlich für die negativen Folgen des Klimawandels, da sich die thermischen Veränderungen durch den städtischen Wärmeinseleffekt stärker auswirken als das weniger verdichtete Umland.

Eine wichtige Grundlage für die Münchner Anpassungsstrategie und -Aktionsplan („Maßnahmenkonzept Anpassung an den Klimawandel in der LH München“, Beschluss der Vollversammlung des Stadtrats vom 15.11.2016) ist die Stadtklimaanalyse (Klimafunktionskarte) für das Stadtgebiet Münchens.

Initiiert und finanziert wurde die Karte als Teil der Maßnahme 2.6 „Erhalt und Entwicklung klimawirksamer Freiflächen und Siedlungsstrukturen“ des IHKM (Integriertes Handlungsprogramm zum Klimaschutz München), Klimaschutzprogramm 2010 (Beschluss der Vollversammlung des Stadtrates vom 23.06.2010).

Als Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel werden die Ergebnisse der Klimafunktionskarte in die Stadtplanung integriert.

„Fundierte Grundlagen zur stadtklimatischen Situation sind eine wichtige Basis für unsere täglichen Aufgaben in einer wachsenden Stadt.“ Stephanie Jacobs, ehem. Referentin für Gesundheit und Umwelt

Vorgehen:

Die Klimafunktionskarte ist ein Fachplan für die Belange des Stadtklimas. Diese Karte liefert Grundlagen für räumliche Planungen zu den thermischen Verhältnissen für das Stadtgebiet München.

Die Klimafunktionskarte wurde auf Basis von Modellrechnungen erarbeitet und verwendet Grundlagendaten, die sich auf Baublöcke beziehen - einzelne Gebäude werden damit nicht erfasst (Raster 50 m x 50 m). Die Modellierungen wurden durch ein Ingenieurbüro durchgeführt. Auch die Ergebnisse früherer Studien, z. B. zur Durchlüftung des Stadtgebiets, wurden integriert. Der Maßstab der Klimafunktionskarte beträgt 1 : 30 000. Die Analysen beziehen sich auf austauscharme sommerliche Hochdruckwetterlagen, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie lufthygienischen Belastungen einhergehen. Diese Wetterlagen haben damit eine besondere Bedeutung für die Aufenthaltsqualität in der Stadt.

Die Klimafunktionskarte bildet eine wichtige Abwägungsgrundlage für die bauliche Entwicklung in München und für eine Weiterentwicklung klimawirksamer Freiflächen und Siedlungsstrukturen. Sie gibt Auskunft zu den stadtklimatischen Verhältnissen auf der Maßstabsebene des Flächennutzungsplans und ist damit eine wichtige Grundlage für die gesamtstädtische räumliche Entwicklung. In welcher Form die Ergebnisse in die vorbereitende Bauleitplanung übernommen werden können, ist im Einzelnen zu definieren. Des Weiteren dient die Klimafunktionskarte als Beurteilungsgrundlage, die auf die Notwendigkeit weiterer detaillierter Untersuchungen hinweist, z. B. bei konkreten Bebauungsplänen oder vor der Ausschreibung von Wettbewerben.

Für die Klimafunktionskarte liegt die Federführung beim Referat für Gesundheit und Umwelt. Für die Integration der Ergebnisse der Klimafunktionskarte in die Stadtplanung liegt die Federführung

beim Referat für Stadtplanung und Bauordnung.

Ein frühzeitiges Screening vor der Ausschreibung städtebaulicher Wettbewerbe, der Erstellung von Strukturkonzepten und der Aufstellung von Bebauungsplänen soll sicherstellen, dass die klimatische Wirksamkeit von Flächen erhalten und der groß- und kleinräumige Luftaustausch funktionsfähig bleibt. Hier prüfen das Referat für Gesundheit und Umwelt und das Referat für Stadtplanung und Bauordnung gemeinsam, inwieweit für das Planungsgebiet stadtklimatische Aspekte von Relevanz bzw. klimatisch hochwirksame Flächen betroffen sind. In diesen Fällen werden vertiefende Gutachten vergeben, um gebäudescharfe Aussagen treffen zu können.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Zwei Jahre, nachdem alle benötigten Datengrundlagen vorlagen, inklusive Abstimmung mit den betroffenen Referaten und Stadtratsbefassung. Die Ergebnisse werden in laufenden Verfahren in die städtischen Planungen integriert.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Kosten beliefen sich auf ca. 65.000 Euro.

Das war eine Herausforderung:

Die Datengrundlagen (insbesondere die Strukturtypenkartierung München) mussten vor der Modellierung auf den neuesten Stand gebracht werden. Die Ergebnisse der Klimafunktionskarte werden in laufende Planungen eingebracht. Eine Herausforderung besteht darin, in einer stark wachsenden Stadt wie München Wachstum und gleichzeitig bestmögliche stadtklimatische Bedingungen zu vereinbaren, um für gute Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu sorgen.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Mit der Klimafunktionskarte liegt eine transparente und nachvollziehbare Datengrundlage vor, auf deren Basis fundierte Entscheidungen getroffen werden können. Die Ergebnisse der Klimafunktionskarte und der vertiefenden Gutachten werden auch in Bürgerbeteiligung in laufenden Verfahren genutzt.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Eine enge Zusammenarbeit mit dem Fachbüro und den betroffenen Referaten ist empfehlenswert.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Referat für Gesundheit und Umwelt, SG Ressourcenschutz (RGU-UVO13),
uvo13.rgu@muenchen.de

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Stadtklima/Stadtklimaanalyse.html>

6.4 FERNERKUNDLICHE INVENTARISIERUNG UND POTENTIALANALYSE

zur Dachbegrünung in Nürnberg

Anlass:

Die Begrünung von Dachflächen gilt als wichtige Maßnahme im Rahmen der Klimaanpassung. Gerade in stark versiegelten und verdichteten Stadtgebieten bietet sie oft die einzige Möglichkeit im Bestand Verdunstungsflächen zur Kühlung zu schaffen. Darüber hinaus stehen damit wertvolle Flächen zur Rückhaltung von Niederschlägen, gerade bei den zunehmend zu erwartenden Starkregenereignissen, zur Verfügung. Weitere positive Wirkungen ergeben sich unter anderem durch die Bindung von Treibhausgasen und Luftschadstoffen sowie die Schaffung von Flächen für Artenvielfalt und Artenschutz.

Inwieweit aber überhaupt begrünte Dächer vorhanden sind, wie sie sich über das Stadtgebiet verteilen und wie groß der Anteil potenziell begrünbarer Dachflächen ist, darüber lagen in Nürnberg keine belastbaren Daten vor.

„Ohne genaue Kenntnisse zu haben über die Lage, Größe und das vorhandene Potential zur Dachbegrünung ist es schwierig zu beurteilen, welchen Stellenwert sie im Rahmen der Klimaanpassung einnehmen kann.“ Annegret Weidig, Umweltamt Nürnberg



Abb. 22:
Die Gründachinventarisierung liefert Daten zu bestehenden Gründächern (grün), potenziell begrünbaren Dachflächen (blau) und sonstigen Dachflächen (grau)

Vorgehen:

2017 hat das Umweltamt der Stadt Nürnberg ein Gutachten zur „fernerkundlichen Inventarisierung und Potentialanalyse zur Dachbegrünung in Nürnberg“ in Auftrag gegeben. Das dabei angewendete fernerkundliche Verfahren wurde vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Dachgärtner Verband entwickelt.

Der Bestand an Gründächern wurde in einem automatisierten Verfahren anhand von Infrarot-Luftbilddaufnahmen ermittelt. Die Erfassung erfolgte aufgrund der Reflektion von Vegetationsflä-

32) NVDI-Wert: normalisierter differenzierter Vegetationsindex

chen auf Gebäudedächern im Luftbild. Durch die Berechnung des Vegetationsindizes NDVI³² und die Festlegung von NDVI-Schwellenwerten wurden darüber hinaus auch qualitative Aussagen zur Begrünung festgehalten. Auf Basis von Gebäudedaten und einem Höhenmodell wurden darüber hinaus die potentiell begrünbaren Dachflächen im Stadtgebiet ermittelt. Dazu zählen flache und leicht geneigte Dächer (bis ca. 20°).

Mit dem Gutachten liegt erstmalig eine stadtgebietsweite Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung von Gründächern in Nürnberg vor. Sie dient als Grundlage für weitere Detailuntersuchungen, wie z. B. der Identifizierung von an Gründächern unterversorgten Stadtgebieten mit einem hohen Potenzial an Dachbegrünungsmaßnahmen.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Die Untersuchung konnte in einem Zeitraum von etwa zwei Monaten abgeschlossen werden. Die nachträgliche weitere Auswertung und Überprüfung der Daten erfolgte innerhalb von ca. einem Monat.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Erstellung des Gutachtens hat ca. 6.000 Euro plus MwSt. gekostet.

Das war eine Herausforderung:

Fehlkartierungen aufgrund von Überschattungen, der Verkipfung von Gebäuden im Luftbild sowie Gewächshäuser, und Tiefgaragen, die als Dachbegrünung identifiziert wurden, erforderten eine manuelle Nachbearbeitung. Die Ermittlung der potenziell für eine Begrünung geeigneten Dachflächen erfolgt aufgrund der Dachneigung und stellt deshalb nur einen ersten Annäherungswert dar. Nicht geklärt werden können dabei u. a. Fragen zur Statik oder möglicherweise anstehender Dachreparaturen. Die Ergebnisse der Untersuchung können nur so gut sein, wie die Datengrundlage die zur Verfügung gestellt werden kann.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Die Potenzialanalyse schafft einen stadtweiten Überblick über Größe und Verteilung vorhandener und potenziell zur Begrünung nutzbarer Dachflächen. Sie ist eine Grundlage, um Anreiz- und Förderinstrumente zur Aktivierung potenziell begrünbarer Dächer zu entwickeln und bietet die Möglichkeit, die Daten für weitere Detailuntersuchungen, z. B. zum Stadtklima, zu nutzen. Die Ergebnisse können zur verwaltungsinternen Verwendung im stadt-eigenen GIS zur Verfügung gestellt werden und sind ein Monitoring-Instrument, unter anderem zur Überprüfung von Festsetzungen in Bebauungsplanverfahren.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Vor der Beauftragung eines solchen Gutachtens muss die Datenlage geklärt werden. Die Untersuchung dient dazu, einen Überblick zu erhalten. Eine darauf aufbauende Überprüfung ist notwendig, um belastbares Datenmaterial zu erhalten. Kenntnisse im Umgang mit GIS sind dazu Grundvoraussetzung. Der Datensatz muss gepflegt werden damit eine aktuelle Planungsgrundlage vorliegt

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Umweltamt Stadt Nürnberg
Annegret.Weidig@stadt.nuernberg.de
Mechthild.Wellmann@stadt.nuernberg.de
Daniel.Baunach@stadt.nuernberg.de

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.gebaeudegruen.info/>

6.5 BUNTE VIelfALT AM LANDESAMT FÜR UMWELT

LfU-Außenanlagen entwickeln sich zum artenreichen Stadtbiotop



Anlass:

Bei der Planung der Außenanlagen stand von Beginn an der ökologische Leitgedanke im Vordergrund. Mithilfe einer nachhaltigen Planung sollte ein Stück Natur in die Stadt Augsburg geholt und so ein Beitrag zum Naturschutz geleistet werden. Wert gelegt wurde auf einen sparsamen Umgang mit Energie und Material, vom Bau bis zur Pflege und Unterhaltung. Weitere Planungsziele waren eine geringe Bodenversiegelung und eine gezielte Wasserversickerung, die zur Grundwasserneubildung beiträgt. Die für die Lechheiden typischen Landschaftsbilder und artenreichen Lebensräume sollten in die Gestaltung eingehen, um die Biodiversität im Außenbereich zu steigern. Aufgrund der Bündelung der Umweltanalytik Bayern am Standort Augsburg musste 2010 aus technischen Gründen ein viertes Gebäude teils auf dem 1999 angelegten Magerrasen errichtet werden. Um den Belangen des Arten- und Naturschutzes gerecht zu werden, wurde eine umfangreiche Kompensation angestrebt: Als Ausgleich für den Eingriff in das Biotop stellte das LfU auf einer dreimal so großen Fläche die Voraussetzungen für die Entwicklung neuer artenreicher Lebensräume her.

„Wir waren selbst überrascht, wie schnell sich die neue Fläche entwickelt hat. Es kommen jedes Jahr neue Pflanzen und Tiere dazu – und das fast von alleine.“

Gerhard Gabel, ehemaliger Referatsleiter Landschaftsentwicklung am LfU



Abb. 23:
Außenanlagen des LfU in
Augsburg

Vorgehen:

Vor Beginn der Bauarbeiten wurde im Spätwinter der vorhandene Magerrasen abgezogen und auf einer vorbereiteten Teilfläche sofort wieder ausgebracht. So wurde der wertvolle Pflanzen- und Tierbestand möglichst schonend übertragen und am Standort erhalten. Der Beton des alten Flugfeldes wurde aufgebrochen und als Mauerkanten und Trockenmauern in die Biotopfläche integriert. In den Zwischenräumen sollen Rückzugsgebiete für Tiere entstehen. Mähgut aus Naturschutzgebietsflächen vom Stadtwald Augsburg, der Dürrenastheide und der Königsbrunner Heide

wurden auf die Ausgleichsfläche aufgebracht, um mit den enthaltenen Samen die genetische Vielfalt der Lechheiden abzubilden. Der Magerrasen wird nur ein bis zwei Mal/Jahr gemäht. Das spart Energie- und Unterhaltskosten. Außerdem gibt der Rasen Zeugnis vom Ablauf der Jahreszeiten und ihrem unterschiedlichen Erscheinungsbild. Der Lebenszyklus der Pflanzen kann erlebt und beobachtet werden. Verschiedene Tiere nutzen das Ganzjahresangebot an Nahrungspflanzen, für sie bietet sich in der strukturreichen Außenanlage schon nach kurzer Zeit ein breites Angebot an Lebensräumen. Für Gehölzpflanzungen wurden einheimische, gebietseigene Arten verwendet.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Investition: Die bisherige Kostenanalyse umfasst die Kosten für Planung und Erstellung der Außenanlage, das Pflegekonzept, die jährlich erforderliche Steuerung und Abstimmung der Pflegeleistungen und die Kosten der Unterhaltungspflege. Die Herstellungskosten beider Bauabschnitte liegen im unteren Bereich für übliche Kosten von Freianlagen an öffentlichen Gebäuden. Die Kosten für die Grünflächenpflege sind im Vergleich mit einschlägigen Kennzahlen ebenfalls als niedrig einzuschätzen, so dass die Außenanlagen am LfU auch als wirtschaftlich nachhaltig zu bewerten sind.

Reputation/Image: Das Vorhaben ist ein erfolgreiches Pilotprojekt für Stadtökologie und kann ein Modell für andere Kommunen und Betriebe sein.

Landschaftsarchitektonische Besonderheit: Die Maßnahme schafft ein attraktives Betriebsgelände durch naturnahe Außenanlagen.

Emotionaler Mehrwert: Das Stadtbiotop ist ein Erlebnis für die Sinne – für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Landesamtes und für alle Bürgerinnen und Bürger durch die freie Zugänglichkeit.

Entstehung eines artenreichen Lebensraumes: Auf der Fläche konnten 180 Pflanzenarten und 30 Schmetterlingen dokumentiert werden.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Wichtig ist die Berücksichtigung des vorgegebenen Standorts und der Umgebung, die Schaffung von vielfältigen Standortbedingungen (feucht-trocken, mager-nährstoffreich, Rohboden-Humus) sowie die Verwendung standortheimischer Gehölze und Saatgut. Daneben sollten offene Flächen für eine eigendynamische Entwicklung (Sukzession) bereitgestellt werden.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Bernd-Ulrich Rudolph: bernd-ulrich.rudolph@lfu.bayern.de

Hier findet man weitere Informationen:

https://www.lfu.bayern.de/natur/freiraumgestaltung_augsburg/index.htm

https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00210.htm

<https://www.umweltpakt.bayern.de/natur/fachwissen/331/biodiversitaetsmanagement>

https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/PDF_weitere_leitfaeden/Broschuere_Nachhaltiges-Bauen_Aussenanlagen_gesch%C3%BCtzt.pdf

6.6 DYNAMISIERUNG DER DONAU AUE ZWISCHEN NEUBURG UND INGOLSTADT

Anlass:

Durch die Begradigung der Donau im 19. Jahrhundert und den Bau der Staustufen Bergheim und Ingolstadt im 19. und 20. Jahrhundert ging die natürliche Dynamik der Donauauen weitgehend verloren. Der Auwald wurde seitdem nur noch bei großen Hochwasserereignissen überflutet und die ursprünglich vorhandenen Grundwasserschwankungen im Meterbereich wurden durch den Staustufenbau auf wenige Dezimeter reduziert. Zudem wurde die biologische Durchgängigkeit für aquatische Lebewesen unterbrochen. Stauräume statt Fließgewässerlebensräume waren die Folge.

„Panta rhei – Alles fließt: Diese Formel von Heraklit ist aktueller denn je für staugeregelte und begradigte Fließgewässer.“ Prof. Dr. Benno Kügel, Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt

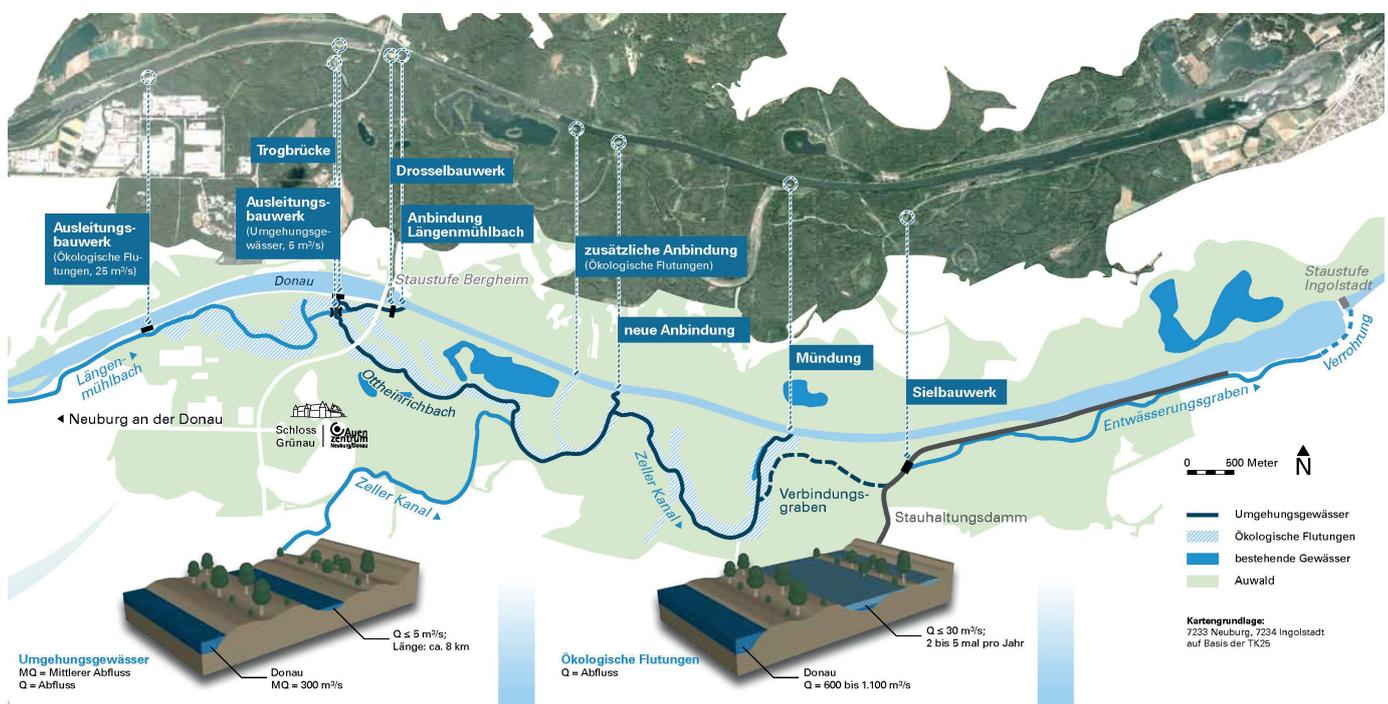
Vorgehen:

Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit:

Um die biologische Durchgängigkeit an der Staustufe Bergheim wiederherzustellen, wurde in den südlichen Stauhaltungsdamm des Kraftwerks ein Ausleitungsbauwerk mit technischem Fischaufstieg integriert. Es leitet bis zu 5 m³/s Donauwasser in einen neu errichteten Gewässerabschnitt. Zusätzlich wurde eine neue Anbindung an die Donau geschaffen. Mit diesem Umgehungsgewässer entstand ein neuer 8 km langer Fließgewässerlebensraum. Die Lateralvernetzung zwischen Fluss und Aue wurde zudem erheblich verbessert.



Abb. 24:
Illustration zur Dynamisierung
der Donauauen



Ökologische Flutungen:

Durch den Verschluss des Drosselbauwerks im Mündungsbereich des Längenmühlbaches wird dieser zurück gestaut und in den Auwald geleitet. Im südlichen Stauhaltungsdamm des Kraftwerks Bergheim wurde zusätzlich ein bestehendes Streichwehr so umgebaut, dass bereits bei wesentlich kleineren Hochwassern der Donau maximal 25 m³/s Donauwasser in die Aue ausge-

leitet werden. Zusammen mit den 5 m³/s des Ottheinrichbaches werden bis zu 100 ha Auwald mit insgesamt 30 m³/s geflutet. Die Ökologischen Flutungen finden bei einem Donauabfluss von 600 bis 1.100 m³/s statt. Damit werden die früher natürlichen Überschwemmungen in Teilbereichen der Aue wiederhergestellt. Überschreitet die Donau einen Abfluss von 1.100 m³/s wird das Ausleitungsbauwerk geschlossen, da die natürliche Flutung einsetzt.

Grundwassermanagement:

Der Aufstau der Donau durch die Staustufen führte zu ganzjährig gleichbleibend hohen Grundwasserständen im Auwald. Um sich an die ursprünglichen Grundwasserschwankungen von mehreren Metern wieder anzunähern, wird in Trockenzeiten der Grundwasserspiegel in Teilbereichen abgesenkt. Dazu wurde der Zeller Kanal über einen neuen 1,5 km langen Verbindungsgraben an den bestehenden südlichen Entwässerungsgraben der Staustufe Ingolstadt angeschlossen. Zur Steuerung wurden mehrere Absperrbauwerke sowie ein Sielbauwerk im Stauhaltungsstamm angepasst.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Ausgehend von einer Machbarkeitsstudie im Jahr 1997 wurden die Ausleitungsbauwerke ab 2005 errichtet und die Maßnahme im Jahr 2010 fertiggestellt.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Gesamtkosten der Maßnahme belaufen sich auf 15 Mio. Euro. Diese setzen sich zusammen aus 11 Mio. Euro Baukosten, 3 Mio. Euro Entschädigung und 1 Mio. Euro für das Monitoring. Die Maßnahme wurde vom Freistaat Bayern unter Beteiligung der Europäischen Union, der Stadt Ingolstadt, des Landkreises Neuburg-Schrobenhausen und des Bundesamts für Naturschutz finanziert.

Das war eine Herausforderung:

Eine besondere Herausforderung stellte der Abstimmungsprozess zwischen Naturschutz, Wasserwirtschaft, Kraftwerksbetreibern und Waldbesitzern dar. Ebenso herausfordernd war es ökologisch funktionelle Anforderungen in einer technischen Umsetzung zu realisieren.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Durch die Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit ist die Donau für Fische und andere Wassertiere hier wieder passierbar. Der Umgehungsbach bildet einen neuen Fließgewässerlebensraum als Teilkompensation für den Verlust in den Stauhaltungen der Donau. Es konnte eine Vernetzung zwischen Donau und Aue mit Flutungs- und Grundwasserdynamik hergestellt und die Degradierung der Aue zum Hochwald verhindert werden. Daneben kann sich eine typische gewässerbegleitende Auenvegetation entwickeln.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt: poststelle@wwa-in.bayern.de

Aueninstitut Neuburg der KU-Eichstätt-Ingolstadt: <https://www.ku.de/mgf/geographie/angewandte-physische-geographie/aueninstitut-neuburg/>

Hier findet man weitere Informationen:

https://www.wwa-in.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/mass05/index.htm



6.7 EROSIONSSCHUTZ BEIM ANBAU VON SPARGEL

Anlass:

Die bayerische Spargelfläche hat von 2005 mit 2.360 ha bis 2016 mit 4.140 ha um 75 % zugenommen. Das Abdecken der Dämme mit Folien, spätestens im Lauf des Februars bis zum Ende der Stechzeit des jeweiligen Spargelfeldes, ist heute Standard. Die meisten Spargelfelder sind eben oder nur gering geneigt. Mit der Flächenausdehnung der letzten Jahre und der Nachbauproblematik (möglichst 10 Jahre Anbaupause) wurden auch hängige Flächen in den Anbau genommen. 2016 wiesen 1.070 ha ein mittleres Gefälle von 3 bis 5 % auf und 560 ha von mehr als 5 %. Diese Flächen liegen überwiegend südlich der Donau.

10 mm Niederschlag, der aufgrund von Folienabdeckung, verschlammter Bodenoberfläche oder verdichtetem Boden nicht einsickern kann, addiert sich auf einer Fläche von einem Hektar auf 100 Kubikmeter Wasser, die von dem Feld abfließen. Wassermengen in dieser Größenordnung verursachen Schäden am eigenen Spargelfeld, an angrenzenden Wegen, an unterhalb liegenden Nachbargrundstücken und das Wasser-Erde-Gemisch kann Flutgräben verstopfen. Starkniederschläge in kurzer Zeit und Ackerflächen in einer Gemeinde mit einem größeren Anteil an Spargelflächen haben in den letzten Jahren zu einer deutlichen Verschärfung von Erosionsproblemen geführt.



Abb. 25:
Abschwemmung trotz geringer Hangneigung und Folienabdeckung; keine Schutzmaßnahmen

„Am wichtigsten sind eine Querbewirtschaftung zum Hang und das Anlegen von Grünstreifen am tiefergelegenen Vorbeet bzw. an Abflusssrinnen. Der Wasserabfluss wurde verringert und es wurde weniger Erde ausgetragen.“ Josef Ingerl, Ansprechpartner Pflanzenbau am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Vorgehen:

Bei den regionalen Vortragsveranstaltungen für Spargelanbauer und bei Versuchsführungen haben die Berater an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten auf die Problematik und mögliche Gegenmaßnahmen hingewiesen. Die Landwirte wurden über das richtige Folienmanagement bei Mehrfachbedeckungen (zweite und dritte Folie erst im Frühjahr) und über eine sachgerechte Bodenbearbeitung informiert. In besonders betroffenen Gemeinden gab es Gespräche mit dem Bürgermeister, dem Landratsamt, den Naturschutzbehörden und den verantwortlichen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.



Abb. 26:
Keine Folie, grüner Randstreifen als Schutzmaßnahme zum Zurückhalten von abfließendem Niederschlagswasser

Im Frühsommer 2017 wurde unter Federführung der Landesanstalt für Landwirtschaft die LfL-Information „Erosionsschutz beim Anbau von Spargel“ überarbeitet und den Anbauern als gedruckte Exemplare bzw. auf den Internetseiten der Landesanstalten für Landwirtschaft bzw. für Weinbau und Gartenbau zur Verfügung gestellt.

Eine Standardmaßnahme ist die Querbewirtschaftung zum Hang und wird bei einer Neupflanzung immer gemacht, wenn es die Ausformung des Schrages zulässt. Vereinzelt nutzen vor allem kleinere Betriebe die gezielte Anlage von Grünstreifen, vornehmlich am unteren Ende eines Spargelfeldes. Streifenbreiten unter fünf Meter sind weniger wirksam. Ist ein potentiell möglicher Randstreifen sehr schmal, müssten in jeder Dammreihe die untersten Spargelpflanzen für den Grünstreifen „geopfert“ werden. Der Grünstreifen sollte im Spätsommer angelegt werden, damit sich eine ausreichende Begrünung, auch bereits für die Winterniederschläge bilden kann.

Das flächige Einbringen von Stroh in den Laufwegen wird nur selten praktiziert ebenso Strohbällen, die den Wasserfluss bremsen sollen. Versickerungsmulden werden meist dann angelegt, wenn es zu Schwierigkeiten gekommen ist.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Kosten für die Anlage und die Pflege eines Grünstreifens sind nicht allzu hoch anzusetzen und mit wenigen Arbeits- und Maschinenstunden bei einem Spargelfeld erledigt. Fördermöglichkeiten bestehen über das KuLaP. Berücksichtigt werden müssen aber die jährlich entgangenen Einnahmen, die sich durch die reduzierte Erntefläche ergeben. Je nach Länge des Schrages bedeutet der Grünstreifen einen Minderertrag auf dieser Fläche von 2 bis 5 %.

Das war eine Herausforderung:

Für die Neuanlage eines Spargelfeldes sollten idealerweise möglichst ebene Flächen verwendet werden, auf denen in den letzten zehn Jahren keine Spargelkultur stand. Besonders südlich der Donau gibt es in den Spargelanbaugebieten wenige solcher „jungfräulichen“ Flächen mit geringer Hangneigung. Maßnahmen, die die Erntearbeiten behindern, wie Strohbällen in den Laufwegen, werden von den Landwirten eher nicht akzeptiert. Betriebe, die Fördermaßnahmen, z. B. für Grünstreifen beantragen, werden verstärkt kontrolliert.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Besonders in Gemeinden, in denen es in den vergangenen Jahren zu Erosionsproblemen gekommen ist, gab es Ärger in der Gemeindeverwaltung, zwischen Landwirten und auch angrenzenden Grundstückseignern. 2017 haben die öffentlichen Medien die Versiegelung im Spargelanbau angeprangert. Erosionsschutzmaßnahmen im Spargelanbau verbessern das Image und verdeutlichen das Bemühen der Landwirte um eine nachhaltige Produktion.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Allen Landwirten, die eine neue Spargelfläche anlegen wollen, wird empfohlen, dass sie schon für die Planung einer Neuanlage eine Beratung beim zuständigen Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten einholen sollen.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Zum Thema Erosionsschutz im Spargelanbau können Sie sich an das zuständige Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Ihrem Landkreis wenden. Dort helfen Ihnen die Ansprechpartner im Bereich Landwirtschaft, Agrarökologie und die Wasserberater gerne weiter.

Hier findet man weitere Informationen:

https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenbau/dateien/2017-g3-04_erosionsschutz_im_spargelanbau.pdf

6.8 INTELLIGENTE HOCHWASSERSCHUTZSTRATEGIE IN REGENSBURG

Städtisches Notfallsystem HW20 ergänzt staatlichen Grundschutz HW100

Anlass:

Parallel zum staatlichen Hochwasserschutz-Planungswettbewerb in den Jahren 2003 bis 2006 wurde ein sehr intensiver Dialog mit der Bürgerschaft über die Frage „Wie soll der Hochwasserschutz in Regensburg aussehen“ durchgeführt.

Während die Bürgerinnen und Bürger die Umsetzung des staatlichen Grundschutzes HW100 als langfristige Aufgabe betrachteten, forderten sie gleichzeitig die sofortige Schaffung eines städtischen Katastrophenschutzes als Notfallsystem gegen ein HW20, also einen Schutz gegen 20-jährliche Hochwasser, wie sie im Jahre 1988 und 2002 aufgetreten waren.

„Die frühe und intensive Information und Beteiligung der Bürgerschaft im Rahmen der Hochwasserschutzplanungen liefert gute Ideen und schafft die erforderliche Akzeptanz für die spätere Umsetzung.“ Franz Kastenmeier, Stadt Regensburg

Vorgehen:

In den Jahren 2003 bis 2009 wurden schließlich im Rahmen der städtischen Lückenschlussmaßnahmen in fünf Stadtteilen insgesamt 1.800 m² Katastrophenschutzelemente aus Aluminium angeschafft. Damit konnten ab 2009 erstmals in der Geschichte der Stadt Regensburg bis zu 20-jährliche Hochwasser mit einem Pegelstand von bis zu 4 m über dem normalen Wasserstand der Donau bewältigt werden. Die mobilen Hochwasserschutzsysteme werden nur für die Dauer des Hochwassers aufgestellt und können flexibel und ortsunabhängig eingesetzt werden.



Abb. 27:
Mobiles Hochwasserschutzsystem; Hochwasser am 04. Juni 2013 am Pegel Eiserne Brücke



Abb. 28:
Lagerung des mobilen Hochwasserschutzsystems

Die logistische Abwicklung, mit Lagerung, Transport, Aufstellung, Bewachung und Nachsorge der Katastrophenschutzelemente erfolgt seit 2009 auf der Grundlage eines Hochwassereinsatzplanes durch das Personal der drei städtischen Bauhöfe des Tiefbauamtes. Das 1,35 m hohe Katastro-

phenschutzsystem besteht aus Stützböcken und Dammtafeln aus Aluminium. Das System ist relativ vandalismussicher und kann nur mit Spezialwerkzeugen demontiert werden. Aus logistischen Gründen, aber auch im Hinblick auf die Diebstahlgefahr, werden die mobilen Katastrophenschutzzelemente in insgesamt 22 abschließbaren Abrollcontainern aus Stahl untergebracht.

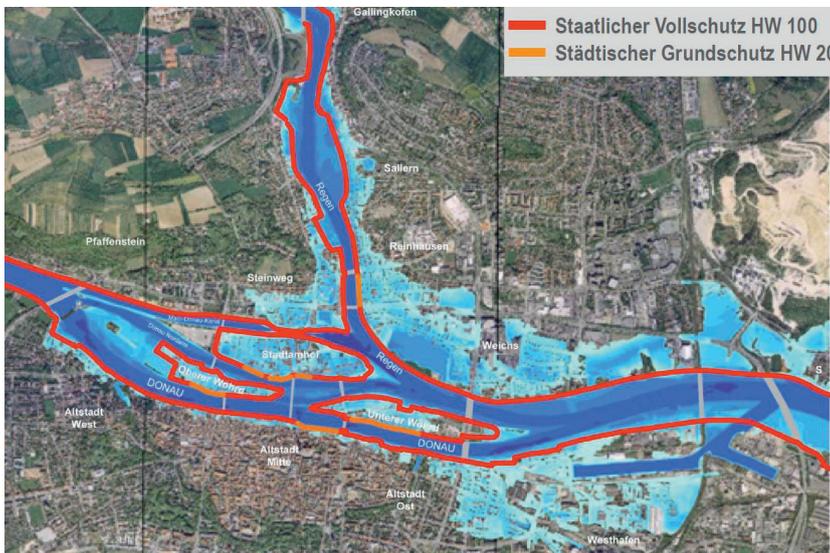


Abb. 29:
Der staatliche Grundschutz gegenüber 100-jährigen Hochwassern (HW 100) wird von einem städtischen Notfallsystem gegenüber 20-jährigen Hochwassern (HW 20) ergänzt

Die im Rahmen des städtischen Notfallsystems angeschafften Katastrophenschutzzelemente sollen nach der Umsetzung des staatlichen Grundschatzes HW100 als Zweitverwendung in den Hochwasserrisikomanagement-Plan integriert werden. Auf der Grundlage eines Querschottkonzeptes sollen die K-Systeme bei Überströmen oder Versagen des staatlichen Hochwasserschutzes die Hinterläufigkeit und weitere Ausbreitung von Extremhochwasser auf weitere Hochwasserschutzabschnitte verhindern.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Nach dem Jahrhunderthochwasser 2002 konnten fast jedes Jahr für einen weiteren Stadtteil mobile Katastrophenschutzzelemente angeschafft werden (Anschaffungszeitraum für die fünf Stadtteile: 2003 bis 2009)

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Gesamtkosten des städtischen Notfallsystems beliefen sich auf 2,5 Mio. Euro.

Das war eine Herausforderung:

Die im Jahr 2002 geborene Idee, eine ergänzende Schutzstrategie zu entwickeln, d.h. den staatlichen Grundschatz HW 100 durch ein städtisches Notfallsystem HW 20 zu ergänzen, war bisher ohne Beispiel, stellte sich aber im Nachhinein als Erfolgsstrategie heraus.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Einen besseren und schnelleren Schutz bei kleineren und mittleren Hochwasserereignissen und eine Überbrückung des Zeitraumes, bis der Freistaat Bayern den staatlichen Grundschatz umsetzen kann. Die schnelle Umsetzung der Forderung der Bürgerschaft nach einem städtischen Notfallsystem HW 20 erwies sich als eine große vertrauensbildende Maßnahme. In den letzten zehn Jahren gab es in Regensburg keine grundsätzlichen Widerstände gegen das staatliche Gesamtprojekt HW 100, weder in der Bürgerschaft, noch in der Politik.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Die Planung und Umsetzung des staatlichen Hochwasserschutzes ist eine Generationenaufgabe. Im Rahmen einer offenen Planung muss die Bürgerschaft früh und umfassend informiert und intensiv in die Planungsprozesse eingebunden werden. Dieses Vorgehen liefert Ideen und schafft die erforderliche Akzeptanz für die spätere Umsetzung.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Stadt Regensburg, Tiefbauamt, Abt. Hochwasserschutz, Baudirektor Franz Kastenmeier:
kastenmeier.franz@regensburg.de

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.hochwasserschutz-regensburg.de/mobile-elemente.html>

6.9 ZUKUNFTSWALD ROHR-GAULNHOFEN

Gemeinsam gelingt der Waldumbau

Anlass:

Die Wälder im Großraum Nürnberg haben eine lange Geschichte von Übernutzungen, Monokulturen und Insektenplagen hinter sich. Sie bestanden Anfang des vorigen Jahrhunderts vorwiegend aus Waldkiefern. Kaum beginnen seit einigen Jahrzehnten die Blessuren der Vergangenheit zu heilen, geraten diese Wälder unter den neuartigen Einfluss des Klimawandels. Die Kiefern erfahren nun den Stress historisch ungewohnter Hitze. War der in Alter und Baumart monostrukturierte Aufbau mit seiner großflächigen Anfälligkeit gegen Insektenschäden schon bislang Anlass genug, den Waldumbau zu forcieren, gaben spätestens die durch den Hitzesommer 2015 auftretenden Schäden bis hin zum Absterben ganzer Bestände der Notwendigkeit zur Anpassung an die kommenden klimatischen Bedingungen neue Brisanz.

Während in den großen zusammenhängenden Staatswäldern um Nürnberg bereits seit den 80er Jahren erfolgreich Waldumbau betrieben wird, besteht in den Privatwäldern noch ein hohes Defizit. Ziel des Zukunftswaldes Rohr-Gaulnhofen war es, in einem bestimmten Waldbereich möglichst viele Waldbesitzer für das Thema „Waldumbau“ zu gewinnen, um so – unterstützt von einer Schwerpunktbejugung des Rehwildes – auf den teuren und aufwendigen Zaunschutz verzichten zu können.

„Dass sich unsere gleichaltrigen Kiefernwälder in einen Mischwald umwandeln sollten, ist den meisten Waldeigentümern mittlerweile bewusst. Die gemeinsame Aktion hat aber für viele erst den Ausschlag gegeben, mit dem Waldumbau zu beginnen. Ohne den sonst nötigen Zaun geht alles viel einfacher. (...) Es ist wie so oft: das gemeinsame Handeln bringt mehr als wenn jeder für sich agiert.“ Georg Burger, Waldbesitzer und Vorsitzender der Jagdgenossenschaft Rohr

Vorgehen:

Die Aufgabe des AELF bestand im Wesentlichen in der Projektinitiierung und -koordination sowie in der Qualitätssicherung der durchgeführten Arbeiten. Die Gewinnung der Waldbesitzer für die Idee des gemeinsamen Handelns stand im Vordergrund. Neben persönlichen Anschreiben, Informationsveranstaltungen und Pressearbeit stand die Beratung der Waldbesitzer in ihren jeweiligen Waldflächen sowie die Abwicklung der finanziellen Fördermaßnahmen auf unserer Agenda.

Um die vor der Pflanzung notwendigen Durchforstungsmaßnahmen und die Pflanzung selbst kümmerten sich die Forstbetriebsgemeinschaft und private Pflanzunternehmen. Entscheidender Faktor war auch die Idee: „Je mehr Fläche umgebaut wird, desto leichter wird es ohne Zaun gehen.“ Dies, zusammen mit dem kommunizierbaren Aktionscharakter führte dazu, dass der „Zukunftswald Rohr-Gaulnhofen“ zum Thema in den Dörfern wurde und der Ansatz sich selbst verstärkte. Das Eingebunden sein in eine größere Aktion unter professioneller und unabhängiger Koordination durch das AELF machte es daneben auch örtlich und thematisch „waldfernen“ Waldbesitzern leicht, mitzumachen.

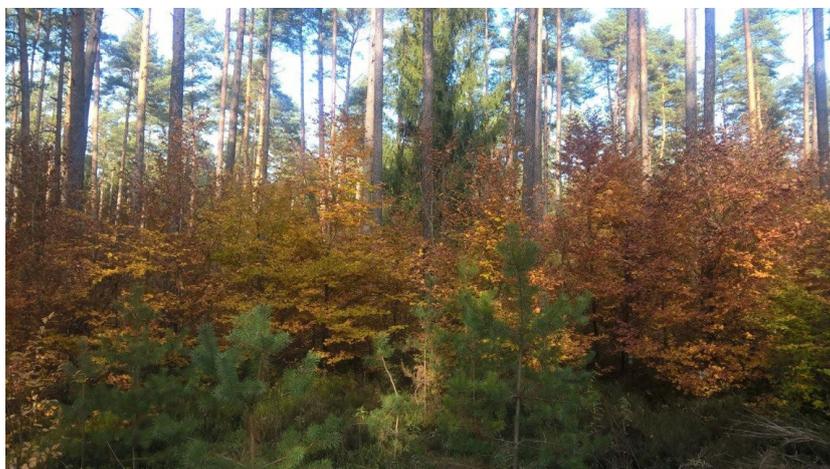
Die rund 30 teilnehmenden Waldbesitzer pflanzten dabei gleichzeitig auf ca. 60 ha (die Gesamtwaldfläche des Projektgebietes beträgt

Amt für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten Roth



INITIATIVE
ZUKUNFTSWALD
BAYERN

Abb. 30:
Mit Buchen unterpflanzter
Kiefernbestand



ca. 180 ha) überwiegend die weniger verbissempfindliche Rotbuche. Die z.T. stark vorhandene Naturverjüngung (v.a. Eiche, Kiefer und Fichte) wurde möglichst erhalten und gefördert. Die durch die hohe Pflanzenzahl und durch die vorgenommene Schwerpunktbejagung erreichte Reduktion des Verbissdrucks auf den Einzelbaum ermöglicht so in diesem Waldbereich eine weitgehend zaunfreie und damit kostengünstige Umwandlung der Kiefernbestände hin zu einem klimastabilen Mischwald.

Die Aktion wurde von der Bayerischen Forstverwaltung – AELF Roth – initiiert. Unterstützung fanden wir dabei bei den Jagdgenossenschaften, der Gemeinde, den Jagdpächtern und der Forstbetriebsgemeinschaft Heideck-Schwabach.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Von der Idee bis zur Pflanzung auf der großen Fläche vergingen rund zwei Jahre. Damit ist die Maßnahme aber nicht abgeschlossen. Weiterhin nötig ist die Begleitung der Waldbesitzer bei den Folgemaßnahmen: Die kleinen Bäumchen müssen immer wieder gegen Konkurrenz ausgemäht werden, gemeinsame Begänge mit Jägern und Waldbesitzern zur Beurteilung des Verbisses sind notwendig, aktuell wird – wieder gemeinsam mit der Forstbetriebsgemeinschaft – den Waldbesitzern angeboten, die alten Kiefern weiter zurückzunehmen, damit die jungen Bäumchen Licht zum Wachsen erhalten.

Neben den fortlaufenden Betreuungsmaßnahmen kamen weitere Waldbesitzer im Projektgebiet, aber auch Flächen von bereits beteiligten Waldbesitzern außerhalb des Projektgebietes hinzu.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Durch den notwendigen Holzeinschlag vor der Pflanzung konnten nach Abzug der Kosten ca. 3.000-4.000 Euro pro ha Erlös werden. Die Pflanzung profitierte von staatlichen Zuschüssen in Höhe von ca. 1 Euro pro Pflanze. Für den Waldbesitzer blieben damit (bei ca. 3.500 gepflanzten Bäumchen pro ha) ein Gesamtüberschuss (alle Arbeiten von Unternehmen ausgeführt) von 2.000 bis 3.000 Euro/ha. Wäre ein Zaunbau nötig, würden dessen Kosten den Überschuss komplett aufzehren.

Das war eine Herausforderung:

Für das AELF ist die Bewältigung der konzentrierten Arbeitsbelastung während der Umsetzungsphase, aber vor allem auch in den zwei bis drei Jahren danach die Begleitung der Waldbesitzer die zentrale Herausforderung. Gute und kontinuierliche Kontakte zu den Beteiligten und auch innerhalb der eigenen Organisation sind unabdingbar und fordern Zeit.

Die Herausforderung für die Waldbesitzer besteht darin, die notwendige kontinuierliche Begleitung der Pflanzung sicherzustellen. Das Einbringen der Pflanze in den Boden alleine sichert den Erfolg noch nicht. Auch in den Folgejahren ist immer wieder die ein oder andere Arbeit auf der Fläche angesagt.

Das hat die Maßnahme gebracht:

„Hard Facts“:

- Waldumbau mit klimatoleranten Baumarten auf einer Fläche von ca. 60 ha (in einem Gesamtprojektgebiet mit 180 ha) durch 31 von 66 Waldbesitzern im Gebiet
- Folgeeffekte: Umbau weiterer 6 ha Kiefernwald außerhalb des Projektgebiets im gleichen Zeitraum sowie weitere Umbauflächen in den Folgejahren im Projektgebiet (ca. 10 ha)

„Soft Facts“:

- Waldumbau wird durch den Aktionscharakter zu einem Thema, über das in der Presse berichtet und am Stammtisch gesprochen wird.
- Das Arbeiten ohne Zaun wird „normal“: Waldbesitzer in umliegenden Gebieten können auf das gelungene Beispiel verweisen.

- Die „klassische“ Konfrontation zwischen forstlichem Anspruch und jagdlicher Praxis löst sich in gemeinsames positives Handeln auf.
- Alle Beteiligten gewinnen: Die Waldbesitzer machen ihren Wald zukunftsfähig, die Jäger verbessern den Wildlebensraum und ihre Reputation bei den Jagdgenossen, die Forstverwaltung verwirklicht das gesellschaftspolitische Ziel eines funktionsfähigen Waldes.

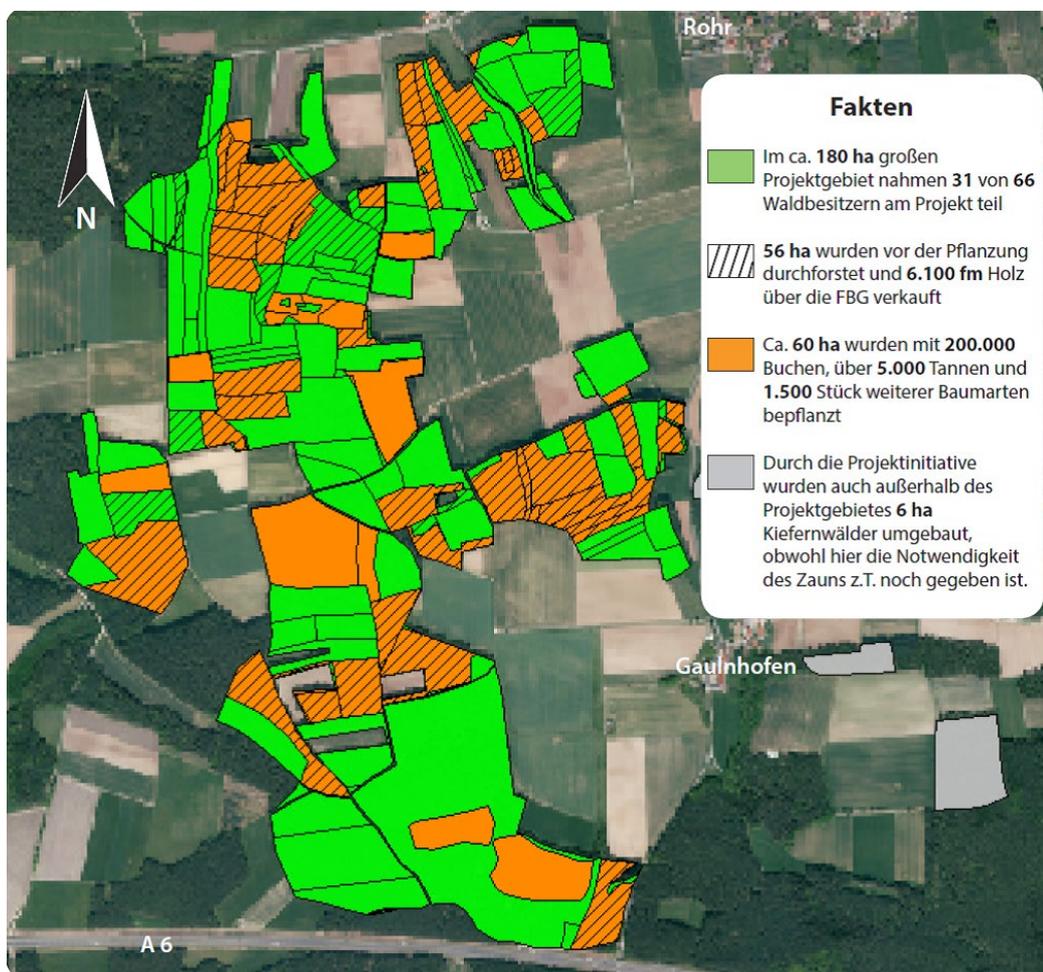


Abb. 31:
Karte der einbezogenen Wald-
flächen

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Der Schlüssel zum Erfolg ist das gemeinsame Handeln. In der Umsetzung muss dabei nicht ausnahmslos jeder Waldbesitzer im Gebiet mitmachen, es reicht, wenn eine „kritische Masse“ an Fläche und Bäumchen erreicht wird. In der Sondierungsphase ist es wichtig, Meinungsbildner im Dorf mit im Boot zu haben und in kleiner Runde mit Waldbesitzern und Jägern den gemeinsamen Beschluss zu fassen: „Wir packen das an“.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Dr. Christian Kölling, AELF Roth: christian.koelling@aelf-rh.bayern.de

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.aelf-rh.bayern.de/forstwirtschaft/waldbesitzer/>

6.10 PASSIVE KÄLTEERZEUGUNG DURCH NUTZUNG VON STRAHLUNGSKÜHLUNG



Passive Infrarot Nachtkühlanlage (PINC)

Anlass:

Allmähliche Veränderungen von Klimaparametern wie Temperatur und Niederschlag erfordern energieeffiziente Lösungen. Das Arbeitsgebiet des Würzburger Bereichs „Energieeffizienz“ des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) umfasst daher die Entwicklung und Optimierung von Funktionsmaterialien für die Energietechnik und deren Test in Komponenten und Systemen. Beim Neubau des „Energy Efficiency Centers (EEC)“ wurden viele innovative Technologien eingesetzt, die seitdem ausführlich getestet werden. Im Bereich „Kältetechnik“ wurde dabei die „Passive Kälteerzeugung durch Nutzung von Strahlungskühlung“ als „Passive Infrarot Nachtkühlanlage (PINC)“ installiert.

Ziel der Maßnahme:

- Reduktion von Energieverbrauch bei der Kühlung, Verzicht auf klimaschädliche Kältemittel
- Nutzung des (erforderlichen) Löschwassertanks als Kältespeicher
- Reduktion von Treibhausgasemissionen

„Einen ersten Prototyp der Anlage haben wir im Jahr 2000 im Rahmen eines DBU-geförderten Projektes auf unserem damaligen Institutsgebäude errichtet und insgesamt 12 Jahre erfolgreich im Versuchsbetrieb gehabt. Die gewonnenen Ergebnisse haben wir dann beim Neubau unseres Institutsgebäudes im Jahr 2013 einfließen lassen. Dort ist seitdem eine optimierte PINC Anlage im Betrieb.“ Dr. Dietrich Büttner (ZAE Bayern)

Vorgehen:

Das Experimentier- und Demonstrationsgebäude des ZAE Bayern, das Energy Efficiency Center (EEC) in Würzburg, betreibt einen Kühlwasserkreislauf zur Kühlung von Apparaturen sowie von Büroräumen mittels Kühldecken. Die Kälteerzeugung erfolgt mit der Passiven Infrarot Nachtkühlanlage (PINC = Passive Infrared Night Cooling): Ein mit Regenwasser gefüllter Löschwassertank dient als Kühlwasserspeicher. Zur Rückkühlung wird das Regenwasser aus dem Tank nachts über das Dach geleitet und über die Dachentwässerung wieder in den Tank geleitet. Beim Abfließen über das flach geneigte Dach erfolgt eine natürliche Abkühlung durch Wärmeabstrahlung, Konvektion und Verdunstung. Für diese passive Kühlung ist keine Leistung erforderlich, lediglich mechanische Leistung zum Transport des Regenwassers von der Zisterne auf das Dach. Gegenüber konventionellen energieaufwändigen Kältemaschinen erreicht diese Anlage deutlich höhere Energie-Effizienz-Ratios (EER).

Die Anlage wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Demonstration von Energieeffizienz und des Einsatzes erneuerbarer Energieträger am Neubau eines innovativen Forschungsgebäudes - DEENIF“ (gefördert vom BMWi auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, FKZ 0327879A) errichtet.

Initiator der Maßnahme war die Arbeitsgruppe „Energieoptimierte Gebäude (EOB)“ des ZAE Bayern. Die Maßnahme wurde im Rahmen des Bauvorhabens EEC mit den beteiligten Firmen umgesetzt.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Von 2010 bis 2013 (Dauer der gesamten Baumaßnahme EEC)

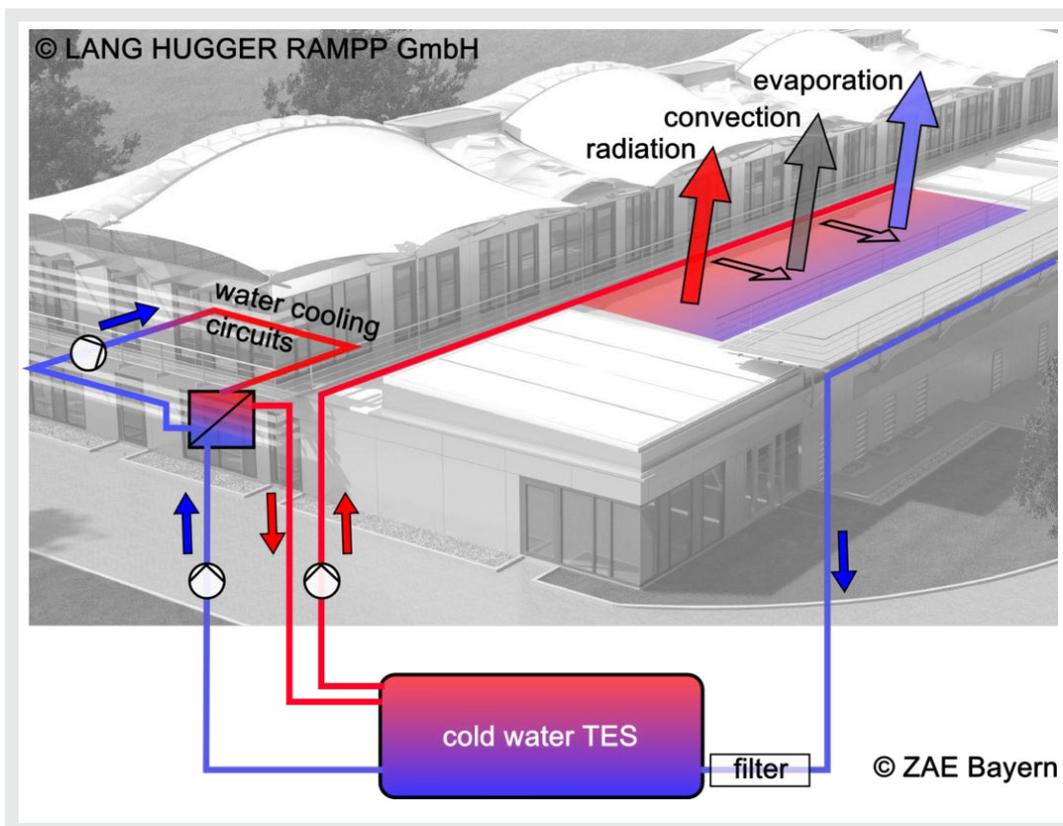


Abb. 32:
Kühlwasserkreislauf zur passiven
Nachtauskühlung

Das hat die Maßnahme gebracht:

Die bisherigen Messergebnisse zeigen, dass Leistungszahlen³³ von über 20 und Jahresarbeitszahlen von ca. 7 erreicht werden. Im Vergleich zu konventionellen Kältemaschinen (typische Leistungszahlen ca. 3–5, Jahresarbeitszahlen ca. 2–3) ist für die gleiche Kühlenergie nur 1/3 bis 1/2 der elektrischen Energie erforderlich.

Die Anlage arbeitet mit Regenwasser, welches als Löschwasser und als Kältespeichermedium dient. Verdunstungsverluste werden durch Regen kompensiert.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Bei Neubau kann das Konzept leicht umgesetzt werden, nachträglicher Einbau bei bestehenden Gebäuden kann aufwändig und teuer werden.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Dipl.-Phys. Stephan Weismann: stephan.weismann@zae-bayern.de

Hier findet man weitere Informationen:

<http://www.zae-bayern.de/>

<https://energy-efficiency-center.de/>

³³ Die Leistungszahl LZ (engl. Energy Efficiency Ratio EER) ist das Verhältnis von erzeugter Kälteleistung zur eingesetzten elektrischen Leistung. Die Jahresarbeitszahl JAZ (engl. Seasonal Energy Efficiency Ratio SEER) ist das Verhältnis der in einem Jahr erzeugten Kälteenergie zur eingesetzten elektrischen Energie.

6.11 PILOTPROJEKT ZUR DEZENTRALEN BEWÄSSERUNG VON FRÄNKISCHEN WEINLAGEN



Kostengünstige Infrastruktur zur Bewässerung von Reben

Anlass:

Die Weinbauregion Franken weist mit 450 bis 550 mm durchschnittlichen Jahresniederschlag schon jetzt eine sehr niedrige Wasserversorgung während der Vegetationsperiode auf. Trockene und heiße Standorte, wie sie in den Steil- und Terrassenlagen des Fränkischen Weinbaus vielfach vorkommen, werden hinsichtlich ihrer weinbaulichen Nutzung zukünftig in Frage gestellt. Damit einher geht der Verlust einer alten, teilweise denkmalgeschützten, landschaftsprägenden Kulturlandschaft. Dies würde auch vielfältige negative Auswirkungen für den Tourismus nach sich ziehen.

Die Erfahrungen des Jahres 2015, mit einer fast um 50 % geringeren Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode sowie die starke Trockenperiode innerhalb der Traubenreifephase 2016, verdeutlichen die Notwendigkeit einer mittel- bis langfristigen Anpassungsstrategie des Fränkischen Weinbaus hinsichtlich der Versorgung mit zusätzlichem Wasser. Ein zentraler Faktor für eine erfolgreiche Umsetzung der zu erarbeitenden Bewässerungsstrategie in Franken sind die Kosten der Infrastruktur.

Ziel des geplanten Pilotprojekts war es, den fränkischen Winzern dezentrale Wasserspeichersysteme darzustellen, um dem steigenden Bewässerungsbedarf der fränkischen Weinbergslagen zukünftig mit kostengünstigeren Bewässerungsanlagen entgegenzutreten.

Aus Anlass des 50-jährigen Jahrestages der Aufnahme politischer Beziehungen zwischen Israel und Deutschland konnte 2015 mit Unterstützung der Fa. Netafim und des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ein Projekt zum Bau eines dezentralen Wasserspeichers mit entsprechender Wasserbeileitung und Bewässerungssteuerung umgesetzt werden.

Abb. 33:
Speicher zur dezentralen Bewässerung am Thüngersheimer Scharlachberg

„Der steigende Bewässerungsbedarf von landwirtschaftlichen Flächen stellt uns vor große Herausforderungen.“ Dr. Daniel Heßdörfer, Sachgebietsleitung Weinbau- und Qualitätsmanagement



Vorgehen:

Das innovative Projekt ermöglicht es, die steilen Weinberge am Thüngersheimer Scharlachberg innerhalb langanhaltender Trockenphasen mittels Tropfbewässerung mit zusätzlichem Wasser zu versorgen.

Während der Bauzeit zum dezentralen Wasserbehälter in den Wintermonaten 2015 bis 2016 entstand ein 250 m³ fassender, kreisrunder, dezentraler Hochbehälter. Die Außenwand der an der Oberfläche des gegen Algenwachstum verschlossenen Behälters ist drei Meter hoch und wird von einem begrüntem Erdwall optisch ins Landschaftsbild eingebunden.

Der Speicher wird über eine 800 Meter lange Zuleitung mit Brunnenwasser aus dem Ver-

suchsbetrieb für Obstbau und Baumschule am Stutel in Thüngersheim am Main befüllt. Dabei muss das Wasser 100 Höhenmeter hochgepumpt werden. Für die Verlegung der PE-Rohre wurde vornehmlich die bestehende Infrastruktur zur Wasserableitung aus der Weinbergslage genutzt. Diese Maßnahme ermöglichte eine Einsparung von Grabarbeiten im erheblichen Umfang.

Im zeitlichen Versatz wurde durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts Weinbau und Oenologie mit den Erdarbeiten für die Verlegung der Querleitungen begonnen. Der Großteil des aufwendigen Leitungssystems der Bewässerungsanlage befindet sich unterhalb der Erdoberfläche. Ab Mitte April 2016 erfolgte die Installation sämtlicher Bewässerungstechnik zur automatischen Steuerung der einzelnen Bewässerungsfelder in der Steillage am Thüngersheimer Scharlachberg.



Abb. 34:
Leitungssystem der Bewässerungsanlage

Im weiteren Verlauf ist eine Erweiterung der Bewässerungsanlage auf die gesamte LWG-Rebfläche am Thüngersheimer Scharlachberg geplant.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Mit rund 8.000 Euro pro Hektar ist diese neue dezentrale Bewässerungs-Technik wesentlich günstiger als bisherige Lösungen, die bei mindestens 20.000 Euro pro Hektar lagen. Zudem ermöglicht sie individuelle, kleinräumige und standortangepasste Bewässerungskonzepte. So können sich etwa mehrere einzelne Winzer zusammenschließen, ohne dass gleich zwangsläufig eine gesamte Lage oder die Rebfläche einer gesamten Gemeinde bewässert werden muss.

Das hat die Maßnahme gebracht:

- Ökonomische Zusatzbewässerung von Reben in Trockenphasen
- Aufbau leistungsfähiger, stabiler Rebanlagen
- Qualitätssicherung des Weinbaus
- Produktivitätssicherung der Traubenerzeugung
- Erosionsschutz durch Etablierung eines sicheren Begrünungsmanagements
- Erhalt der Weinkulturlandschaft von Steil- und Terrassenlagen

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Dr. Daniel Heßdörfer, Institut für Weinbau und Oenologie, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau: Daniel.Hessdoerfer@lwg.bayern.de

Projektpartner:

NETAFIM Deutschland GmbH

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Hier findet man weitere Informationen:

Wissenswertes zur Zusatzbewässerung von Reben zum Herunterladen unter https://www.lwg.bayern.de/weinbau/rebe_weinberg/085745/index.php



6.12 WINTER IST NUR EINE JAHRESZEIT

Flexibles Winterwanderwege- und Loipennetz

Anlass:

Grundsätzlich wurde vor 10 Jahren das Langlaufloipenkonzept und die Winterwanderwege neu beplant und konzertiert über drei Landkreise eingerichtet. Anlass war damals eine Förderung des Wintertourismus, ohne dass man die eigentlichen Auswirkungen einer Klimaveränderung stark im Hinterkopf hatte. Erst im Nachgang hat sich herausgestellt, wie gut das Loipennetz für den Klimawandel geeignet ist.

Das Fichtelgebirge ist aufgrund seiner Topographie und seiner Lage eines der schneesichersten Mittelgebirge in Deutschland. Die Topographie zeigt ein nach Nordosten hin geöffnetes Hufeisen mit bis zu 1.000 m Höhe, so dass sich im Winter feuchtigkeitsreiche Luft der Westwindströmung am Rande des am meisten genutzten Berges, dem Ochsenkopf, abscheidet. Allerdings zeigt die Klimaveränderung bereits heute weniger Frosttage und demzufolge mehr schneefreie Tage, weshalb der Saisonbeginn später ausfällt bzw. von der Höhenlage weiter oben beginnt.

„Das neue Loipen- und Winterwanderwegesystem ist zukunftsweisend, weil es sich aufgrund der Ringstruktur und Höhenlagen, je nach weiterer Klimaveränderung ausbauen lässt.“ Ferdinand Reb, Geschäftsführer Tourismuszentrale Fichtelgebirge

Vorgehen:

In einem gemeinsamen Prozess haben sich die Loipenverantwortlichen, die Entscheidungsträgerinnen und -träger und insbesondere die Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer, was zum Großteil die Bayerischen Staatsforsten sind, an einen Tisch gesetzt und die Strecken geplant. Dazu wurden klassische Loipen als auch Skatingloipen eingerichtet. Zwei Dinge waren dabei absolute Glücksfälle für die Region: Erstens ist der Loipenbeauftragte um den Ochsenkopf gleichzeitig der ansässige Revierförster. So waren auf einem Großteil der Flächen die Belange des Forstbetriebs und die sportlichen Belange aus einem Guss berücksichtigt. Zweitens befindet sich im Fichtelgebirge ein Stützpunkt des Bayerischen Skiverbandes für nordische Sportarten und demzufolge umfangreiche Erfahrung der handelnden Akteure in Sachen Langlaufsport.

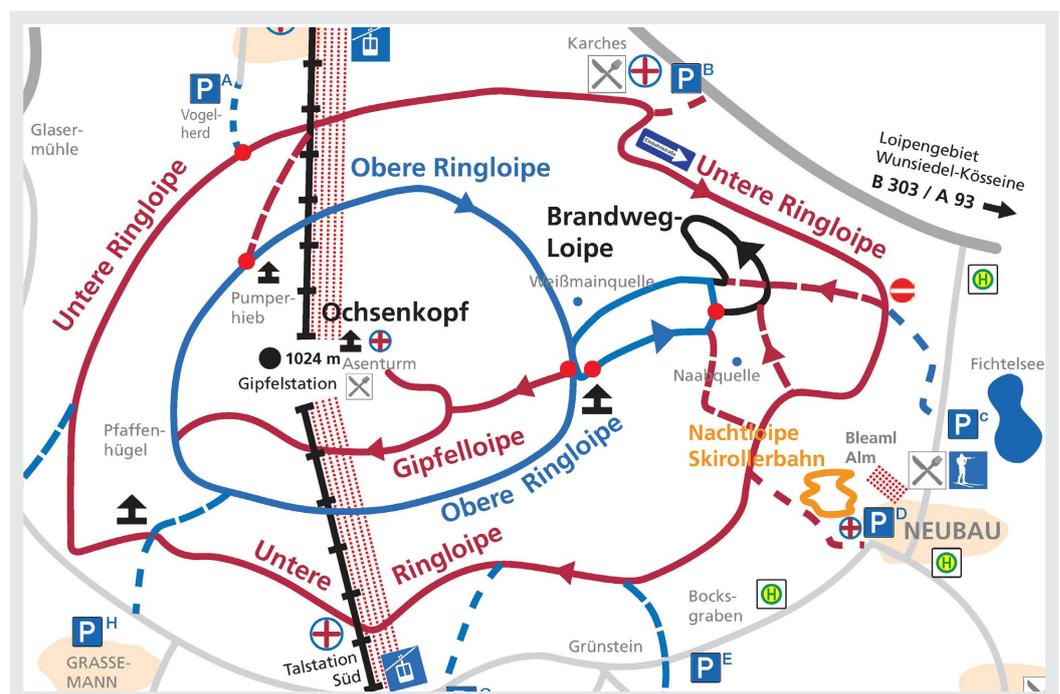


Abb. 35:
Ausschnitt aus dem Loipen-
system des Nordic Parc
Fichtelgebirge

Das Loipennetz am Ochsenkopf ist in drei Ringen angelegt, die ungefähr einer Meereshöhe folgen. Sollte aufgrund mangelnder Temperaturen oder fehlendem Niederschlag auf der unteren Ringloipe in 600 bis 800 m keine ausreichende Schneedecke vorhanden sein, kann die nächsthöhere obere Ringloipe zum Wintersport genutzt werden. Sollte auch auf diesem Ring keine Möglichkeit zum Langlaufen bestehen, kann auf die Gipfelloipe ausgewichen werden, die über die Ochsenkopf-Seilbahn erreichbar ist.

Bereits jetzt zeichnet sich noch eine weitere Nutzung der Loipentrassen ab. Ist nämlich auf bestimmten Loipen kein Schnee oder sind nur Schneereste vorhanden, werden die Trassen als MTB-Wege benutzt. Der Vorteil ist, sie sind bereits digitalisiert und könnten zukünftig durchgängig auch an bestehenden Pfosten markiert werden. Infolgedessen hat sich das als ursprünglich zur Qualitätsverbesserung angelegte Loipen- und Winterwanderwegenetz als äußerst flexibel in Sachen klimatischer Veränderung und Nutzung herauskristallisiert.

Initiatoren waren die Leaderregionen in Form eines Kooperationsprojektes über drei Landkreise und die Loipenbeauftragten der Region.

So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Zwei Jahre

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Gesamtkosten für das Projekt „Loipenspur-Kooperation“ beliefen sich auf etwa 495.000 Euro. 50 % davon wurden über LEADER+ gefördert. Projektträger war der Zweckverband zur Förderung des Fremdenverkehrs und des Wintersports im Fichtelgebirge.

Das war eine Herausforderung:

Eine Herausforderung war die Koordinierung der Vielzahl an Beteiligten. Eine neue Herausforderung ist die verstärkte Kommunikation der Loipentrassen für die Nutzung als MTB Trasse. Denn durch die Erfindung der Fatbikes werden jetzt teilweise Loipen genutzt, die für die MTB Fahrer noch gar nicht freigegeben sind.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Die Maßnahme schafft ein optimiertes Wintersportangebot bei reduzierten Kosten für jeden einzelnen Beteiligten. Die Beschwerden über den Loipenzustand tendieren gegen Null, trotz erschwelter klimatischer Bedingungen. Das Fichtelgebirge war und ist auch bis heute eine Wintersportdestination. Zudem können das Winterwanderwege- und Loipennetz durch MTB-Nutzer nach- bzw. zwischengenutzt werden. Die Kooperation zwischen den Gemeinden ist zum gegenseitigen Vorteil und mit Blick auf eine langfristige Kooperation ausgerichtet. Darüber hinaus ist die Bevölkerung stolz auf das neue das Winterwanderwege- und Loipennetz.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Wichtig für eine erfolgreiche Umsetzung sind eine gute Koordination und gute Vorbereitung bevor man auf alle Beteiligte zugeht.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Tourismuszentrale Fichtelgebirge e.V., Ferdinand Reb: info@tz-fichtelgebirge.de

Hier findet man weitere Informationen:

Sagenhaftes Fichtelgebirge: <https://www.fichtelgebirge.bayern/>

6.13 GEMEINDEÜBERGREIFENDE KOOPERATION ZUM HOCHWASSERSCHUTZ



Ländliche Entwicklung in Bayern

an einem Gewässer III. Ordnung

Anlass:

Die Schäden beim Augusthochwasser 2002 in den Ortschaften Raiering und Kümmersbruck waren ausschlaggebend für ein gemeindeübergreifendes und umfassendes Konzept zum vorbeugenden Hochwasserschutz durch Wasserrückhaltung, Erosionsschutz und Stoffrückhalt in der Fläche sowie zur ökologischen Gewässerentwicklung durch Uferrandstreifen, Strukturverbesserungen und Gewässerausbau im Einzugsgebiet des Krumbachs (Gewässer III. Ordnung) im Landkreis Amberg-Weizsach.

Bei einer Fließlänge von 15 km umfasst das Einzugsgebiet des Krumbachs rund 3.600 ha. Die angrenzenden Kommunen Amberg, Freudenberg, Hirschau und Kümmersbruck schlossen sich zusammen, erarbeiteten ein gemeinsames Handlungskonzept „Hochwasserschutz und Gewässerentwicklung“ und führten konkrete Einzelmaßnahmen mit räumlichen Schwerpunkten durch. Die rege Teilnahme der vom Hochwasser direkt Betroffenen an Informationsveranstaltungen machte deutlich, welchen Stellenwert der vorbeugende Hochwasserschutz für die Bevölkerung hat.

Vorgehen:

Im Auftrag des Amtes für Ländliche Entwicklung (ALE) Oberpfalz erstellten zwei Planungsbüros in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Weiden und den vier Kommunen das Handlungskonzept. Für die Umsetzung flächenbezogener Maßnahmen konnte das ALE Oberpfalz durch die Neuordnung von Grund und Boden im Rahmen von Bodenordnungs- oder Dorferneuerungsverfahren die benötigten Flächen bereitstellen.

Im ersten Bauabschnitt wurde der Krumbach auf dem Gebiet der Stadt Amberg und der Gemeinde Kümmersbruck auf einer Länge von etwa 1,6 km innerhalb eines 30 m breiten Gewässerrandstreifens renaturiert und mit einem Rückhaltevolumen von 180.000 m³ durch die Modellierung von vier Bodenwellen ermöglicht. Im Hochwasserfall sollen sich nach Erreichen des Scheitelpunktes die Rückhalteräume entsprechend schnell wieder leeren, um eine dauerhafte Vernässung der landwirtschaftlichen Flächen zu vermeiden. Die Durchlässe wurden im Bereich der Bodenwellen seitlich mit Gabionen stabilisiert und die Böschungen mit dem Ziel der weiterhin möglichen Bewirtschaftung durch die Landwirte als Grünland entsprechend flach (Neigung 1 : 10) gestaltet. Zur Modellierung der Bodenwellen konnte das Aushubmaterial der für die Renaturierung erforderlichen Vorlandabgrabung verwendet werden. Der Gewässerlauf kann sich innerhalb eines öffentlichen 30 m breiten Streifens frei entwickeln. Durch den gezielten Einbau von Wasserbausteinen und die Pflanzung von Einzelbäumen wird der Verlauf innerhalb des Bereiches der Renaturierung gewährleistet.

Abb. 36:
Durch die Modellierung von vier Bodenwellen können bis zu 180.000 m³ Wasser in der Fläche zurückgehalten werden.



So lange hat die Umsetzung der Maßnahme gedauert:

Im Rahmen der Flurneuordnung erhielten die Grundeigentümerinnen und -eigentümer im Herbst 2011 ihre neuen Flächen. So konnten 2012 die Baumaßnahmen zur ökologischen Gewässerentwicklung und zur Hochwasserrückhaltung weitgehend realisiert werden.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die rund eine Million Euro Investitionskosten wurden vom ALE Oberpfalz mit rund 90 % gefördert. Die restlichen Kosten übernahmen die Stadt Amberg und die Gemeinde Kümmerbruck. Für die beteiligten Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer fielen somit keine Kosten an.

Das war eine Herausforderung:

Ein Schwerpunkt lag im Bereich der Sensibilisierung der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer. In rund 100 Einzelgesprächen wurde mit ihnen verhandelt, um die Flächen für die Gewässerrenaturierung und die Ausweisung eines Uferschutzstreifens zu erhalten und die baulichen Maßnahmen zur Abflussverzögerung umsetzen zu können. Etwas mehr als sechs ha konnten erworben werden. Die restlichen Flächen verblieben im Eigentum der Landwirtinnen und Landwirte.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Die Wirksamkeit der im ersten Bauabschnitt umgesetzten Bodenwellen wurde bereits beim Hochwasser Anfang Juni 2013 bestätigt. Es handelte sich hierbei um ein etwa 20-jährliches Hochwasserereignis. Zum Zeitpunkt des höchsten Abflusses konnte ein Volumen von ca. 106.000 m³ zurückgehalten werden, was die Schäden für die unterliegenden Ortschaften minimierte. Der maximal mögliche Wasserrückhalt von insgesamt 180.000 m³ soll bewusst erst bei größeren Abflüssen erreicht werden.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Ein Verfahren der Flurneuordnung bietet besonders viele Möglichkeiten zum vorbeugenden Hochwasserschutz sowie zur Hochwasservorsorge:

- Landzwischenenerwerb und anschließende eigentumsfreundliche Bodenordnung sowie Landbereitstellung für die benötigten Flächen,
- Lokale Maßnahmen, wie z. B. Erdbecken, Uferschutzstreifen oder in Bewirtschaftungsrichtung angelegte erosionsmindernde Hecken und Raine, um das Wasser in der Fläche zurück zu halten,
- Bau kleinerer Rückhaltebecken am Gewässer,
- Ausrichtung der landwirtschaftlichen Grundstücke auf eine hangparallele Bewirtschaftung und entsprechende Gestaltung des Wegenetzes und dabei
- umfassende Beteiligung der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer sowie der Bevölkerung

Für die Bereitschaft zur Mitwirkung der privaten Grundeigentümerinnen und -eigentümer war förderlich, dass sowohl der Eigenleistungsanteil an den Kosten als auch der unter anderem für Wegebaumaßnahmen notwendige Landabzug vollständig von den Kommunen getragen wurde.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Ämter für Ländliche Entwicklung

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.stmelf.bayern.de/landentwicklung/>

6.14 INITIATIVE BODEN:STÄNDIG

boden:ständig für klimafeste Landschaften

Anlass:

Aufgrund der Lage von Hagenohe in einem Talkessel kam es in der Vergangenheit häufig zu Überflutungen des Ortes. Erste Fachplanungen scheiterten am Flächenbedarf von ca. fünf ha für technische Rückhaltebecken. Nach den besonders schlimmen Überschwemmungen mit Schlammablagerungen im Jahr 2009 wandte sich der Bürgermeister an das Amt für Ländliche Entwicklung (ALE) Oberpfalz. Das ALE Oberpfalz schlug vor, in Hagenohe ein Pilotprojekt der Initiative boden:ständig zu starten.

Vorgehen:

Anfang 2014 wurde vom ALE Oberpfalz in enger Abstimmung mit der Stadt Auerbach und dem Fachzentrum Agrarökologie (Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Amberg) eine Projektgruppe gebildet. In der Zeit von Januar 2014 bis Juni 2015 entwickelte diese boden:ständig-Projektgruppe bei Flurbegehungen und Infoveranstaltungen gemeinsam mit den Hagenoher Landwirten ein Rückhaltekonzept. Zum Erosionsschutz soll durch die Beratung der Landwirte hinsichtlich einer optimierten Flächenbewirtschaftung Niederschlagswasser und Erdreich auf den Feldern gehalten werden. Darüber hinaus soll abfließendes Wasser durch einen Verbund von 33 landschaftsgebundenen Rückhaltemaßnahmen gedrosselt abgeleitet werden:

- Modellierung von landwirtschaftlich nutzbaren Rückhaltemulden,
- Anhebung landwirtschaftlicher Wege als Staubauwerk,
- gebremste Ableitung in modellierten Weggräben, z. T. auch um den Ortsbereich herum
- Nutzung vorhandener Geländestructuren für kleinflächige Rückhaltungen.

Zur Umsetzung der Maßnahmen wurde im November 2015 ein Flurneuordnungsverfahren eingeleitet.



Abb. 37:
Bewirtschaftbare Rückhalte-
mulden bei Hagenohe

So schnell wurden die Maßnahmen umgesetzt:

Im Herbst 2016 wurde mit den ersten neun Maßnahmen begonnen. Im April 2017 konnten diese fertiggestellt werden. Die weiteren Maßnahmen werden sukzessive realisiert.

Das hat die Maßnahme gekostet:

Die Gesamtinvestition von ca. 1,9 Mio. Euro wird über das ALE Oberpfalz mit 85 % der Kosten gefördert. Den Eigenleistungsanteil von 15 % trägt die Stadt Auerbach.

Das war eine Herausforderung:

Die wesentliche Arbeit lag vor der Umsetzung der Rückhaltemaßnahmen. Diese wurde nur durch den intensiven Dialog mit beteiligten Fachstellen, Landwirtschaft und Bevölkerung möglich. Eine konsensorientierte Planung braucht Zeit, bringt zähe Verhandlungen und zwischenzeitliche Rückschläge mit sich, führt aber letztlich zu Motivation und Akzeptanz aller Beteiligten. Die Umsetzung des Gesamtkonzepts mit über 30 Kleinrückhaltungen wird möglich, weil jeder seinen Beitrag leistet und die Last auf viele Schultern bzw. Grundstücke verteilt ist.

Das hat die Maßnahme gebracht:

Mit den 33 Maßnahmen wird ein Rückhaltevolumen von ca. 32.000 m³ geschaffen. Die Beratung, Feldversuche und Flurbegehungen im Rahmen der Initiative boden:ständig brachte für die Landwirte aktuelle Erkenntnisse zu Bodenbearbeitung, Pflanzenbau und Erosionsschutz und schuf zugleich die Vertrauensbasis für das Mitwirken beim Rückhaltekonzept. Durch die bewirtschaftbaren Rückhaltungen entsteht für die Landwirte kaum Flächenverlust (weniger als 3% der Staufläche). Das Netz von Rückhalteflächen verringert Bodenabtrag und tiefe Erosionsrinnen. Durch die Weganhebungen für die Rückhaltezone wurden auch Feldzufahrten optimiert und Wegabschnitte verbessert. Ortschaft und Hofstellen sind vor Schlamm und Überflutung besser geschützt.

Das empfehlen Sie anderen, die Gleiches machen wollen:

Zentrales Anliegen der Initiative boden:ständig ist es, dass immer mehr Menschen in einer Region beim Boden- und Gewässerschutz selbst aktiv werden. Nicht die Planung sondern das „Miteinander-Gestalten“ steht im Mittelpunkt. „boden:ständig“-Projekte entstehen immer dort, wo fachlicher Bedarf gesehen wird und engagierte Menschen – unter den Landwirten und bei den Gemeinden – selbst aktiv werden wollen. Von den Ämtern für Ländliche Entwicklung beauftragte Umsetzungsteams informieren, schaffen Vertrauen, erzeugen Akzeptanz, unterstützen engagierte Menschen vor Ort und erarbeiten mit ihnen zusammen maßgeschneiderte, kostengünstige und schnelle Lösungen.

Ansprechpartner, die weiterhelfen können:

Ämter für Ländliche Entwicklung

Hier findet man weitere Informationen:

<https://www.boden-staendig.eu>

<https://www.stmelf.bayern.de/landentwicklung/>

LITERATURVERZEICHNIS

- ABEGG, BRUNO (2011): Tourismus im Klimawandel. Ein Hintergrundbericht der CIPRA. Nr. 01/2011, In: COMPACT.
- AHLHELM, INGE; FRERICHS, STEFAN; HINZEN, AJO; NOKY, BERND; SIMON, ANDRÉ; RIEGEL, CHRISTOPH ET AL. (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre.
- ANGUELOVSKI, ISABELLE; SHI, LINDA; CHU, ERIC; GALLAGHER, DANIEL; GOH, KIAN; LAMB, ZACHARY ET AL. (2016): Equity Impacts of Urban Land Use Planning for Climate Adaptation. In: Journal of Planning Education and Research, 36, 3, DOI: 10.1177/0739456X16645166, 333–348 S.
- ARBTER, KERSTIN (2009): Standards der Öffentlichkeitsbeteiligung. Empfehlungen für die gute Praxis. 36 S.
- ARGEBAU (2011): Muster-Einführungserlass zum Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden.
- BALLA, STEFAN; SCHÖNTHALER, KONSTANZE; WACHTER, THOMAS D.; PETERS, HEINZ-JOACHIM (2018): Überblick zum Stand der fachlich-methodischen Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP. Climate change, 05/2018, Dessau-Roßlau, 78 S.
- BARTELS, C.; BARTH, M.; BURANDT, S.; CARSTENSEN, I.; ENDLER, CH.; KREILKAMP, E. ET AL. (2009): Sich mit dem Klima wandeln! Ein Tourismus-Klimafahrplan für Tourismusdestinationen.
- BAUSCH, TH.; LUDWIGS, R.; MEIER, S. (2016): Wintertourismus im Klimawandel. Auswirkungen und Anpassungsstrategien.
- BAUSCH, THOMAS; HÖRMANN, FELIX (2013): Klimaanpassung in der Raumordnung am Beispiel der oberbayerischen Alpen. In: Walther Kufeld (Hg.): Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung, Hannover (Arbeitsberichte der ARL, 7).
- BAUSCH, THOMAS; KOZIOL, KARIN (2017): Kommunale Klimawandelanpassung. Gestaltung und Steuerung von Anpassungsprozessen in kleinen Gemeinden.
- BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2016): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS) 2016. München, 224 S.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT; BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2003): Das Schutzgut Boden in der Planung – Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren.
- BBK, BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE (2015a): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“. Ein Handbuch für Bürger und Kommunen.
- BBK, BUNDESAMT FÜR BEVÖLKERUNGSSCHUTZ UND KATASTROPHENHILFE (2015b): Empfehlungen bei Unwetter. Baulicher Bevölkerungsschutz. Bonn, 44 S.
- BBR, BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG BBSR IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (2015): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte.
- BBR, BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG BBSR IM BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (2016): Anpassung an den Klimawandel in Stadt und Region. Forschungserkenntnisse und Werkzeuge zur Unterstützung von Kommunen und Regionen. Dosch, Fabian, Bonn.
- BECKER, CARLO; GISEKE, UNDINE; HERRMANN, ANTJE; NEUHAUS, ANNA; BORRIES, FRIEDRICH von; KASTEN, BENJAMIN ET AL. (2015): Konzeptgutachten Freiraum München 2030. Entschleunigung – Verdichtung – Umwandlung. Berlin, 101 S.
- BENDEN, JAN; RIEGEL, CHRISTOPH; TRUM, ANIKA; THEIßEN, ALEXANDRA; ROELEN, RUTH; WENTZ, FREDERIC (2012): Gewerbeflächen im Klimawandel. Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwettern.
- BERGMANN, KARL-CHRISTIAN; STRAFF, WOLFGANG (2015): Klimawandel und Pollenallergie: Wie können Städte und Kommunen allergene Pflanzen im öffentlichen Raum reduzieren?, In: UMID 2.

- BIOÖKONOMIERAT (2012): Nachhaltige Nutzung von Bioenergie. Empfehlungen des BioÖkonomieRats. Berlin, 36 S.
- BMEL, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2017): Extremwetterlagen in der Land- und Forstwirtschaft. Maßnahmen zur Prävention und Schadensregulierung. 28 S.
- BMLFUW, BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, ÖSTERREICH (2017): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 1 – Kontext. Handlungsempfehlungen für die Umsetzung. Wien.
- BMUB, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2015a): Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge. Berlin.
- BMUB, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2017): Weißbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft.
- BMUB, BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (2015b): Grün in der Stadt - Für eine lebenswerte Zukunft. Grünbuch Stadtgrün.
- BMVBS; BBSR (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung.
- BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013a): Alles im Wandel: Demografische und klimatische Veränderungen im Kontext der integrierten Stadtentwicklung. BMVBS-Online-Publikation, 23/2013.
- BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013b): Bewertung und Priorisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Leitfaden zur Entscheidungsunterstützung bei der urbanen Klimaanpassung. BMVBS-Online-Publikation, 11/2013.
- BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013c): Kommunikationsinstrumente im Anpassungsprozess an den Klimawandel. Erfahrungen aus Beteiligungsprozessen in den StadtKlima-ExWoSt-Modellprojekten. BMVBS-Online-Publikation, 28/2013.
- BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013d): StadtKlima - Kommunale Strategien und Potenziale zum Klimawandel - Expertisen. Ein ExWoSt-Forschungsfeld. ExWoSt-Informationen, 39/4, Berlin, 24 S.
- BMVBS, BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013e): Wie kann Regionalplanung zur Anpassung an den Klimawandel beitragen?, Heft, 157, Berlin, 155 S.
- BÖHM, JUTTA; BÖHME, CHRISTA; BUNZEL, ARNO; KÜHNNAU, CHRISTINA; REINKE, MARKUS (2016): Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben „Entwicklung von naturschutzfachlichen Zielen und Orientierungswerten für die planerische Umsetzung der doppelten Innenentwicklung sowie als Grundlage für ein entsprechendes Flächenmanagement“ (FKZ 3513 82 0500). Bundesamt für Naturschutz, BfN-Skripten, 444, Bonn, Bonn, 269 Seiten S.
- BREIL, M.; DOWNING, C.; KAZMIERCZAK, A.; MÄKINEN, K.; ROMANOVSKA, L. (2018): Social vulnerability to climate change in European cities - state of play in policy and practice. Technical paper, 2018/1.
- BUBECK, PHILIP; KLIMMER, LINDA; ALBRECHT, JULIANE (2016): Klimaanpassung in der rechtlichen Rahmensetzung des Bundes und Auswirkungen auf die Praxis im Raumordnungs-, Städtebau- und Wasserrecht. In: NuR, 38, 5, DOI: 10.1007/s10357-016-3003-1, 297–307 S.
- BUNDESREGIERUNG (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- BUTH, MAREIKE; KAHLNBORN, WALTER; GREIVING STEFAN; FLEISCHHAUER MARK; ZEBISCH, MARC; SCHNEIDERBAUER STEFAN; SCHAUSER INKE (2017): Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung. Dessau-Roßlau, 48 S.
- DIE BUNDESREGIERUNG (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- DIE BUNDESREGIERUNG (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. vom Bundeskabinett am 31.08.2011 beschlossen.
- DIE BUNDESREGIERUNG (2016): Entwurf eines Gesetzes zur weiteren Verbesserung des Hochwasserschutzes und zur Vereinfachung von Verfahren des Hochwasserschutzes (Hochwasserschutzgesetz II).

- DIETMANN, T; KOHLER, U (2005): Skipistenuntersuchung Bayern.
- DIFU, DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK GGMBH (2017): Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen. Mehr Sicherheit und Wohnqualität bei Neubau und Sanierung. Köln, 56 S.
- DÜMECKE, CAROLIN; JOSCHKO, IRIS-LAHAAR; WAGNER, KATHRIN (2013): Handbuch zur guten Praxis der Anpassung an den Klimawandel. Für Mensch und Umwelt, Dessau-Roßlau, 87 S. S.
- DWD, DEUTSCHER WETTERDIENST (2013): Zahl der Tage mit mindestens 30 cm Schnee geht tendenziell zurück. Offenbach, 2 S.
- ENERGIEWENDE LANDKREIS STARNBERG E.V. (2015): Energieeffizienz in der Bauleitplanung. Handlungsempfehlungen für die Gemeinden des Landkreises Starnberg.
- ERA-NET ROAD (2010): Risk Management for Roads in a Changing Climate. A Guidebook to the RIMAROCC Method - Final Version. Report RIMAROCC.
- FIRMENVERBUND GFN-UMWELTPLANUNG (2011): Auswirkungen der Ausbauziele zu den Erneuerbaren Energien auf Naturschutz und Landschaft. FuE-Vorhaben FKZ 3509 83 0600 - Endbericht. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg.
- FLUGS, FACHINFORMATIONSDIENST LEBENSWISSENSCHAFTEN, UMWELT UND GESUNDHEIT (2009): Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Gesundheit aus?, 12 S.
- FRANCK, ENKE (2013): Raumplanerische Steuerungsmöglichkeiten und regionale Governance beim landwirtschaftlichen Energiepflanzenanbau am Beispiel Niedersachsen. In: Britta Klagge und Cora Arbach (Hg.): Governance-Prozesse für erneuerbare Energien, Hannover, ARL Akad. für Raumforschung und Landesplanung (Arbeitsberichte der ARL, 5), 79–93 S.
- GDV, GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT E.V. (2007): Schutz vor Überschwemmungen – Leitfaden für Schutzkonzepte und Schutzmaßnahmen bei Industrie- und Gewerbeunternehmen. VdS 3521: 2007-09(01).
- GÖMANN, HORST; BENDER, ANDREA; BOLTE, ANDREAS; DIRKSMEYER, WALTER; ENGLERT, HERMANN; FEIL, JAN-HENNING ET AL. (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Report, 30, Braunschweig, Online-Ressource (XVIII, 289 S. 10481 KB) S.
- GRABSKI-KIERON, ULRIKE; RAABE, MATHIAS (2015): Regelungs- und Steuerungsinstrumente der Landnutzung vor den Herausforderungen des Klimawandels. Institutionelle Gestaltungsoptionen für ein nachhaltiges Landmanagement im Zeichen des Klimawandels. (CC-LandStraD-Arbeitsbericht Nr. 2).
- HAASE, DAGMAR; KABISCH, SIGRUN; HAASE, ANNEGRET; ANDERSSON, ERIK; BANZHAF, ELLEN; BARÓ, FRANCESC ET AL. (2017): Greening cities – To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. In: Habitat International, 64, DOI: 10.1016/j.habitatint.2017.04.005, 41–48 S.
- HAMBERGER, SYLVIA; DOERING, AXEL; GESELLSCHAFT FÜR ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG; BUND NATURSCHUTZ IN BAYERN BN (2015): Der gekaufte Winter - Eine Bilanz der künstlichen Beschneigung in den Alpen. Zahlen - Daten – Fakten.
- HANDWERKSKAMMER FRANKFURT-RHEIN-MAIN: Klimarobust Planen und Bauen (KLARO). Ein Leitfaden für Gebäude im Bestand.
- HECHT, DIETER PROF. DR.; KARL, HELMUT PROF. DR.; KERSTING, MICHAEL DR.; WERBECK, NICOLA DR. (2014): Institutionelle Strukturen und Anpassung an Klimawandelfolgen. Analyse von akteursbezogenen Anpassungsanreizen und -defiziten am Beispiel der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. dynaklim-Publikation, Nr. 58.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, UMWELT UND GEOLOGIE (2016): Anforderungen an die Berücksichtigung klimarelevanter Belange in kommunalen Planungsprozessen. Leitfaden für Kommunen.
- HOF, CHRISTIAN; VOSKAMP, ALKE; BIBER, MATTHIAS F.; BÖHNING-GAESE, KATRIN; ENGELHARDT, EVA KATHARINA; NIAMIR, AIDIN ET AL. (2018): Bioenergy cropland expansion may offset positive effects of climate change mitigation for global vertebrate diversity. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 115, 52, DOI: 10.1073/pnas.1807745115, 13294–13299 S.
- HOFFMANN ESTHER; RUPP JOHANNES (2017): Wie Beteiligung zu Klimaanpassung gelingt: Checkliste mit Erfolgsfaktoren.

- IÖR, LEIBNIZ-INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE RAUMENTWICKLUNG; PROFESSUR FÜR LANDESPFLEGE DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG (2014): Praxisleitfaden Tourismus und biologische Vielfalt in Zeiten des Klimawandels. Dresden, 50 S.
- IPCC (2018): Global Warming of 1.5 °C. an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Genf.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2013a): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, Thomas F.; Qin, Dahe; Plattner, Gian-Kasper; Tignor, Melinda M.B.; Allen, Simon K. Boshung, Judith; Nauels, Alexander et al. Cambridge, United Kingdom, New York, 1552 S.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2013b): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 28 S.
- JACOBY, CHRISTIAN (2013): Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan. am Beispiel der Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. Beutler, Klaus.
- JACOBY, CHRISTIAN; BEUTLER KLAUS (2013): Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan. am Beispiel der Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg.
- JANNES, FRÖHLICH; KNIELING, JÖRG; KRAFT, TOBIAS (2014): Informelle Klimawandel-Governance. Instrumente der Information, Beteiligung und Kooperation zur Anpassung an den Klimawandel. Neopolis Working Papers, Hamburg.
- JOLK, ANNA-KRISTIN; LANGEL, NICOLE; VÖLKER, VERA; WILLEN, LUISE (2015a): KommAKlima. Kommunale Strukturen, Prozesse und Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel in den Bereichen Planen, Umwelt und Gesundheit. Hinweise, 4.
- JOLK, ANNA-KRISTIN; LANGEL, NICOLE; VÖLKER, VERA; WILLEN, LUISE (2015b): KommAKlima. Kommunale Strukturen, Prozesse und Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel in den Bereichen Planen, Umwelt und Gesundheit. Hinweise, 7.
- KAZMIERCZAK, A.; CAVAN, G.; CONNELLY, A.; LINDLEY, S. (2015): Mapping Flood Disadvantage in Scotland 2015: Main Report. Social Research.
- KIND, CHRISTIAN; KAISER, THERESA; RIESE, MIRIAM; BUBECK, PHILIP; MÜGGENBURG, EVA; THIEKEN, ANNEGRET ET AL. (2019): Vorsorge gegen Starkregenereignisse und Maßnahmen zur wassersensiblen Stadtentwicklung – Analyse des Standes der Starkregenvorsorge in Deutschland und Ableitung zukünftigen Handlungsbedarfs. Abschlussbericht. Texte, 55/2019, Dessau-Roßlau, 198 S.
- KNIELING, JÖRG; MÜLLER, BERNHARD (2015): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalentwicklung. Ansätze, Instrumente, Maßnahmen und Beispiele. München, oekom verlag, KLIMZUG, 7.
- KOBERNUß, J.; SCHRAHE, C. (2015): Touristischer Handlungsleitfaden Klimawandel. KLIMOPASS-Berichte, Karlsruhe, 22 S.
- KORN, HORST; EPPLE, CORDULA (2006): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. BfN-Skripten, 148.
- KREILKAMP, E.; KIRMAIR, L.; KOTZUR, A. (2013): Reisen auf den Spuren des Klimawandels. Leitfaden für touristische Destinationen am Beispiel der Regionen Lüneburger Heide und Harz. 1. Aufl. KLIFF – Klimafolgenforschung in Niedersachsen, 76 S.
- LABO, BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (2017): Vorsorge gegen Bodenerosion durch Wasser vor dem Hintergrund des Klimawandels. Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes. Kiel.
- LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN, REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG (2005): Grünplanung in München. Hauptabteilung Stadtplanung, Abteilung Grünplanung.
- LANDESHAUPTSTADT MÜNCHEN, REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG (2012): Beschluss des Ausschusses für Stadtplanung und Bauordnung vom 10.10.2012 (VB). Langfristige Freiraumentwicklung. München, 31 S.
- LANDESSANITÄTSDIREKTION WIEN (2018): Leitfaden Hitzemaßnahmenplan. Für medizinische und pflegerische Einrichtungen zur Erstellung eigener Hitzemaßnahmenpläne. 55 S.

- LARSEN, J. (2006): Setting the Record Straight: More than 52,000 Europeans Died from Heat in Summer 2003.
- LAWA, BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder 2017. 313 S.
- LAWA, BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2018): LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Erfurt.
- LEXER, WOLFGANG; AHAMER, GILBERT; KÖNIG, MARTIN (2016): Fehlanpassung im Kontext von Privater Anpassung an den Klimawandel. Kriterien, Entwicklung eines Bewertungsrahmens und Anwendungsbeispiele. Wien.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2008): Beschneiungsanlagen und Kunstschnee. In: UmweltWissen – Natur.
- LFU, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2012): Folgen des Klimawandels. Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen. Industrie- und Handelskammer Bayern.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2015): Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. Praxisratgeber für den Grundstückseigentümer. 61 S.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016a): Checkliste: So schützen Sie sich vor Hochwasser. Umweltwissen, Augsburg.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016b): Hochwasser-Eigenvorsorge: Fit für den Ernstfall. Umweltwissen, Augsburg.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016c): Naturnaher Umgang mit Regenwasser. Verdunstung und Versickerung statt Ableitung. 4. Aufl. Umweltwissen, Augsburg, 8 S.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2016d): Niedrigwasser in Bayern - Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2017): Flutpolder in Bayern. Online verfügbar unter: https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_strategie/aktionsprogramm_2020_plus/flutpolder/index.htm aufgerufen am 28.07.2021.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2018a): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern. Machbarkeitsstudie. unter Mitarbeit von: Schwarzak, Susann; Schönthaler, Konstanze; Andrian-Werburg, Stefan von; Buth, Mareike, Augsburg.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2018b): Pilotstudie „Klimawirkungskarten Bayern“. UmweltSpezial, Augsburg, 240 S.
- LFU, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020): Das Bayerische Klimaprojektionsensemble. Audit und Ensemblebildung. Zier, Christopher; Müller, Christoph; Komischke, Holger; Steinbauer, Alana; Bäse, Frank.
- LINKE, CARSTEN ET AL. (2020): Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-LänderFachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“, Potsdam, Nov. 2020
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Stand Dezember 2016, Karlsruhe, 1 Online-Ressource (60 Seiten) S.
- LUTZ, CHRISTIAN; BECKER, LISA; ULRICH, PHILIP; DISTELKAMP, MARTIN (2019): Sozioökonomische Szenarien als Grundlage der Vulnerabilitätsanalysen für Deutschland. Teilbericht des Vorhabens „Politikinstrumente zur Klimaanpassung“. Climate change, 25/2019*, Dessau-Roßlau, 162 S.
- MAZZACURATI, EMILIE; FIRTH, JOHN; VENTURINI, SARAH; AMBROSIO, NATALIE; FREITAS, FRANK; ROSS, LINDSAY ET AL. (2018): Advancing TCFD guidance on physical climate risks and opportunities. 56 S.
- METROPOLREGION BREMEN-OLDENBURG IM NORDWESTEN E.V. (2016): Leitfaden zur Klimaanpassung. Ein Nachschlagewerk für Kommunen der Metropolregion Nordwest. Delmenhorst.
- MÜCKE, HANS-GUIDO; STRAFF, WOLFGANG (2018): Bund/Länder-Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit – die Umsetzung auf kommunaler Ebene kann beginnen. In: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) (Hg.): Klimaschutz & Gesundheit, Unter Mitarbeit von Björn Weber, Ulrike Vorwerk und Sigrid Künzel, Köln, 54–65 S.

- MUNDWERK, WAAL: Zukunftsfähige Stadtentwicklung - Geld! Macht! Innovation? Im Gespräch mit den Gestaltern Münchens. IM.GESPRÄCH Impuls Dialog, 02.
- NANZ, PATRIZIA; FRITSCH, MIRIAM (2012): Handbuch Bürgerbeteiligung. Verfahren und Akteure, Chancen und Grenzen. Bundeszentrale für Politische Bildung, Bonn, 144 S.
- NAUMANN SANDRA.; KAPHENGSTIMO (2015): Erfolgsfaktoren bei der Planung und Umsetzung naturbasierter Ansätze zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel. Ein kurzer Leitfaden. BfN-Skripten, 406, Bonn.
- OVERBECK, G.; HARTZ, A.; FLEISCHHAUER, M. (2008): Ein 10-Punkte-Plan „Klimaanpassung“ - Raumentwicklungsstrategien im Überblick. In: Informationen zur Raumentwicklung, 6/7.2008, 363–380 S.
- PLANUNGSHINWEISKARTE REGENSBURG. Online verfügbar unter: <https://www.regensburg.de/fm/121/planungshinweiskarte-2014.pdf> aufgerufen am 28.07.2021
- PRUTSCH, ANDREA; FELDERER, ASTRID; BALAS, MARIA; KÖNIG, MARTIN; CLAR, CHRISTOPH; STEURER, REINHARD (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Umweltbundesamt GmbH, Österreich, Wien, 222 S.
- RKI, ROBERT KOCH-INSTITUT; UBA, UMWELTBUNDESAMT (2013): Klimawandel und Gesundheit. Allgemeiner Rahmen zu Handlungsempfehlungen für Behörden und weitere Akteure in Deutschland. Berlin, 34 S.
- ROSE, JULIA; WILKE, CHRISTINA BENITA (2015): Climate change vulnerability in cities – the case of Hamburg. HWWI Research, 167.
- SCHÖNFELDER, STEFAN; PÜTZ, THOMAS; JAKUBOWSKI, PETER (2018): Risikoabschätzung für den Schienengüterverkehr am Beispiel Flusshochwasser. BBSR Sonderpublikation, 32 S.
- SENATSWERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT BERLIN (2012): Handbuch zur Partizipation. Berlin.
- SHI, LINDA; CHU, ERIC; ANGUELOVSKI, ISABELLE; AYLETT, ALEXANDER; DEBATS, JESSICA; GOH, KIAN ET AL. (2016): Roadmap towards justice in urban climate adaptation research. In: Nature Clim Change, 6, 2, DOI: 10.1038/nclimate2841, 131–137 S.
- SINGER, BEN D.; ZISKA, LEWIS H.; FRENZ, DAVID A.; GEBHARD, DENNIS E.; STRAKA, JAMES G.L (2005): Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO2 concentration. In: Functional Plant Biology.
- SPIEKERMANN, JAN; FRANCK, ENKE (2014): Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung. Handlungsempfehlungen für die niedersächsische Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene. Akad. für Raumforschung und Landesplanung, Arbeitsberichte der ARL, 11, Hannover, Hannover, Online-Ressource (V, 178 S.)
- STADT NÜRNBERG, UMWELTAMT (2012): Handbuch Klimaanpassung. Bausteine für die Nürnberger Anpassungsstrategie.
- STMFLH, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DER FINANZEN, FÜR LANDESENTWICKLUNG UND HEIMAT (2017): Gemeinsam Heimat fördern. Regionalmanagement in Bayern.
- STMUG, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2010): Kommunales Flächenmanagement.
- STMUG, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2012): Bayerische Strategie zur Wasserkraft. 10-Punkte-Fahrplan für eine ökologische und naturverträgliche Wasserkraftnutzung.
- STMUG, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT (2012): Folgen des Klimawandels – Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen. Ein Leitfaden. Industrie- und Handelskammer Bayern (IHK), München, 44 S.
- STMUV, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017a): Der Betriebliche Klimaanpassungsmanager.
- STMUV, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2017b): Virtuelles Wasser - Verstecktes Wasser auf Reisen.
- StMUV, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2021): Instrumente zur Klimaanpassung vor Ort – Eine Arbeitshilfe für Kommunen in Bayern. München, 36 S.

- TAUBE, F.; VERREET, J. A. (2007): Landwirtschaftliche Produktionssysteme in Schleswig-Holstein: Leistungen und Ökologische Effekte. Ergebnisse des Projektes Compass.
- TRÖLTZSCH, JENNY; GÖRLACH, BENJAMIN; LÜCKGE, HELEN; PETER, MARTIN; SARTORIUS, CHRISTIAN (2012): Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland.
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (2018): Welche Beteiligungsmethoden können Bürgerinnen und Bürger zur Vorsorge aktivieren?, Berlin, 19.04.2018, 42 S.
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (2020a): Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#kohlendioxid>- aufgerufen am 28.07.2021
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (2020b): Bewertung klimawandelgebundener Risiken: Schadenspotenziale und ökonomische Wirkung von Klimawandel und Anpassungsmaßnahmen. Abschlussbericht zum Vorhaben „Behördenkooperation Klimawandel und -anpassung“, Teil 1. Climate change, 29/2020, Dessau-Roßlau.
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (2020c): Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur integrierten Bewertung von Maßnahmen und Politikinstrumenten der Klimaanpassung. Abschlussbericht zum Vorhaben „Behördenkooperation Klimawandel und -anpassung“, Teil 2. Climate change, 30/2020, Dessau-Roßlau.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas insbesondere aus Schiefergaslagerstätten. Teil 2. Kurzfassung. 53/2014, In: Umweltbundesamt Texte.
- UMWELTBUNDESAMT (2016): Rahmenbedingungen für die umweltgerechte Nutzung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung. 34/2016, In: Umweltbundesamt Texte.
- UMWELTBUNDESAMT (2018): Umwelt und Landwirtschaft. Daten zur Umwelt, 158 S.
- VÖLKER, VERA; JOLK, ANNA-KRISTIN; WILLEN, LUISE; ILLGEN, MARC (2018): Kommunale Überflutungsvorsorge – Planer im Dialog. Projektergebnisse. Köln, 60 S.
- WATER FOOTPRINT NETWORK (2017): What is a water footprint? Online verfügbar unter: <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/> aufgerufen am 28.07.2021.
- WAYNE, PETER; FOSTER, SUSANNAH; CONNOLLY, JOHN; BAZZAZ, FAKHRI; EPSTEIN, PAUL (2002): Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres. In: *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*.
- WENDE, WOLFGANG (2015): Umweltprüfung zur Flächennutzungsplanung und Anpassung an den Klimawandel. In: Jörg Knieling und Bernhard Müller (Hg.): *Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalentwicklung*, München, oekom verlag (KLIMZUG, 7), 271–282 S.
- WIELER, BARBARA; RETTER, MATTHIAS; KRETZSCHMAR, THOMAS; DIETRICH, KATHARINA (2013): Die Unternehmens-Perspektive. Auf neue Herausforderungen vorbereitet sein. 60 S.
- WOLCH, JENNIFER R.; BYRNE, JASON; NEWELL, JOSHUA P. (2014): Urban green space, public health, and environmental justice. The challenge of making cities ‘just green enough’. In: *Landscape and Urban Planning*, 125, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.017, 234–244 S.
- WORLD BANK GROUP (2016): High and Dry : Climate Change, Water, and the Economy. World Bank, Washington D.C.

GLOSSAR

2-Grad-Obergrenze

Der Anstieg der globalen Mitteltemperatur wird bei Einhaltung der 2-Grad-Obergrenze unter 2 °C begrenzt. Die 2-Grad-Obergrenze unterstreicht, im Gegensatz zur Bezeichnung des „2-Grad-Ziels“, das im Pariser Übereinkommen in Art. 2 genannte Ziel, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur deutlich unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg unter 1,5 °C zu begrenzen.

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 (Klima-)Bedingungen 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 (Umwelt-)Veränderung auszugleichen beziehungsweise zu mindern und Maßnahmen, um entsprechende Chancen zu nutzen.

Biodiversität

Auch als Biologische Vielfalt bezeichnet; umfasst drei Bereiche: die Vielfalt von Ökosystemen, die Vielfalt der Arten sowie die genetische Vielfalt innerhalb einer Art.

Bodenerosion

Ablösung, Transport und Ablagerung von Bodenmaterial von der Bodenoberfläche durch Wasser oder Wind.

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.

Emissionsszenario

Emissionsszenarien für Treibhausgase sind das erste Glied der Modellkette zur Abschätzung der zukünftigen Entwicklung des Klimawandels. Sie zeigen die Mengen an Treibhausgasen auf, welche die Menschheit zukünftig möglicherweise emittiert ([Repräsentative Konzentrationspfade](#) – RCPs).

Extremereignis

Eine einheitliche Definition besteht nicht. Allgemein ist ein Extremereignis ein sehr selten auftretender kurzer Zeitraum im Geschehen von Wetter, Abfluss, Phänologie, etc., das in seiner Ausprägung von bestimmten Durchschnittswerten abweicht. Solche Ereignisse können beispielsweise heftige Stürme oder Hochwasser sein, aber auch das massenhafte Auftreten einer Insektenart.

Hitzewelle

Eine Hitzewelle ist eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hoher thermischer Belastung. Eine Hitzewelle ist ein Extremereignis, welches die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und die Infrastruktur schädigen kann (Quelle: DWD Lexikon).

IPCC

Der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist ein wissenschaftliches Gremium und gleichzeitig ein zwischenstaatlicher Ausschuss unter dem Dach der Vereinten Nationen (UN), welcher alle sechs bis sieben Jahre in Sachstandsberichten den Stand der Wissenschaft zu den Themen Klimawandel, Auswirkung des Klimawandels und Minderung des Klimawandels (Mitigation) zusammenträgt und wissenschaftlich bewertet. Die IPCC Berichte bilden wichtige fachliche Grundlagen für die globalen politischen Verhandlungen zur Milderung und Bewältigung des Klimawandels.

Klimaneutralität

Unter Klimaneutralität werden gemeinhin Handlungen und Prozesse verstanden, die keine Treibhausgasemissionen verursachen oder deren Emissionen vollständig kompensiert werden.

Klimaanpassung

Der IPCC versteht Klimaanpassung als Prozess, in dem man sich auf das aktuelle und zukünftige Klima mit seinen positiven wie negativen Folgen einstellt

Klimafolgen

Veränderungen innerhalb eines Systems, die in Folge des Klimawandels auftreten. Klimafolgen können sowohl negativer (Risiken) als auch positiver Natur (Chancen) sein.

Klimamodell

Klimamodelle werden dazu verwendet, das Klimasystem in seinen physikalischen, biologischen und chemischen Vorgängen abzubilden. Damit sind sowohl Simulationen des vergangenen als auch Abschätzungen des zukünftigen Klimas der Erde möglich.

Klimaprojektionen

Eine Klimaprojektion stellt jeweils eine mögliche zukünftige Entwicklung des Klimas dar. Dabei unterliegt es dem Handlungsspielraum politischer Entscheider, das zugrundeliegende →Emissionsszenario durch Klimaschutzmaßnahmen herbeizuführen.

Klimaregion

Um die heterogene Natur des bayerischen Klimas angemessen abzubilden, wurde Bayern vom Bayerischen Landesamt für Umwelt in sieben zusammenhängende Klimaregionen unterteilt, die in sich möglichst ähnlich bezüglich Temperatur und Niederschlag sind.

Klimaschutzmaßnahmen

Klimaschutzmaßnahmen umfassen sowohl die Vermeidung anthropogener Treibhausgas-Emissionen als auch die Nutzung →**negativer Emissionen**.

KLIWA

Kooperationsvorhaben „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ der Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst.

Kohlenstoffbudget

Summe der Emissionen, die im Rahmen einer Begrenzung der globalen Erwärmung ausgestoßen werden darf. Der IPCC gab 2018 ein Budget von 1.170 GtCO₂ für eine Begrenzung der Erwärmung unter 2 °C an und 420 GtCO₂ für 1,5 °C.

Monitoring

Überbegriff für alle Arten der unmittelbaren systematischen Erfassung (Protokollierung), Messung, Beobachtung oder Überwachung eines Vorgangs oder Prozesses mittels technischer Hilfsmittel oder anderer Beobachtungssysteme.

Negative Emissionen

Negative Emissionen entziehen der Atmosphäre CO₂, und zwar durch bewusste anthropogene Eingriffe zusätzlich zu den natürlichen Kohlenstoffsinken. Negative Emissionen können einerseits im engeren Sinne durch technologische Ansätze erzielt werden, z. B. durch geologische Speicherung (CCS) von atmosphärischem CO₂. Sie können aber auch die natürlichen Senken verstärken, z. B. durch Aufforstung.

Niedrigwasser

Von Niedrigwasser spricht man, wenn a) der Wasserstand in einem See unter einen für dieses Gewässer typischen Schwellenwert fällt oder b) der gemessene Abfluss in einem Fließgewässer einen bestimmten, für dieses Gewässer typischen Schwellenwert unterschreitet. Wie auch Hochwasser ist Niedrigwasser ein Teil des natürlichen Abflussgeschehens.

Pariser Übereinkommen

Auf der Pariser Klimaschutzkonferenz (COP21) im Dezember 2015 haben sich 195 Länder erstmals auf ein allgemeines, rechtsverbindliches weltweites Klimaschutzübereinkommen geeinigt: das Übereinkommen von Paris.

Photosynthese

Prozess, in dem Pflanzen mithilfe von Licht aus dem Kohlenstoffdioxid (CO₂) der Luft und Wasser Zucker und darauf aufbauende Stoffe bildet.

Referenzzeitraum

In der Klimaforschung gelten 30 Jahre als geeignete Zeitspanne, um ein mittleres Verhalten im Klimasystem darzustellen. Um den mittleren Zustand des Klimas und daraus abgeleiteter Auswirkungen in der Gegenwart zu charakterisieren, wurde für diesen Bericht der Zeitraum 1971 – 2000 als Referenzzeitraum festgelegt. Dieser dient zudem als Vergleichsperiode zu zukünftigen Verhältnissen.

Repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways – RCPs)

In der Zeit vor dem Pariser Übereinkommen wurden von weltweit anerkannten Wissenschaftlern, in Vorbereitung für den 5. Sachstandsbericht des IPCC, sogenannte Repräsentative (Treibhausgas-)Konzentrationspfade entwickelt, welche u. a. zum Ziel hatten, eine für die gesamte wissenschaftliche Literatur repräsentative und plausible Beschreibung möglicher künftiger Entwicklungen der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen bereitzustellen. Die vier RCPs sind repräsentativ für ein Klimaschutzszenario (RCP 2.6) gemäß →**2-Grad-Obergrenze**, ein Szenario mit mäßigem Klimaschutz (RCP 4.5), weitgehend ohne Klimaschutz (RCP 6.0) und ein Szenario ohne Klimaschutz (RCP 8.5). Die RCPs lösten die älteren →**SRES** Szenarien ab.

Sensitivität

Die Sensitivität hängt von der derzeitigen „Ausstattung“ eines Systems ab, also z. B. den physiologischen, technischen oder sonstigen Eigenschaften, mit denen das System auf eine äußere

re Einwirkung reagiert. Als Maß für die Sensitivität können z. B. Grenzwerte der Belastbarkeit bzw. der Reaktion dienen. Ein Beispiel einer Sensitivität ist die durchschnittliche Temperaturempfindlichkeit von Personengruppen oder Organismen allgemein.

SRES Szenarien (Special Report on Emissions Scenarios – SRES)

Die bis zum 4. Sachstandbericht vom IPCC verwendeten SRES → Emissionsszenarien umfassen soziale und wirtschaftliche Annahmen, z. B. über die künftige globale Bevölkerungsentwicklung und die Knappheit fossiler Ressourcen. Die maßgebliche politische Steuerungsgröße – das Ambitionsniveau von Klimaschutzmaßnahmen bzw. deren Umsetzung – ist in den SRES Szenarien, im Gegensatz zu den → RCPs, jedoch nicht transparent abgebildet. Die Emissionen des in älteren Publikationen häufig verwendeten Szenarios SRES A1B verlaufen bis zum Jahr 2100 meist unterhalb der Emissionen von RCP 8.5 und oberhalb von RCP 6.0. Die Emissionen des Szenarios SRES B1 verlaufen ähnlich zu RCP 4.5.

Starkregen

Vereinfacht gesprochen findet ein Starkregenereignis statt, wenn sehr viel mehr Niederschlag fällt als innerhalb einer bestimmten Zeitspanne normal ist.

Treibhausgaseffekt

Durch partielle Rückstrahlung durch Treibhausgase verursachte Erwärmung der Erde zusätzlich zur direkten Einstrahlung der Sonnenenergie. Der natürliche Treibhauseffekt beruht zum größten Teil auf den Treibhausgasen Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) und macht die Erde für die hier existierenden Lebewesen bewohnbar. Ohne den natürlichen Treibhauseffekt wäre die durchschnittliche Oberflächentemperatur um ca. 33 °C geringer als heute (- 18 °C statt derzeit etwa 15 °C). Der zusätzliche, durch den Menschen verursachte (anthropogene) Treibhauseffekt resultiert aus der Emission durch den Menschen auf Grund seiner Aktivitäten erzeugter natürlicher (z. B. CO₂, CH₄, N₂O) und nicht natürlicher (z. B. PFC, HFC, SF₆) Treibhausgase.

Trend

Der Trend einer Klimazeitreihe beschreibt das langfristige Verhalten einer oder mehrerer Komponenten des Klimasystems. Er dient also der Kennzeichnung einer möglichen Klimaänderung und setzt sich aus seiner Richtung (Vorzeichen), seinem Betrag und seiner statistischen Signifikanz zusammen.

Vorsorgeprinzip

Das in Artikel 34 Absatz 1 des Einigungsvertrags und Artikel 20a des Grundgesetzes verankerte Vorsorgeprinzip beauftragt den Staat, auch in Verantwortung für künftige Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen, was neben Gefahrenabwehr auch Vorsorge gebieten kann. In Situationen der Ungewissheit können die Folgen eines Tuns für die Umwelt wegen unsicherer oder unvollständiger wissenschaftlicher Erkenntnisse nicht endgültig eingeschätzt werden, die vorliegenden Erkenntnisse geben aber Anlass zur Besorgnis. In diesen Fällen muss der Staat nicht abwarten, bis Gewissheit besteht, sondern er kann unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes auf den Besorgnisanlass reagieren.

Vulnerabilität

Auch Verwundbarkeit oder Verletzlichkeit eines Systems genannt. Wie vulnerabel ein System gegenüber dem Klimawandel ist, hängt zu einem von der Art, dem Ausmaß und der Geschwindigkeit der Klimaänderung ab. Zum anderen beeinflussen → Sensitivität und → Anpassungskapazität die Verwundbarkeit des jeweiligen Systems.

Wasserhaushalt

Bezeichnet die Menge des gespeicherten und bewegten Wassers innerhalb eines Gebietes, getrennt in die Anteile der sogenannten Wasserhaushaltsgrößen. Solche Größen sind beispielsweise der eingetragene Niederschlag, der Abfluss auf der Bodenoberfläche und anschließend im Gewässer, das Grundwasser, das im Boden zwischengespeicherte Wasser oder die Menge der Verdunstung.

Wasserkreislauf

Das Wasser wird innerhalb des → Wasserhaushalts beständig zwischen der Atmosphäre, dem Oberflächen-, Boden- und Grundwasser und Eis bzw. Schnee umverteilt. Diese Austauschvorgänge bezeichnet der Wasserkreislauf.

Weltklimarat

→ IPCC

Zehn-Punkte-Plan

Der Zehn-Punkte-Plan der Bayerischen Klimaschutzoffensive enthält 96 konkrete Maßnahmen und basiert auf den drei Säulen der bayerischen Klimapolitik: Minderung des Treibhausgas-Ausstoßes in Bayern, Anpassung an die Folgen des Klimawandels und verstärkte Forschung zu Umwelt- und Klimaschutz. Dabei werden alle Bereiche mit einbezogen – von Wäldern, Mooren und Wasser über Innovationen, Energie und Mobilität bis hin zur Vorbildfunktion des Staates sowie der Förderung des kommunalen Klimaschutzes.

ANHANG 1 MASSNAHMENBLÄTTER

Die Maßnahmentabellen beschreiben Anpassungsmaßnahmen, die sich zur Bewältigung folgender Klimawirkungen eignen: Hitzebelastung, Hochwasser und hohe Grundwasserstände, Starkregen und Sturzfluten, Niedrigwasser, Trockenheit und Dürren, gesundheitliche Risiken, Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme sowie Georisiken.

Anpassungsmaßnahmen je Klimawirkung

Tabelle	Anpassungsmaßnahmen je Klimawirkung
	Klimawirkung: Hitzebelastung
Tab. 1:	Erhalt und Entwicklung von Luftaustauschbahnen
Tab. 2:	Steuerung flächensparender Siedlungsstrukturen
Tab. 3:	Dach- und Fassadenbegrünungen
Tab. 4:	Klimagerechtes Bauen und Sanieren
Tab. 5:	Erhalt und Schaffung klimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen
Tab. 6:	Klimawandelangepasste Begrünung der Verkehrsinfrastruktur
Tab. 7:	Informationsmanagement, Warnsystem
Tab. 8:	Hitzeschutz an Arbeitsstätten
Tab. 9:	Anpassung des Tourismus an Temperaturerhöhungen
Tab. 10:	Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Hitzeextreme
Tab. 11:	Vorbeugung und Abwehr von Spätfrostschäden in der Landwirtschaft
	Klimawirkung: Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Tab. 12:	Natürlicher Rückhalt
Tab. 13:	Flächenvorsorge
Tab. 14:	Ermittlung und Darstellung von vernässungsgefährdeten Flächen (Grundwasser)
Tab. 15:	Technischer Hochwasserschutz
Tab. 16:	Objektschutz
Tab. 17:	Freiwillige Kooperationen
Tab. 18:	Verhaltensvorsorge, Informationsvorsorge
Tab. 19:	Private Risikovorsorge
	Klimawirkung Starkregen und Sturzfluten
Tab. 20:	Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
Tab. 21:	Erarbeitung eines integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement
Tab. 22:	Pufferstreifen gegen Feinsedimenteintrag
Tab. 23:	Bodenschutz/Erosionsschutz
Tab. 24:	Sediment- und Treibgutmanagement
Tab. 25:	Wasser- und Sedimentrückhalt in Außengebieten
Tab. 26:	Gestaltung von Einlaufvorrichtungen an Hängen
Tab. 27:	Herstellung und Sicherung von Notwasserwegen
Tab. 28:	Vorsorge
Tab. 29:	Vorsorge gegen Überflutung aus der Kanalisation
	Klimawirkung Niedrigwasser
Tab. 30:	Niedrigwasserinformationsdienst
Tab. 31:	Maßnahmenpläne für den Fall der Unterschreitung bestimmter Abflussschwellenwerte
Tab. 32:	Nutzungsbeschränkungen
Tab. 33:	Maßnahmen zur Sicherung der Wasserqualität
Tab. 34:	Niedrigwasseraufhöhung
Tab. 35:	Schaffung von Speicherkapazitäten

Tabelle	Anpassungsmaßnahmen je Klimawirkung
Tab. 36:	Förderung von natürlichem Wasserrückhalt
Tab. 37:	Einrichtung von alternativen, weitgehend abflussunabhängigen Kühlverfahren
Tab. 38:	Anpassung von Entnahme- und Einleitungsgrenzwerten in Gewässern
Tab. 39:	Effizienzsteigerung und angepasstes Lastmanagement in der Wasserkraftnutzung
Tab. 40:	Gewässerqualitätswarndienst
Tab. 41:	Anpassung im Schiffsbau
	Klimawirkung Trockenheit und Dürren
Tab. 42:	Klimawandelgerechte Anpassungsmöglichkeiten/-konzepte bestehender Wasserversorgungssysteme
Tab. 43:	Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung
Tab. 44:	Maßnahmen zur Förderung der Grundwasserneubildung
Tab. 45:	Flächendeckendes Wasserdargebotsmanagement
Tab. 46:	Änderungen der Landnutzung und –bewirtschaftung
Tab. 47:	Sicherung der Trinkwasserqualität im Leitungsnetz
Tab. 48:	Regenwassernutzung
Tab. 49:	Reduzierung des Wasserbedarfs
Tab. 50:	Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur
Tab. 51:	Redundante Wassergewinnungssysteme
Tab. 52:	Klimaspezifische Auswertung und Anpassung des Grundwassermonitorings
Tab. 53:	Anpassungen im Anbau
Tab. 54:	Effizienz der Bewässerung erhöhen
Tab. 55:	Substitution von Grundwasser bei der Bewässerung in der Landwirtschaft
Tab. 56:	Organisatorische Anpassungen in der Landwirtschaft
Tab. 57:	Vorhersage/Informationen
Tab. 58:	Bodenwasserhaushalt erhalten und verbessern
	Klimawirkung Gesundheitliche Risiken
Tab. 59:	Kontrolle der Ausbreitung von Vektoren und Erregern
Tab. 60:	Reduktion der Exposition gegenüber allergenen Pollen
Tab. 61:	Modellierung der hitze- und kälteabhängigen Erhöhung der Sterblichkeit bei Atemwegs- und Herz-Kreislaufkrankungen
Tab. 62:	Verbesserung der Luftqualität
	Klimawirkung Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Tab. 63:	Biotopverbund sichern
Tab. 64:	Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern
Tab. 65:	Moorrenaturierung
Tab. 66:	Animal Aided Design
Tab. 67:	Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge
Tab. 68:	Naturschonende Gewässerunterhaltung
Tab. 69:	Ökologisch verträgliche Wasserkraftnutzung
Tab. 70:	Variation hydromorphologischer Strukturen
Tab. 71:	Betriebliches Engagement für die Artenvielfalt
Tab. 72:	Waldumbau
Tab. 73:	Schädlingsbekämpfung (Borkenkäfer)
Tab. 74:	Grundlagenforschung Klima – Forst – Holz
Tab. 75:	Flankierende Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft
	Klimawirkung Georisiken
Tab. 76:	Eigenvorsorge bei Steinschlaggefahr
Tab. 77:	Eigenvorsorge bei Rutschungsgefahr
Tab. 78:	Staatliche Vorsorge bei Geogefahren

Klimawirkung Hitzebelastung

Tab. 1:
Erhalt und Entwicklung von
Luftaustauschbahnen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Erhalt und Entwicklung von Luftaustauschbahnen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	SE_04-07, WK_04, WK_06, GF_01-03, GF_06, GF_11, LR_01, LR_04-06
Ziel	Der Erhalt von zusammenhängenden und ausreichend großen Grün- und Freiflächen als Luftaustauschbahnen sorgt für die thermische Entlastung und die Verbesserung der Luftqualität urbaner Gebiete.
Anlass	Wärmeinseleffekt, lufthygienische Belastungen
Umsetzungsgrundlage	Grundsätze der Raumordnung zur Klimaanpassung, Vermeidung der weiteren Zerschneidung der Landschaft, Schaffung eines großräumigen Freiraumverbundsystems, Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie Freihaltung von Rückhalteräumen an Gewässern (Art. 6 Abs. 2 Nr. 2 und 7. BayLplG; LEP 1.3.2, 3.3, 7.1, 7.2.5); Regionalplan; Flächennutzungsplan mit Landschaftsplan; Bebauungsplan mit Grünordnungsplan
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regionale Grünzüge (§13 Abs. 5 Nr. 2a ROG; LEP 7.1.4 und 1.3.2) ■ Landschaftliche Vorbehaltsgebiete (LEP 7.1.2) ■ Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG) ■ Darstellung thermischer Belastungsgebiete ■ Textliche Vorgaben für die Bauleitplanung, wonach klimaökologische Auswirkungen und erkennbare Gefährdungen durch extreme meteorologische Ereignisse berücksichtigt werden sollen ■ Verdichtung des Biotopverbundsystems auf der Basis der Landschaftsrahmenplanung unter Einbezug von Schutzgebieten wie vor allem der Natura 2000-Gebiete (LEP 7.1.6) ■ Neubegründung von Auwäldern
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtklimatische Analysen, Klimafunktionskarten ■ Landschaftspläne ■ Auswertung von Klimaprojektionen ■ Hochwassergefahren- und -risikokarten ■ Analyse des Entsiegelungs- und Rückbaupotenzials im Zuge des demographischen Wandels ■ Analyse der räumlichen Verteilung hitzeempfindlicher Bevölkerungsgruppen (z. B. Kleinkinder, Alte) und Einrichtungen (z. B. Krankenhäuser, Kindergärten, Alten- und Pflegeheime, Schulen)
Akteure	Land, Kommunen, Kleingartenvereine, Nachbargemeinden, Träger der öffentlichen Belange: Umwelt, Gesundheit, Baubetriebshof, Forsten, Grünflächen, Stadtentwicklung, Stadtplanung, Sport, Immissionsschutz
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausbau energieeffizienter, kompakter Strukturen ■ Reduktion von CO₂-Emissionen ■ Gegebenenfalls Beiträge zum Arten- und Biotopschutz ■ Erhalt und Erweiterung von Retentionsflächen und Überschwemmungsflächen ■ Kostenersparnisse (Flächen, Baukosten, ÖPNV, Infrastruktur) ■ Förderung nachbarschaftlicher Strukturen → demographischer Wandel
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hohe Versiegelungsgrade behindern den Wasserrückhalt ■ Kompakte Siedlungsstrukturen in hochwassergefährdeten Bereichen erhöhen die Schadenspotenziale ■ Kompakte Strukturen erschweren die Schaffung von Notwasserwegen ■ Verringerung der Flächenverfügbarkeit für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen und ggf. Gefährdung im Bereich Arten- und Biotopschutz
Finanzierung	Städtebauförderung, Dorferneuerung
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ Landeshauptstadt München (2016): Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Landeshauptstadt München ■ KLIMA MORO (2008): Handlungskonzept Klima NEU. Klimaanpassung Landkreis Neumarkt ■ Stadtklimalotse, Maßnahme Men-A-01 https://www.klimastadtraum.de/SharedDocs/SKL/Massnahmen/men-a-0.html?nn=265750 aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2017) Hochwasserangepasste Waldbewirtschaftung. Merkblatt Nr. 36

Tab. 2:
Steuerung flächensparender
Siedlungsstrukturen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Steuerung flächensparender Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	SE_01, SE_04, SE_05, SE_08, GF_06, GF_12, BS_11, LR_06, WK_06
Ziel	Durch flächensparende Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen werden Freiräume geschützt und die Bodenversiegelung reduziert. Beides trägt zur thermischen Entlastung und einer Verbesserung der Luftqualität bei. Allerdings sollte auf eine ausgewogene Innenentwicklung mit ausreichender Freiraumversorgung geachtet werden, um bereits heute thermisch belastete Gebiete nicht zusätzlich zu verdichten und die thermische Belastung nicht noch zu erhöhen
Anlass	Wärmeinseleffekt, lufthygienische Belastungen, Zunahme der Hochwasserabflüsse
Umsetzungsgrundlage	Grundsätze der Raumordnung zum wirkungsvollen Schutz des Freiraums und der Vermeidung einer weiteren Zerschneidung der freien Landschaft und von Waldflächen, Verminderung der erstmaligen Inanspruchnahme von Freiflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke sowie zur Innenentwicklung (§ 2 Abs. 2 Nr. 2, 3 und 6 ROG; Art. 6 Abs. 2 Nr. 1 BayLplG); Gebot des sparsamen Umgangs mit Grund und Boden (§ 1a Abs. 2 und § 35 Abs. 5 BauGB); Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen (§ 136 BauGB), Ziele und Grundsätze des LEP: Flächensparen (3.1), Innenentwicklung vor Außenentwicklung (3.2), Anbindegebot (3.3)
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zentrale Orte (§13 Abs. 5 Nr. 1b ROG) ■ Entwicklungsachsen bzw. Achsenzwischenräume (§13 Abs. 5 Nr. 1e ROG) ■ Siedlungsschwerpunkte (§13 Abs. 5 Nr. 1c ROG) ■ Ziele und Grundsätze zum Verhältnis von Innen- und Außenentwicklung, zur Führung und Aufstellung von Flächenkatastern, Dichtevorgaben ■ Vorranggebiete Siedlungsflächenzuwachs
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erfassung des Innenentwicklungspotenzials (bereits erschlossene Flächen in einer Kommune, die sich für eine neue Nutzung eignen), z. B. Grundstücke mit Baurecht (Baulücken), ehemalige Industrie- und Gewerbeflächen, leerstehende Wohngebäude oder Bauernhöfe sowie Flächen, auf denen Aus- oder Anbauten möglich sind ■ Brachflächenaktivierung ■ Sanierung ■ Umnutzung ■ Nachverdichtung ■ Flächenkreislaufwirtschaft ■ Flächensparendes Bauen ■ Interkommunale Zusammenarbeit bei der Siedlungsentwicklung zur gemeinsamen Ausweisung von Gewerbegebieten; interkommunale Flächenpools ■ Verkehrsraumrückgewinnung
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtklimatische Analysen, Klimafunktionskarten ■ Landschaftspläne ■ Flächenmanagement-Datenbank zur Erfassung und Verwaltung von Innenentwicklungspotenzialen https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/flaechenmanagement/fmdb/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ FolgekostenSchätzer für neue Wohngebiete https://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/flaechenmanagement/folgekostenschaetzer/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Analyse des Entsiegelungs- und Rückbaupotenzials im Zuge des demographischen Wandels
Akteure	Planungsverbände, Kommunen, Flächeneigentümerinnen und -eigentümer, Investoren, Verkehrsplanung
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wasserrückhalt in der Fläche, Hochwasserschutz, Aufstockung der Grundwasservorräte, Notwasserwege ■ Korridorfunktionen in einem Biotopverbund ■ Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen können effizient eingesetzt werden um zusammenhängende Grün- und Freiflächen herzustellen, zu erhalten oder zu verbessern ■ Uferandstreifen wirken als zusammenhängende Grün- und Freiflächen ■ Biomassepotenziale

Tab. 2 (Fortsetzung):
Steuerung flächensparender
Siedlungsstrukturen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eine verstärkte Innenentwicklung gefährdet bestehende Grün- und Freiflächen und ggf. den Arten- und Biotopschutz ■ Innenentwicklung vor Außenentwicklung kann im Konflikt zum Erhalt zusammenhängender, innerörtlicher Freiflächen stehen ■ Bei schrumpfender Bevölkerung können der Stadtumbau und die Unterhaltung öffentlicher Grünflächen zur finanziellen Belastung werden
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerisches Städtebauförderungsprogramm: ■ Sondermittel Revitalisierung von Industrie- und Gewerbebrachen https://www.stmb.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/foerderschwerpunkte/gewerbebrachen/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Förderinitiative: Flächenentsiegelung https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/med/aktuell/broschüre_flächenschonen.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Kommunalinvestitionsprogramm (KIP) https://www.stmb.bayern.de/buw/bauthemen/gebaeudeundenergie/foerderprogramme/kinvfg/index.php aufgerufen am 28.07.2021
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Landkreis Bad Kissingen wurden die Innenentwicklungspotenziale anhand der Flächenmanagement-Datenbank des Landesamtes für Umwelt erfasst. Kommunen und Bürgerschaft wurden die Ergebnisse vorgestellt und zukunftsorientierte Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt. https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/kub/kommunen/flyer_bad_kissingen.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Positivbeispiele zum Flächenrecycling: https://www.lfu.bayern.de/altlasten/flaechenrecycling/positivbeispiele/index.htm aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ StMUG (2010): Kommunales Flächenmanagement ■ Informationen und Publikationen zu Möglichkeiten und Chancen der Ausweisung interkommunaler Gewerbegebiete: https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177666/177670/eigene_leistung/el_00220/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ Infoportal „Flächensparen“ des StMUV mit Daten und Fakten, Werkzeugen und Gute-Praxis-Beispielen www.flaechensparen.bayern.de aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 3:
Dach- und Fassaden-
begrünungen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Dach- und Fassadenbegrünungen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	WK_05, GB_09, TH_01
Ziel	Eine Begrünung von Fassaden und Dächern mindert die solare Einstrahlung auf die Gebäude und schwächt dadurch eine Erwärmung der Bauten in Hitzeperioden ab (Minderung der Temperaturextreme Kies-, Blech- oder Bitumendächer bis 50–80 °C, bepflanzte Dächer max. 20–25 °C). Die kühlende Wirkung von Fassadenbegrünung entsteht durch Luftpolsterbildung, Evapotranspiration, Absorption und Reflexion von Strahlung. In Städten bieten sich vor allem große Wohn-, Büro- und Gewerbe-/Industriegebäude zur Begrünung und zum Anlegen von Gemeinschaftsgärten an, während im ländlicheren Raum eher Garagen und Nebengebäude die notwendigen Flachdächer mit einer Dachneigung von max. 15 Grad aufweisen. Gleichzeitig ist die Begrünung in der Lage Feinstaub- und Stickoxidbelastungen zu senken und somit die Gesundheit zu fördern.
Anlass	Wärmeinseleffekt, lufthygienische Belastungen
Umsetzungsgrundlage	Kommunale Satzungen; Bebauungsplan; BayBO; Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen (§ 136 BauGB), EEG wenn der Begrünungsaufbau zur durchdringungsfreien Fixierung der Photovoltaikanlage eingesetzt wird.

Tab. 3 (Fortsetzung):
Dach- und Fassaden-
begrünungen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Festsetzungen über die Bepflanzung und Begrünung baulicher Anlagen (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) ■ Vereinbarungen im städtebaulichen Vertrag ■ Ersatz- und Ausgleichsmaßnahmen nach BNatSchG ■ Öffentlichkeitsarbeit: Beratung der Vorhabensträger, Veröffentlichungen, Veranstaltungen, Wettbewerbe ■ Die Begrünung von Fassaden kann beispielsweise durch selbstklimmende Pflanzen, Grünwände oder Pflanzen, die ein Klettergerüst benötigen, erfolgen. Aber auch innovative Formen einer Fassadenbegrünung mit Nichtkletterpflanzen können genutzt werden. Bedarfsweise kann bei Kletterpflanzen ein Verdunstungsschutz der Wurzelzone durch geeignete Vorrichtungen oder Unterpflanzung mit geeigneten Bodendeckern hergestellt werden. ■ Schwerpunkt ist auf einheimische Pflanzen (wie beispielsweise Efeu) zu legen, die zusätzlich zahlreichen Arten als Lebensraum oder Nahrungsgrundlage dienen.
Entscheidungsgrundlagen	Dachneigung, Exposition, Statik, Zustand der Bausubstanz
Akteure	Planungsverbände, Kommunen, Immobilieneigentümerinnen und -eigentümer, Gemeinschaftsgärtenvereine, Bauwirtschaft, Architektinnen und Architekten
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtbild ■ Gute Dämmung gegen Kälte und Wärme ■ Biodiversität, ökologische Vermeidungsmaßnahmen (bei darauf abzielender Gestaltung) ■ Lebensraum für angepasste wildlebende Tiere und Pflanzen (v. a. auf Dächern) ■ Reduzierung von Niederschlags Spitzenabflüssen sowie Entlastung von Kläranlagen und Kanälen durch höheren Wasserrückhalt in urbanen Gebieten ■ Filterung von Luftschadstoffen ■ Förderung des sozialen Zusammenhalts durch Schaffung von Begegnungsräumen (z. B. begrünte Dachterrassen) ■ Reduzierte Lärmbelastung ■ Positive soziale und psychische Wirkungen (Stressabbau, Entspannung, besseres Arbeits- und Wohnumfeld)
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Installation von Solarkollektoren oder Photovoltaikanlagen ■ Evtl. Schäden an Bausubstanz bei ungeeigneter Pflanzenwahl und/oder bautechnischen Planungsfehlern ■ Im Falle eines Wärmedämmverbundsystems dürfen keine Selbstklimmer aufgebracht werden (Statikprobleme) ■ Gemeinschaftsgärten: gesetzliche Rahmenbedingungen (keine Regelung im BauGB) ■ Brand- und Denkmalschutz ■ Abstimmung Eigentümergemeinschaft
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ermäßigung der Niederschlagswassergebühren ■ Kommunale Förderprogramme Hof- und Vorgartenbegrünung, Fassadenbegrünung im Straßenraum, Entsiegelungsmaßnahmen und Dachbegrünung (Beispiele aus München: https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/baureferat/foerderprogramm-priv-gruen.html#grn-auf-dchern_2 sowie https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/baureferat/foerderprogramm-priv-gruen.html#begrnte-fassaden_3 aufgerufen am 28.07.2021) ■ KfW-Programme Energieeffizient Sanieren - Kredit (151, 152) und Zuschuss (430) sowie KfW Programm Erneuerbare Energien „Standard“ (274)“, wenn der Begrünungsaufbau zur durchdringungsfreien Fixierung der Photovoltaikanlage eingesetzt wird ■ Zur Behebung städtebaulicher Missstände kann gemäß §§ 136 ff. Baugesetzbuch (BauGB) ein Sanierungsgebiet auch unter Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung förmlich festgelegt werden. Gemäß § 7h Einkommensteuergesetz (EStG) sind erhöhte Absetzungen für Herstellungskosten von Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen im Sinne des § 177 BauGB (Modernisierungs- und Instandsetzungsgebot) für Gebäude möglich, die sich in einem förmlich festgelegten Sanierungsgebiet befinden.

Tab. 3 (Fortsetzung):
Dach- und Fassadenbegrünungen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Private Dachbegrünung in Eigenleistung in der Stadt München (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.2 Grünes Dach statt Wüstenwind) ■ Fernerkundliche Inventarisierung und Potentialanalyse zur Dachbegrünung in Nürnberg (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.4) ■ Das Begrünungsbüro bei Green City e.V. (München) bietet unabhängige fachkundige Informationen zu Fassaden- und Dachbegrünungen sowie Begrünung von Außenanlagen privater Grundstücke, die im Münchner Stadtgebiet liegen. Das Angebot gilt für Bauherinnen und Bauherren, Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, Unternehmen, Wohnungseigentümergeinschaften und alle, die sich über die Möglichkeiten der Gebäude- oder Außenanlagenbegrünung informieren möchten https://www.greencity.de/projekt/begrueunungsbuero/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im gemeinsamen Forschungsprojekt „Klima-Forschungs-Station“ der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) und des Bayerischen Zentrums für Angewandte Energieforschung e. V. (ZAE Bayern) werden Vertikalbegrünungskonzepte und grüne Klimafassaden aus innovativen Fassadenmaterialien und Kühlkomponenten konzipiert und erprobt. https://www.lwg.bayern.de/klimafassaden aufgerufen am 28.07.2021 ■ In einem Projekt der LfL wurden bauliche Maßnahmen zur Minderung von Hitzestress in der Milchviehhaltung untersucht. Zu den erfolgreichen Maßnahmen gehören extensiv begrünte Stalldächer (siehe LfL-Information 2008 ab S. 57)
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Green City e.V. (2015): Praxisratgeber Gebäudebegrünung. https://www.greencity.de/wp-content/uploads/begrueunungs20161027.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LWG (2005): Dächer nutzen und erleben https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/landespflge/dateien/merkblatt_d%C3%A4cher_%E2%80%93_nutzen_und_erleben.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfL-Information (2008): Hitzestress im Milchviehstall https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_31433.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ BBSR, TU Darmstadt, TU Braunschweig (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen - Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld. ■ GERICS (2017): Gebäudebegrünung und Klimawandel. Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch klimawandeltaugliche Begrünung ■ Planungsgrundlagen für die Dach- und Fassadenbegrünung: https://www.gebaeudegruen.info/ aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 4:
Klimagerechtes Bauen und Sanieren

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Klimagerechtes Bauen und Sanieren
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	SE_01, SE_07, GB_01, GB_03, GB_04, GB_07, TH_01
Ziel	Um Temperaturspitzen in Gebäuden abzufangen, soll vorrangig passiver Hitzeschutz zum Einsatz kommen. Die Investitionen beim Bau bzw. der Sanierung zahlen sich durch ein verbessertes Raumklima und geringere Betriebskosten im Vergleich zur aktiven Klimatisierung aus.
Anlass	Zunehmende Hitzeperioden, Wärmeineffekt
Umsetzungsgrundlage	Kommunale Satzungen; Bebauungsplan; BayBO; Bau GB; Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen (§ 136 BauGB); Energiesparverordnung (EnEV), DIN 4108; DIN V 18599

Tab. 4 (Fortsetzung):
Klimagerechtes Bauen und
Sanieren

Klimawirkung	Hitzebelastung
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bessere Wärmedämmung der gesamten Außenhülle gegen Hitze von außen ■ Fachgerechte Gebäudeorientierung und Glasplanung (West- und Ostfenster kritisch) ■ Intelligente Verschattung (aktive und passive) von Glasflächen ■ Beleuchtung mit Tageslicht und effizienter künstlicher Beleuchtung ■ Vermeidung innerer Wärmelasten (z. B. durch effiziente Bürogeräte) ■ Kontrollierte Lüftung mit Wärme- bzw. Kälterückgewinnung ■ Innovative und sparsame Kühlsysteme z. B. mit Betonkernaktivierung ■ Innovative Kühlverfahren, z. B. Absorptionskälteanlagen und Kältespeicherung ■ Vereinbarungen im städtebaulichen Vertrag ■ Öffentlichkeitsarbeit: Beratung der Vorhabensträger, Veröffentlichungen, Veranstaltungen, Wettbewerbe
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zustand der Bausubstanz ■ Hinweise aus Klimawirkungskarten ■ Testreferenzjahr (TRY) – Datensätze 2017 zur Bewertung des thermischen Verhaltens von Gebäuden, insbesondere auch des Innenraumklimas
Akteure	Planungsverbände, Kommunen, Immobilieneigentümerinnen und -eigentümer, Bauwirtschaft, Architektinnen und Architekten
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gute Dämmung gegen Wärmeverluste Im Winter ■ Klimaschutz durch Energieeinsparung zu Kühl- und Heizzwecken ■ Nachhaltigkeit bei Verwendung von Bau- und Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen ■ Positive soziale und psychische Wirkungen (Stressabbau, Entspannung, besseres Arbeits- und Wohnumfeld)
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Brand- und Denkmalschutz ■ Abstimmung Eigentümergemeinschaft
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ KfW-Programme Energieeffizient Sanieren – Kredit (151, 152) und Zuschuss (430) ■ Zur Behebung städtebaulicher Missstände kann gemäß §§ 136 ff. Baugesetzbuch (BauGB) ein Sanierungsgebiet auch unter Berücksichtigung der Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung förmlich festgelegt werden. Gemäß § 7h Einkommensteuergesetz (EStG) sind erhöhte Absetzungen für Herstellungskosten von Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen im Sinne des § 177 BauGB (Modernisierungs- und Instandsetzungsgebot) für Gebäude möglich, die sich in einem förmlich festgelegten Sanierungsgebiet befinden. ■ Bayerisches 10.000 Häuser Programm www.energiebonus.bayern aufgerufen am 28.07.2021
Praxisbeispiele	Ein Solares Direktgewinnhaus in Zweisimmern (Schweiz, Anerkennungspreis von Constructive Alps 2015 – Internationaler Preis für nachhaltiges Sanieren und Bauen in den Alpen) aus Vollholz mit Lehm, und Betonkern und intelligent ausgerichteten Fenstern hat ohne Heizung und Kühlung immer ausgeglichene Raumtemperaturen.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aachener Stiftung Kathy Beys: Was Sie schon immer über Holzhäuser wissen wollten aber nie zu fragen wagten... https://www.aachener-stiftung.de/fileadmin/ASKB/Media/Holzbaufragen.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Difu (2017): Praxisratgeber klimagerechtes Bauen Praxisratgeber Klimagerechtes Bauen Deutsches Institut für Urbanistik (difu.de) aufgerufen am 28.07.2021 ■ DUH, TI (2018): Klimagerecht Bauen und Sanieren – Tagungsband zur Fachkonferenz https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/180525_2_Tagungsband_Klimagerecht_Bauen_und_Sanieren_DUH_TI.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ BBSR, DWD (2017) Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2019) In der Zukunft zu Hause: Hocheffizient bauen und sanieren https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00071.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2008) Effiziente Energienutzung in Bürogebäuden https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00053.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2019) Lebenszyklusanalyse von Wohngebäuden https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00154.htm aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 5:
Erhalt und Schaffung klimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Erhalt und Schaffung klimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	SE_04, SE_05, GF_01-04, GF 14, LR_04-06
Ziel	<p>Der Erhalt oder die Schaffung von schattenspendenden Grünanlagen und Parks, bestenfalls mit kühlenden Verdunstungsflächen wie Wasserflächen oder -spielen, sind unerlässlich für die Minderung des Hitzeinsel-Effektes. Zusätzlich sind die Erhöhung der Grünqualität auf privaten und öffentlichen Flächen sowie die Entsiegelung voranzutreiben.</p> <p>Ein kleinräumig engmaschiges und reich strukturiertes Freiraumsystem im Innenbereich, ergänzt durch Kaltluftbahnen aus den Randbereichen, kann über die ganze Stadt mikroklimatisch wirken. Messbare Temperaturreduzierungen innerhalb einzelner Freiräume können bereits bei Flächen kleiner als 1 ha festgestellt werden. Je größer eine Fläche ist, desto stärker ist in der Regel auch das Binnenklima auf dieser Fläche ausgeprägt. Allerdings wird die Kühlleistung maßgeblich durch die Bebauungsstruktur und die konkrete Vegetationsausstattung beeinflusst. Die häufig anzutreffende Gestaltung von Grünanlagen mit vielfältigen Bäumen und Sträuchern und größeren Rasenflächen (gesamtsökologisch besser sind Wiesenflächen) bewirkt dabei meist sowohl nächtliche Abkühlung, als auch Milderung der Wärmebelastung am Tage (Mathey et al. 2012).</p>
Anlass	Wärmeinseleffekt; Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen
Umsetzungsgrundlage	Grundsätze der Raumordnung zur Klimaanpassung, Vermeidung der weiteren Zerschneidung der Landschaft, Schaffung eines großräumigen Freiraumverbundsystems, Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie Freihaltung von Rückhalteräumen an Gewässern (Art. 6 Abs. 2 Nr. 2 und 7. BayLplG; LEP 1.3.2, 3.3, 7.1, 7.2.5); Regionalplan; Flächennutzungsplan mit Landschaftsplan; Bebauungsplan mit Grünordnungsplan
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regionale Grünzüge (§13 Abs. 5 Nr. 2a ROG; LEP 7.1.4) ■ Landschaftliche Vorbehaltsgebiete (LEP 7.1.2) ■ Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG) ■ Erhalt von stadtnahen klimawirksamen Waldgebieten (z. B. als Bannwälder, Art. 11 BayWaldG) ■ Verdichtung des Biotopverbundsystems auf der Basis der Landschaftsrahmenplanung unter Einbezug von Schutzgebieten wie vor allem Natura-2000-Gebieten (LEP 7.1.6)
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flächengestaltung: Baum-Wiesen-Landschaft, Grünflächen zum Stadtraum öffnen, wasserdurchlässige Beläge, Vermeidung von intensiv gepflegten Rasenflächen und Beeten ■ Verwendung tiefwurzelnder Pflanzen ■ Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung von stadtnahen Waldflächen (Wirkung auf Stadtklima, erträglicher Aufenthaltsort für Stadtbewohner) ■ Festsetzung der Grundflächenzahl und der Baulinie; der Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind, und deren Nutzung; von Wasserflächen, Flächen für die Landwirtschaft, Waldflächen, Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, Erhalt und Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft; von öffentlichen Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badaflächen sowie Friedhöfen (siehe Tab. 1: Erhalt und Entwicklung von Luftaustauschbahnen) ■ Festsetzen von Mindestmaßen von Baugrundstücken und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücken ■ Gegebenenfalls abweichende Festsetzung zur Anrechnung von Garagen, Stellplätzen, Zufahrten, etc. auf der Grundstücksfläche ■ Festsetzen, dass Garagen und Stellplätze außerhalb der überbaubaren Grundstücksfläche nur unter der Geländeoberfläche hergestellt oder dass sie auf den nicht überbaubaren Grundstücksflächen nicht hergestellt werden dürfen ■ Festsetzen von Kompensationsflächen; Darstellen von Wasserflächen und Flächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses frei zu halten sind ■ Gewässerrenaturierung (siehe Tab. 70: Variation hydromorphologischer Strukturen) ■ ökologische Aktivierung von Brachflächen ■ Erhalt von historisch alten Grünflächen und alten Gehölzen, vor allem auch landschaftsprägenden Bäumen ■ Kommunale Satzung zum Baumschutz (Baumschutzverordnung) ■ Mehrfachnutzungen etwa für Sport, Erholung, Wasserrückhalteflächen oder Kleingärten ■ Reduzierung des Versiegelungsgrades von offenen und öffentlichen Plätzen zur Vermeidung der Entstehung von hohen Hitze- und UV-Belastungen aufgrund von Reflexion und Verbesserung des Wasserrückhaltes in der Fläche

Tab. 5 (Fortsetzung):
Erhalt und Schaffung klimatisch
bedeutsamer Grün- und Freiflächen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Umsetzung lokal (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kommunale Satzungen für nachhaltige Bodenordnungen ■ Monetäre Erfassung der Ökosystemleistungen von Grünflächen zur Bewusstseinsschärfung bezüglich der Funktion von Stadtgrün als Standortvorteil und wirtschaftlicher Faktor in der Stadtentwicklung ■ Rechtssicherheit für die Öffnung privater Flächen sowie ihre Verknüpfung mit öffentlichen Grünflächen schaffen ■ Städtebauliche Verträge für private Investitionen ■ Entsiegelung durch Stadtumbaumaßnahmen nach § 171 a-d BauGB ■ Einrichten von schattenspendenden Vordächern und Überdachungen, vorzugsweise mit Materialien, die auch die Belastung durch UV-Strahlung reduzieren ■ Photovoltaik-Anlagen auf Parkplätzen oder an Fassaden zur gleichzeitigen Verschattung und Stromproduktion ■ Einrichten von großzügigen Schattenplätzen (baulich mittels Pavillons, Außendächern, Markisen, feststehenden Sonnenschirmen oder Sonnensegeln, grünplanerisch durch Neuanpflanzungen oder den Erhalt von Baumbeständen mit dichten Blattkronen) ■ Einrichten von Befeuchtungsanlagen in Außenanlagen und für Terrassen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analyse des Entsiegelungs- und Rückbaupotenzials im Zuge des demographischen Wandels ■ Stadtklimatische Analyse, Klimafunktionskarten ■ Landschaftspläne, insbesondere kommunaler Landschaftsplan ■ Grünflächenkataster
Akteure	Planungsverbände, Kommunen, Landschaftsarchitektur, Immobilienwirtschaft, Eigentümerinnen und Eigentümer
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtbild ■ Biodiversität, Biotopschutz, ökologischer Ausgleich ■ Erhalt und Erweiterung von Retentionsflächen, Verbesserung des Wasserrückhaltes in der Fläche, Erhöhung der Resilienz gegenüber Starkregenereignissen ■ Filterung von Luftschadstoffen ■ Förderung des sozialen Zusammenhalts durch Schaffung von Begegnungsräumen ■ Lärminderung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abnehmende Personal- und Sachmittel der öffentlichen Hand für Pflege und Instandhaltung. Bei Vernachlässigung (z. B. trockene Grünflächen) negative klimatische Auswirkungen möglich ■ Leitbild „Stadt der kurzen Wege“ gibt kompakte Siedlungsstruktur vor ■ Eventuell nachteilige Gentrifizierung und Segregation durch Erhöhung der Mietpreise ■ Ggf. Bewässerungsbedarf
Finanzierung	Stadtumbauprogramme (Flächen, die aufgrund des ökonomischen und demographischen Wandels frei werden sollen)
Praxisbeispiele	Stadtklimaanalyse München und Integration der Ergebnisse in die Stadtplanung (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.3)
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ TU München (Hrsg.) (2018): Leitfaden für klimaorientierte Kommunen in Bayern. Handlungsempfehlungen aus dem Projekt „Klimaschutz und grüne Infrastruktur in der Stadt“ am Zentrum Stadtnatur und Klimaanpassung ■ Mathey, J.; Rößler, S.; Lehmann, I.; Bräuer, A. (2012): Anpassung an den Klimawandel durch Stadtgrün – klimatische Ausgleichspotenziale. Nachhaltiges Flächenmanagement von Industrie- und Gewerbebrachen 2012, 17–20 ■ BMUB (2017): Weißbuch Stadtgrün ■ BMUB (2017): Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit ■ Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. TU Berlin, UFZ.

Tab. 6:
Klimawandelangepasste Begrü-
nung der Verkehrsinfrastruktur

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaß- nahmen	Klimawandelangepasste Begrünung der Verkehrsinfrastruktur
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GF_13, GF_14, GF_17, VI_07, VS_02
Ziel	Die Begrünung der Straßenräume im innerstädtischen Bereich mit Bäumen und Sträuchern bietet Schatten und Rückzugsorte bei Hitzebelastung. Durch die geeignete Begrünung werden Überhitzung und Böschungsbrände an der Schieneninfrastruktur vermieden.
Anlass	Wärmeinseleffekt; Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen
Umsetzungsgrundlage	BayLplG; BauGB; Regionalplan; Flächennutzungsplan mit Landschaftsplan; Bebauungsplan mit Grünordnungsplan, Besonderes Städtebaurecht
Umsetzung regional	Anpassung der Flächennutzung entlang von Bahnanlagen an klimatische Situation (z. B. Kontrolle der Vegetation zur Vermeidung von Böschungsbränden)
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Festsetzungen über die Bepflanzung und Begrünung baulicher Anlagen (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) ■ Begrünung der Straßenbahnschienen zur Reduzierung der Überhitzung ■ Entsiegelung und nach Möglichkeit Vermeidung von unnötigen Bodenverdichtungsquellen ■ Einbindung der Bevölkerung in die Baumpflege (z. B. Kampagnen zur Bewässerung des jeweiligen Straßenbaumes vor dem Haus während Trockenheitsperioden oder Begrünung von Baumscheiben) ■ Anpassung der Baumproduktion in Baumschulen und städtischen Gärtnereien an Hitze- und Trockenstress ■ Herkünfte von Pflanzenmaterial beachten, um ein bestmögliches Anpassungsvermögen an die lokalen Standortbedingungen zu gewährleisten ■ Konsequente Verwendung von Gehölzen mit einer erhöhten Trockenstresstoleranz aufgrund des steigenden Bewässerungsbedarfs des Stadtgrüns ■ Verwendung standstabiler, langlebiger Gehölze wie Eichen, Linden oder Buchen, keine Robinien, Weiden, Pappeln (Verkehrssicherungspflicht) ■ Beteiligung von Baumschulen, Landschaftsarchitekten/Planern und ausführenden Betrieben bei der Umsetzung von Stadtgrünkonzepten um eine rechtzeitige Sortimentserweiterung bzw. bei den ausführenden ■ Firmen eine entsprechende Nachfrage nach zum Teil neuen, klimatauglichen Gehölzen zu initiieren ■ Prüfung bei Pflanzvorhaben im Sinne der Erhöhung der genetischen Variabilität und somit Anpassungsfähigkeit, ob nicht auch die Wildart eine adäquate Alternative zur vorgesehenen Sorte darstellt ■ Eine größere Sicherheit gegenüber Ausfällen gewährleisten durch eine hohe Diversität innerhalb des Stadtbaumbestandes und eine Gestaltung von Mehrartenalleen bzw. durch Vermeidung von „Übergewichten“ einzelner Arten und Gattungen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modellsimulation der Luftschadstoffausbreitung ■ Stadtklimatische Analyse, Klimafunktionskarten ■ Eignungsempfehlungen für Stadtbäume unter den Einwirkungen des Klimawandels ■ Datenbank Gehölze für urbane Räume https://citree.de/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Online-Straßenbaumliste der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz (GALK): https://strassenbaumliste.galk.de aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Kommunen, Straßenbaubehörden, Schienennetzplanung, Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU), Verkehrsplanung, Anwohnende, Baumschulen, Landschaftsarchitektur
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Stadtbild ■ Biodiversität, ökologischer Ausgleich ■ Filterung von Luftschadstoffen ■ Verringerung des Abkühlereffekts und des Heizenergiebedarfs im Winter durch Reduzierung der Windböigkeit ■ Steigerung der Aufenthalts- und Lebensqualität ■ Rasengleise reduzieren auch die Schallbelastung

Tab. 6 (Fortsetzung):
Klimawandelangepasste Begrü-
nung der Verkehrsinfrastruktur

Klimawirkung	Hitzebelastung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Evtl. Hindernisse für Kalt- und Frischluftströmungen ■ Anreicherung von Luftschadstoffen in Straßenschluchten bei geschlossenem Baumkronendach und starker Befahrung ■ Auswahl von Pflanzenarten, die nur geringe Mengen an Kohlenwasserstoffen emittieren, um die Ozonbelastung nicht zu erhöhen ■ Ggf. Schattenwurf auf Photovoltaikanlagen
Praxisbeispiele	<p>„Stadtgrün 2021“ ist ein langfristig angelegtes Klimawandelprojekt der LWG, in das potentiell stresstolerante Baumarten/ -sorten an drei klimatisch sehr unterschiedlichen bayerischen Standorten auf ihre Eignung als Straßenbäume der Zukunft getestet werden. Auf Grund des großen Interesses der bayerischen Städte und Gemeinden an dem Projekt wurde 2010 das Bayerische Netzwerk „Klimabäume“ ins Leben gerufen. Daran sind mittlerweile über 30 Kommunen in ganz Bayern beteiligt, die ihre Praxiserfahrungen mit den im Versuchsprojekt verwendeten Versuchsbaumarten an den eigenen Standorten einbringen.</p> <p>https://www.lwg.bayern.de/landespflege/urbanes_gruen/085113/index.php aufgerufen am 28.07.2021</p>
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gillner, S.; Roloff, A. (2014): Eignungsempfehlungen für Stadtbäume unter den Einwirkungen des Klimawandels. In: W. Wende; S. Rössler; T. Krüger (Hrsg.): Grundlagen für eine klimawandelangepasste Stadt- und Freiraumplanung. REGKLAM Publikationsreihe Bd.6: 93-106. Rhombos-Verlag, Berlin ■ Böll, S. (2018): Stadtbäume der Zukunft. Wichtige Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Stadtgrün 2021“. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) (Hrsg.). Veitshöchheimer Berichte 184 (2018), 75–85. ■ U.S. Environmental Protection Agency (2008): Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Trees and vegetation. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

Tab. 7:
Informationsmanagement,
Warnsystem

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Informationsmanagement, Warnsystem
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	WK_03, AG_01, KS_08
Ziel	Im Sommer 2003 haben Hitzewellen in Europa schätzungsweise 35.000 bis 50.000 Menschen das Leben gekostet, u. a. auch in Deutschland. Neben hitzebedingter Sterblichkeit treten während Hitzewellen auch hitzebedingte Erkrankungen auf. Risikogruppen sind vor allem ältere Menschen, chronisch Kranke und kleine Kinder. Durch angepasstes Verhalten können hitzebedingte Beschwerden vermieden bzw. verringert werden. Ein Hitzewarnsystem und ein auf Hitzebelastungen zugeschnittenes Informationsmanagement können gesundheitliche Risiken reduzieren.
Anlass	Wärmeinseleffekt; Hitzewellen
Umsetzungsgrundlage	Hitzewarnsystem des DWD
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ System zur Verbreitung von Hitzewarnungen aufbauend auf dem nationalen Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes über die lokale Presse, Rundfunk, Apps, Displays und Durchsagen im ÖPNV, Außendisplays an Verkehrsknotenpunkten und social media ■ Kooperation mit Krankenhäusern, Pflege- und Bildungseinrichtungen sowie kirchlichen Organisationen zur schnellen Erreichung besonders vulnerabler Zielgruppen (ältere Bevölkerung, Kranke, Kinder) ■ Trinkpatenschaften einrichten ■ Bildung eines Kompetenzteams innerhalb der Stadtverwaltung ■ Entwicklung einer lokal angepassten Hitze-App (unter Berücksichtigung der stark wachsenden Anzahl von Nutzern aus der Generation 50+) ■ Formulierung eines Informationsblattes Hitze mit Maßnahmen für Schulen ■ Thematische Vernetzung mit relevanten Gesprächs- und Projektpartnern ■ Schulung von Betreuern von Siedlungs- oder Wohnungsbaugesellschaften sowie des medizinischen Personals zu klimawandelbedingten gesundheitlichen Risiken ■ Publikumswirksame PR-Aktionen

Tab. 7 (Fortsetzung):
Informationsmanagement,
Warnsystem

Klimawirkung	Hitzebelastung
Umsetzung lokal (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Technische Erinnerungen über Trinkuhr, Hitzearmband ■ Zusammenführung einer Stadtkarte „Hitze“ (App und gedruckt) aus vorhandenen Informationen, z. B. „Cooling Zones“; kostenlose Trinkmöglichkeiten usw. ■ Verteilungsmöglichkeiten von Infomaterialien über bestehende Liefer- und Pflegedienste sowie Hausarztpraxen nutzen; Hitzetelefon (z. B. „Sonnenschirm“ in Kassel) ■ Vorbeugender Gesundheitsschutz: Einrichtung von fest installierten Trinkwasserspendern im öffentlichen Raum ■ Erstellung eines Notfallplans für proaktives Eingreifen bei Hitzewellen durch Kommunen und Rettungsdienste
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hitzewarndienst DWD ■ Verhaltensempfehlungen bei Hitze
Akteure	Kommunen, Gesundheits-, Pflege- und Bildungseinrichtungen sowie kirchliche Träger, Nachbarschaftshilfeinitiativen, Städte- und Wohnungsbaugenossenschaften, Gesundheits- und Sozialamt; Tiefbauamt (Brunnen)
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhöhte Vernetzung kommunaler Ämter und Einrichtungen erleichtert Zusammenarbeit auch in weiteren gemeinsamen Aufgabengebieten ■ Patenschaften (Schüler informieren Senioren zum Thema/ kümmern sich um Versorgung) bringen Abwechslung in den eher tristen Alltag der Pflegeeinrichtung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Für ältere Menschen sind vor allem die Beratung im Gespräch und der persönliche Kontakt entscheidend. Dies sei auch bei der Idee eines Hitzetelefons zu berücksichtigen. Hier sind Anrufe bei älteren Menschen zum Zweck der Warnung vor extremer Hitze und der Weitergabe nützlicher Tipps nur sinnvoll, wenn diese den Anrufer vorab schon persönlich kennen und vertrauen. ■ Ältere Menschen trinken oftmals bewusst sehr wenig um häufige Toilettengänge, die als sehr anstrengend und belastend empfunden werden, ganz gezielt zu vermeiden. ■ Problem der schwierigen Erreichbarkeit bestimmter Zielgruppen, wie der allein lebenden, älteren Bürgerinnen und Bürger
Finanzierung	Sponsoring über Public-Private-Partnerships von Infotafeln, Displays, Trinkwasserspendern, Informationsmaterialien etc.
Praxisbeispiele	Das Klinikum der Universität München bietet ein Bildungsangebot zu klimawandelbedingten gesundheitlichen Gefahren für Fachangestellte und Pflegepersonen (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.1) http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Bildungsmodule-Aerzte/de/index.html aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reuter, U. (2013): Optimierung der Hitzewarnung in Stuttgart (HITWIS). Forschungsbericht KLIMOPASS. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg ■ BMUB (2017): Handlungsempfehlungen für die Erstellung von Hitzeaktionsplänen zum Schutz der menschlichen Gesundheit ■ Folgen des Klimawandels in der Landeshauptstadt München ■ KLIMA MORO (2008): Handlungskonzept Klima NEU. Klimaanpassung Landkreis Neumarkt

Tab. 8:
Hitzeschutz an Arbeitsstätten

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Hitzeschutz an Arbeitsstätten
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Ziel der Maßnahmen ist die Vorsorge gegen Hitzebelastung. In Arbeitsräumen wie Büros, Ladengeschäften oder auch in Werkstätten kann die Hitzebelastung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter schnell zunehmen. Die Folgen können sinkende Leistungsfähigkeit und Arbeitslust, Müdigkeit und Konzentrationsschwäche bis hin zu einer vermehrten Schweißabgabe und Herz-Kreislaufbelastungen sein. Ab Raumtemperaturen von über +26 °C kann es unter bestimmten Umständen (z. B. erhöhte Arbeitsschwere und Tragen von Arbeits- oder Schutzbekleidung, die die Wärmeabgabe stark behindert) zu einer Gefährdung der Gesundheit (z. B. Kreislaufbelastung) kommen.

Tab. 8 (Fortsetzung):
Hitzeschutz an Arbeitsstätten

Klimawirkung	Hitzebelastung
Anlass	Wärmeinseleffekt; Hitzewellen
Umsetzungsgrundlage	ArbSchG; ArbStättV ASR A3.5
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regulative Instrumente des Arbeitsschutzes (Normen, Leitlinien) ■ Sensibilisierung und Beratung (Broschüren, Ratgeber, Informationskampagnen, Seminare, Tagungen)
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lüften und Luftzufuhr (Ventilatoren) ■ Schatten (Markisen, UV-absorbierende Abdeckungen, mobile Dächer, Unterstellmöglichkeiten, Begrünung im Freien) ■ Fachgerechte Gebäudeorientierung und Glasplanung (West- und Ostfenster kritisch, siehe Tab. 4: Klimage-rechtes Bauen und Sanieren) ■ Möglichkeit der Nachtauskühlung durch Lüftungselemente in der Fassade ■ Angepasste Pausenzeiten, Gleitzeitregelungen, Anpassung der Arbeitszeit, -intensität und des Arbeitsrhyth-mus der Witterung ■ Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Hitze erkennen und vermeiden ■ Bereitstellung von Erholungsräumen, Kleidung (UV-Schutz- und Hitzeschutzkleidung), Sonnencreme, Wasser ■ Betriebliche Selbstverpflichtung zu mehr Hitzeschutz ■ Technische Kühlungsmaßnahmen (z. B. Wärmepumpen)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hinweise aus Klimawirkungskarten ■ Testreferenzjahr (TRY) - Datensätze 2017 zur Bewertung des thermischen Verhaltens von Gebäuden, insbe-sondere auch des Innenraumklimas
Akteure	Arbeitgeber, Gewerkschaften und deren Bildungsträger, Betriebsrat; Berufsgenossenschaften, Unfallversiche-rungsträger, Fachverband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz (VDSI), Bundesarbeitsgemeinschaft für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (Basi), Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherungstechnik (LASI), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Betriebsärztinnen und -ärzte
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bezug auf Deutsche Arbeitsschutzstrategie ■ Steigerung der Aufenthaltsqualität ■ Bewusstseinschärfung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Querschnittsthema, also wenig Aufmerksamkeit; Bezug auf Deutsche Arbeitsschutzstrategie sinnvoll ■ Verbesserung von Vernetzung und Kommunikation notwendig ■ Denkmalschutz ■ Konflikt Klimaschutz- Klimaanpassung beim Einsatz von technischen Klimaanlagen zur Reduzierung der Hitzebelastung
Praxisbeispiele	Um das Aufheizen der Innenräume des Bürger- und Verwaltungszentrums an heißen Tagen abzumildern, nutzt die Stadt Regensburg eine Wärmepumpe. Diese nutzt die Temperatur des Grundwassers im Winter als Wärme-quelle und im Sommer als Kühlung. Zudem wird das Mikroklima über eine begrünte Tiefgarageneinfahrt, den begrünten Innenhof sowie ein Wasserbecken vor der unteren Fensterreihe verbessert. https://www.klimastadtraum.de/SharedDocs/Downloads/Veroeffentlichungen/Modellprojekte/ExWoSt/Regensburg%20Deckblatt%20Leitfaden%20Ma%C3%9Fnahmen.html aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ BAUA (2015): Hitzeschutz an Arbeitsstätten ■ LGL (2012): Empfehlungen für Tätigkeiten bei sommerlichen Temperaturen in Gebäuden. https://www.lgl.bayern.de/arbeitsschutz/arbeitsmedizin/hitze_ingebaeuden.htm#verantwortung aufgerufen am 28.07.2021 ■ Landeshauptstadt München (2016): Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Landes-hauptstadt München ■ BBSR, DWD (2017) Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse aufgerufen am 28.07.2021

Tab.9:
Anpassung des Tourismus an
Temperaturerhöhungen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Anpassung des Tourismus an Temperaturerhöhungen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	T_01-04, OF_02, OF_03
Ziel	Die erwarteten Temperaturerhöhungen verlangen nach Lösungen, um die Schneeabhängigkeit der Wintersportstandorte zu verringern. Dazu gehört insbesondere die Ausrichtung eines ganzjährigen Tourismus. Allerdings sind hierzu nachhaltige Zukunftskonzepte erforderlich, um der jahrzehntelangen Konzentration der Infrastruktur auf den Wintersport gegenzulenken und einen erfolgreichen Strukturwandel zu vollziehen. Dagegen sind für den Sommertourismus vor allem positive Effekte zu erwarten, wie die Verlängerung der Saison und eine Attraktivitätssteigerung der bayerischen Mittelgebirgsregionen. Anpassungsmaßnahmen umfassen hier vor allem die Sicherung der Badewasserqualität und die Information der Besucher zu potenziellen Gesundheitsrisiken wie Zeckenbisse.
Anlass	Erhöhung der Durchschnittstemperatur im Winterhalbjahr; Hitzewellen
Umsetzungsgrundlage	Für forstwirtschaftliche Maßnahmen: BayWaldG; Alpenkonvention
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aufstellen raumbezogener, nachhaltiger Entwicklungskonzepte zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit des bayerischen Wintertourismus ■ Erhalt bzw. Stabilisierung der Wälder mit Erholungsfunktion sowie zugehöriger Infrastruktur
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schaffung beschatteter Freizeitmöglichkeiten ■ Überprüfung der Wasserqualität der Badeseen ■ Überprüfung der Wanderwege hinsichtlich Beschattung ■ Schaffung von beschatteten Sitz- und Aufenthaltsgelegenheiten in Kommunen ■ Schaffung von Indoor-Tourismusalternativen ■ Ausbau von wetter-, insbesondere schneeunabhängigen, ganzheitlichen Angeboten in den Bereichen Natur, Kultur, Radsport, Kulinarik und Wellness zum Erschließen neuer Zielgruppen ■ Punktesystem für umweltbewusste Urlauber; Punkte können z. B. für eine Wellness-Anwendung eingelöst werden ■ Erhalt bzw. Stabilisierung der Wälder mit Erholungsfunktion sowie zugehöriger Infrastruktur (unter zunehmenden Temperaturen nimmt das klimatische Ausgleichspotenzial von Waldflächen zu)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hinweise aus Klimawirkungskarten ■ Auswertung von Klimaprojektionen hinsichtlich Temperatur, Niederschlagsmuster und Schneesicherheit ■ Anbaurisikoarten Forst (BASIS)
Akteure	Tourismusverbände, Kommunen, Naturschutz, Gesundheit, Wasserwirtschaft, Verkehr, Sportverbände, Deutscher Alpenverein, Forstwirtschaft
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhaltung der Schutzwaldfunktionen ■ Vielfältigere Erwerbsquellen ■ Imagegewinne
Abwägungsbedarf	Rezente Investitionen (z. B. Schneekanonen) verfestigen ggf. vorhandene Strukturen und erschweren den Strukturwandel
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regionalförderprogramm „Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur (GRW)“ ■ Regionalförderprogramm „Richtlinie zur Durchführung des bayerischen regionalen Förderprogramms für die gewerbliche Wirtschaft“ (BRF) ■ Regionalförderprogramm „Richtlinie zur Förderung von öffentlichen touristischen Infrastruktureinrichtungen“ (RÖFE) ■ Waldbauliche Förderung (WALDFÖPR)
Praxisbeispiele	Flexibles Winterwanderwege- und Loipennetz am Ochsenkopf im Fichtelgebirge (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.12 Winter ist nur eine Jahreszeit)

Tab.9 (Fortsetzung):
Anpassung des Tourismus an
Temperaturerhöhungen

Klimawirkung	Hitzebelastung
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bausch, Th., Ludwigs, R., Meier, S. (2016): Wintertourismus im Klimawandel: Auswirkungen und Anpassungsstrategien ■ KLIMA MORO (2008): Handlungskonzept Klima NEU. Klimaanpassung Landkreis Neumarkt ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ Steiger, R. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebiete im bayerischen Alpenraum. Studie im Auftrag des Deutschen Alpenvereins. Projektabschlussbericht. Innsbruck. ■ StMUUV (Hrsg.) (2015): Folgen des Klimawandels – Verkehr, Tourismus und Energieversorgung vor neuen Herausforderungen. Ein Leitfaden. ■ Kobernuß, J., Schrahe, C. (2015): Touristischer Handlungsleitfaden Klimawandel. KLIMOPASS-Bericht.: LUBW (Hrsg.).

Tab. 10:
Anpassung der Verkehrs-
infrastruktur an Hitzeextreme

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Hitzeextreme
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	VI_01, VI_03-06, VI_08
Ziel	Die Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Temperaturerhöhungen zielt auf die Aufrechterhaltung der Transportwege und -leistung, die Gewährleistung der Verkehrssicherheit sowie die Steigerung der Effizienz der Verkehrsinfrastruktur ab.
Anlass	Hitzewellen; Niedrigwasser
Umsetzungsgrundlage	Bautechnik; Erhaltungsmanagement und Betriebsdienst im Straßenbau; Regionalplanung
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhalt und bedarfsgerechter Ausbau von Straßen und Schienen zur Anpassung an extreme Witterungsbedingungen z. B. Planung von Ersatzstrecken ■ Berücksichtigung veränderter klimatischer Bedingungen in Normen und Standards als wichtiger Aspekt der Infrastrukturplanung ■ Überprüfung und Optimierung von Planungs- und Instandhaltungsprozessen z. B. kurze Wartungsintervalle, ■ Ausfräsen von Spurrillen, angepasste Straßenführung und Landschaftsgestaltung ■ Förderung von Forschungsprojekten zu Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt; Materialforschung für Fahrzeuge und Straßenbeläge ■ Wasserstandvorhersage
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Technische Anpassung der Verkehrsinfrastruktur z. B. an höhere Temperaturen angepasste Asphaltmischungen, Muren- oder Steinschlagschutz, Kühlsysteme, Dehnungsfugen bei Schienen ■ Intensives Monitoring der Infrastruktur z. B. Verformungen an Schienen, Schlaglöcher, Schienentemperaturen, Spurrillen ■ Anpassung der Wasserstraßeninfrastruktur an Niedrigwassersituationen (z. B. Bau von Sparschleusen, Sedimentmanagement) ■ Anpassung der Begrünung (siehe Tab. 6: Klimawandelangepasste Begrünung)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hinweise aus Klimawirkungskarten ■ Gefahrenhinweiskarten ■ Eisenbahnbundesamt: Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung ■ „Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP)“ (BMVBS 2011)
Akteure	StMB, Kommunen, Naturschutz, Wasserwirtschaft, Forschungseinrichtungen, Katastrophenschutz/Georisiken, Industrie und Gewerbe, Norminstitutionen
Synergien	-
Abwägungsbedarf	Hohe Investitionskosten

Tab. 10: (Fortsetzung)
Anpassung der Verkehrs-
infrastruktur an Hitzeextreme

Klimawirkung	Hitzebelastung
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ Auerbach, M., Herrmann, C., Krieger, B., Mayer, S. (2014): Klimawandel und Straßenverkehrsinfrastruktur. Straße und Autobahn 7.2014, 531–539 ■ KLIWAS (2015): Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/WS/kliwas-abschlussbericht-des-bmvi-2015-03-12.pdf?__blob=publicationFile aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 11:
Vorbeugung und Abwehr von Spätfrostschäden in der Landwirtschaft

Klimawirkung	Hitzebelastung
Klimaanpassungsmaßnahmen	Vorbeugung und Abwehr von Spätfrostschäden in der Landwirtschaft
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_12, PW_14, PW_18, PW_20
Ziel	Spätfrostschäden sollen durch Maßnahmen der Standort- und Sortenwahl, der Anlagengestaltung sowie durch kulturtechnische Maßnahmen vermieden werden.
Anlass	Früherer Vegetationsbeginn und steigende Spätfrostgefahr
Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Meidung von Frostlagen (Tallagen, Senken) ■ Entfernung von Hindernissen, die den Kaltluftabfluss verhindern können ■ Bergseitige Schutzpflanzungen ■ Wahl weniger frostgefährdeter Erziehungsformen (z. B. Hochstämme) ■ Sortenwahl dem Standort anpassen (Austriebs- und Blütezeit, Winterfestigkeit) ■ Boden erst nach Eiseheiligen lockern ■ Unkraut und Begrünung beseitigen (Bewuchs erhöht Frostgefahr) ■ In Übergangslagen extensive, weniger empfindliche Erziehungs-systeme (z. B. Minimalschnitt Weinbau) ■ Biegen erst nach Eiseheiligen (Weinbau) ■ Frostreserven (-triebe, -ruten) belassen ■ Austriebsverzögerung im Weinbau durch „double pruning“ (doppelter Rebschnitt), Ölapplikationen oder eine helle Abdeckung des Bodens, die die Wärme reflektiert ■ Frostversicherung zum Ausgleich von Erlöseinbußen abschließen (Weinbau) ■ Luftumwälzung im Weinbau (z. B. durch Windrad oder Helikopter) ■ Aktive Zufuhr von Wärmeenergie durch Heizdraht oder Frostschutzkerzen
Entscheidungsgrundlagen	Klimakarten
Akteure	Landwirtschaft, Weinbau, Versicherungsgesellschaften
Synergien	Extensivere Erziehungs-systeme senken die Lohn- und Betriebskosten und sind auch gegenüber anderen Extremwetterlagen wie Hagel von Vorteil

Tab. 11 (Fortsetzung):
Vorbeugung und Abwehr von Spät-
frostschäden in der Landwirtschaft

Klimawirkung	Hitzebelastung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erträge und Qualitäten können unter der Sortenwahl leiden ■ Zum Teil hoher Aufwand in Verbindung mit hohen Kosten (siehe u.s. Website LWG für Kostenschätzung der Methoden und Vergleich unterschiedlicher Hersteller) ■ double pruning noch nicht praxistauglich, da die Reifeverzögerung zu stark ausfällt ■ Hoher Managementanspruch ■ Versicherungen können kostenintensiv sein und bieten keine Minderung bzw. Verhinderung der direkten Schäden und Verluste des Erntegutes, woraus negative Folgen hinsichtlich der Kundenbindung und Folgeschäden an den Pflanzen möglich sind
Finanzierung	Umstrukturierung und Umstellung von Rebflächen (Weinbauprogramm Teil A - WBA) https://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/057013/index.php aufgerufen am 28.07.2021
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung von Feldversuchen der LWG zur Prävention von Spätfrostschäden im Weinbau https://www.lwg.bayern.de/weinbau/087592/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Gömann, H. et al. (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Abschlussbericht.

Klimawirkung Hochwasser und hohe Grundwasserstände

Tab. 12:
Natürlicher Rückhalt

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Natürlicher Rückhalt
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Technischer Hochwasserschutz, Technische Schutzanlagen
LAWA Handlungsfeld HWRM	315 Planung und Bau von Hochwasserrückhaltmaßnahmen, 316 Betrieb, Unterhaltung und Sanierung von Hochwasserrückhaltmaßnahmen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_07, HW_08, HW_09, GF_05, GF_12, GF_16
Ziel	Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche und Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum, Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche der Einzugsgebiete
Anlass	Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	WHG; BayWG; WRRL; BAP 2030, FlurbG; LEP 7.2.5; Art. 7 Abs. 1 BayBO, § 1 Abs. 6 Nr. 12 (Belange des Hochwasserschutzes als Grundsatz der Bauleitplanung) i. V. m. § 9 Abs. 1 Nr. 16 (Festsetzungsmöglichkeiten in der Bauleitplanung) BauGB
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wiederaufforstung und Erhöhung von Waldflächenanteilen im Einzugsgebiet, Auwaldreaktivierung ■ Neubegründung von Auwald ■ Wiedervernässung von Feuchtgebieten, Moorschutzprojekte ■ Erhalt zusammenhängender Flächen entlang von Gewässern zum Biotopverbund, zur Hochwasservorsorge und zur Sicherung von Wasserressourcen ■ Aufbau abflussbremsender Landschaftsstrukturen mit Netz- und Verbundlage, Biotopverbundflächen; Natura 2000 Schutzgebietsmanagement ■ Gewinnung bzw. Reaktivierung natürlicher Rückhalte- und Überschwemmungsräume, z. B. durch Deichrückverlegungen
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewässerrenaturierung: Wiederanschluss von Geländestrukturen mit Retentionspotential (z. B. Altarme), Rückverlegung von Deichen und Dämmen, Entfernen von Uferverbau, Anhebung der Gewässersohle ■ Entsiegelung und Förderung der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung zur Verminderung der Überlastung und Überflutung der Kanalisation (siehe Tab. 29: Vorsorge gegen Überflutung aus der Kanalisation) ■ Freihalten von Flächen zur natürlichen Versickerung, Verzicht auf Bebauungen im Abflusskorridor und in Überschwemmungs-, Hochwasserbereichen, ggf. Entsiegelung ■ Umsetzung von multifunktionalen Flächenkonzepten z. B. Nachnutzungen auf Brachflächen oder Nutzung von Park- und Parkplatzflächen als Retentionsraum bei Hochwasser ■ Errichtung von Grabensystemen in bestehenden, vernässungsgefährdeten Siedlungsbereichen (Bestand) zur Förderung der Entwässerung ■ Maßnahmen aus dem Maßnahmenprogramm der EG-WRRL als Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahme in der Eingriffsregelung anerkennen (§15 BNatSchG) ■ (Inter-) kommunales Flächenmanagement; Nutzung der Flächen in Ausgleichspools und Maßnahmen von Ökokonten ■ Aufbau abflussbremsender Landschaftsstrukturen mit Netz- und Verbundlage, Biotopverbundflächen; Natura 2000 Schutzgebietsmanagement
Entscheidungsgrundlagen/Informationsquellen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Abflussprojektionen ■ Hochwassergefahren- und -risikokarten ■ Informationen zu ehemaligen Feuchtgebieten, Altarmen (z. B. historische Karten, Auenzustandsberichte)
Akteure	Land, Landkreise, Kommunen, Industrie und Gewerbe, Träger der überörtlichen Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz, Bürgerinnen und Bürger

Tab. 12 (Fortsetzung):
Natürlicher Rückhalt

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zusätzliche Grundwasserneubildung ■ Naturschutz- und Klimaschutzrelevanz von Feuchtgebieten ■ Wiederherstellung des natürlichen Bodenwasserhaushalts ■ Nährstoff- und Sedimentrückhalt ■ Förderung eines natürlichen Abflussregimes und somit Unterstützung der Zielerreichung der WRRL (häufig auch der FFH-Gebiete → somit Unterstützung Natura 2000-RL) und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie ■ Naherholung und Tourismus
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Siedlungsentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten und Gebieten mit hohen Grundwasserständen ■ Verlust angrenzender naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume und Lebensstätten geschützter Arten bei Gewässerprofilaufweitung und Deichrückverlegung (z. B. Brennen/Magerrasen, Altbäume für Spechte, Höhlenbrüter, Fledermäuse) ■ Finanzierung ■ Konkurrierende Flächennutzungen (z. B. Landwirtschaft) ■ Steigende Grundwasserspiegel in angrenzenden Gebieten
Praxisbeispiele	<p>Im Rahmen der Renaturierung der Isar bei München wurde das Flussbett erweitert, Hochwasserdeiche instandgesetzt und teilweise terrassenförmige, begehbare Ufer sowie Erholungsmöglichkeiten angelegt. https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/baureferat/freizeit-sport-natur/isar/isar-plan.html aufgerufen am 28.07.2021</p>
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2016): Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung statt Ableitung. https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_88_umgang_mit_regenwasser.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2015): Praxisratgeber für Grundstückeigentümer: Regenwasserversickerung – Gestaltung von Wegen und Plätzen. https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfw_was_00157.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ ARGE BAU (2016): Handlungsanleitung für den Einsatz rechtlicher und technischer Instrumente zum Hochwasserschutz in der Raumordnung, in der Bauleitplanung und bei der Zulassung von Einzelbauvorhaben https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/20160517_neufassung_handlungsanleitung_hochwasserschutz.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ MKULNV (2013): Leitfaden „Wirksamkeit von Artenschutzmaßnahmen“ für die Berücksichtigung artenschutzrechtlich erforderlicher Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen ■ Runge et al. (2010): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturvorhaben ■ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2017) Hochwasserangepasste Waldbewirtschaftung. Merkblatt Nr. 36

Tab. 13:
Flächenvorsorge

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Flächenvorsorge
EU-Aspekt HWRM	Vermeidung
EU-Maßnahmenart HWRM	Flächenvorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	301 Raumordnungs- und Regionalplanung, 302 Festsetzung von Überschwemmungsgebieten, 303 Bauleitplanung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_01, HW_02, HW_03, SE_03

Tab. 13 (Fortsetzung):
Flächenvorsorge

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Ziel	Durch vorausschauende städtebauliche Planungen sollen Hochwasserschäden bereits bei der Neuausweisung von Baugebieten vermieden werden. Hochwassergefährdete Flächen und Überschwemmungsbereiche sind nicht für eine Bebauung geeignet. Hochwasserangepasste Bauformen können im Bauplanungsrecht und bei Baugenehmigungen festgeschrieben bzw. Neubaugebiete können verhindert werden.
Anlass	Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	WHG; BayWG; Bauleitplanung; Maßnahmenplanung gemäß HWRM-RL
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ermittlung/Festsetzung Überschwemmungsgebiete ■ Hochwasserangepasstes Planen, Bauen, Sanieren ■ Keine Ausweisung von Bebauungsflächen in überschwemmungsgefährdeten Gebieten ■ Änderung/Fortschreibung von Bauleitplänen ■ Entfernung/Rückbau von hochwassersensiblen Nutzungen ■ Erhaltung und Wiederherstellung von Auwäldern und Bruchwäldern. ■ Erhaltung und Renaturierung von Mooren. ■ Angepasster landwirtschaftlicher Anbau (Grünland) ■ Umstellung von Öl- auf Gasheizung oder erneuerbare Energien ■ Bewusstseinsbildung (siehe Tab. 18: Verhaltensvorsorge, Informationsvorsorge)
Entscheidungsgrundlagen	Überschwemmungsgefährdete Gebiete, Überschwemmungsgebiete, Hochwassergefahren- und -risikokarten (HWRM-RL): UmweltAtlas Bayern https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 28.07.2021 Ereignisdokumentation
Akteure	Land, KVB, Kommunen
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flächen eignen sich als Grünflächen, Parks, Biotope usw. ■ Verbessertes Mikroklima ■ Wenn Nutzungsvorgaben landwirtschaftliche Flächen betreffen: Verminderung von Nährstoff- und PSM-Einträgen und somit Unterstützung der Zielerreichung der WRRL (häufig auch der FFH-Gebiete → somit Unterstützung Natura 2000-RL) und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Angespannter Wohnungsmarkt ■ Flächennutzungsdruck ■ Bestehende Rechte der Grundeigentümer
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verlegung landwirtschaftlicher Hofstellen im Zuge des Baus des Flutpolders Weidachwiesen (WWA Kempten) https://www.wwa-ke.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/iller/hwsoi/seifen/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ (Teil-) Absiedelung der Ortschaft Straß-Moos, Gemeinde. Burgheim, Landkreis Neuburg-Schrobenhausen (WWA IN) aus dem Überschwemmungsgebiet der Donau
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ OBB im StMI (2017): Planungshilfen für die Bauleitplanung https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/03500219.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Informationsportal für Kommunen https://www.hochwasserinfo.bayern.de/aktiv_werden/kommunen/einfuehrung/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerischer Gemeindetag (Hrsg.) (2003): Hochwasserschutz für Kommunen. Praxisratgeber. https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_handlungsfelder/vorsorge/doc/hws_kommunen.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Deutscher Städtetag (2015): Hochwasservorsorge und Hochwasserrisikomanagement. Positionspapier. ■ ARGE BAU (2016): Handlungsanleitung für den Einsatz rechtlicher und technischer Instrumente zum Hochwasserschutz in der Raumordnung, in der Bauleitplanung und bei der Zulassung von Einzelbauvorhaben https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/20160517_neufassung_handlungsanleitung_hochwasserschutz.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 14:
Ermittlung und Darstellung von vernässungs-
gefährdeten Flächen (Grundwasser)

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Ermittlung und Darstellung von vernässungsgefährdeten Flächen (Grundwasser)
EU-Aspekt HWRM	-
EU-Maßnahmenart HWRM	-
LAWA Handlungsfeld HWRM	-
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GB_02
Ziel	Die Ermittlung von Flächen mit geringem Grundwasserflurabstand, die ein Risiko für Beeinträchtigung durch hohe Grundwasserstände aufweisen und die Darstellung dieser Flächen in öffentlich zugänglichen Karten kann ggf. dazu beitragen, die Ausweisung von Baugebieten zu verhindern und Grundstückseigentümer zu informieren, damit diese Schutzmaßnahmen ergreifen können.
Anlass	Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen, im Winter steigende Grundwasserspiegel, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereitstellung von Grundlagendaten und Kartenmaterial ■ Informationsplattform über aktuelle Grundwasserverhältnisse und hohe Grundwasserstände
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Information und Beratung zu Vernässungsproblemen und Lösungen ■ Aufbau von kommunalen Grundwasser-Messnetzen zur aktuellen Information über hohe Grundwasserstände im Internet ■ Karten mit (minimalen) Grundwasserflurabständen ■ Informelle Darstellung von Flächen mit hohen Grundwasserständen in der Bauleitplanung, textliche Hinweise zu Nutzungseinschränkungen und Handlungsempfehlungen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Langjährige Messreihen von Grundwasserständen ■ Hohe Grundwasserstände in Bayern - Hinweiskarte 1: 500 000 aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Land, Kommunen
Synergien	Kartenerstellung „Hohe Grundwasserstände“ ergänzend zu den Hochwassergefahren- und -risikokarten
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ BWK (2003): Nutzungskonflikte bei hohen Grundwasserständen – Lösungsansätze, Statusbericht. ■ BWK-Arbeitsgruppe „Umgang mit hohen Grundwasserständen“ (2020): Umgang mit hohen Grundwasserständen / Prozesse, Lösungsansätze, Fallbeispiele. Vorgesehen zur Veröffentlichung als BWK-Fachinformationen. Entwurf, Version 174 ■ Hochwassernachrichtendienst-Grundwasser https://www.hnd.bayern.de/grundwasser aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 15:
Technischer Hochwasserschutz

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Technischer Hochwasserschutz
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Technischer Hochwasserschutz, Technische Schutzanlagen
LAWA Handlungsfeld HWRM	315 Planung und Bau von Hochwasserrückhaltemaßnahmen, 316 Betrieb, Unterhaltung und Sanierung von Hochwasserrückhaltemaßnahmen, 317 Deiche, Dämme, Hochwasserschutzwände, mobiler Hochwasserschutz, Dünen, Strandwälle
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_07, HW_08, HW_09
Ziel	Der technische Hochwasserschutz ist ein Handlungsfeld des Hochwasserrisikomanagements mit dem Ziel, Schäden durch Hochwasser von Siedlungsbereichen und wichtigen Infrastruktureinrichtungen abzuwehren. Technische Hochwasserschutzanlagen müssen ständig ordnungsgemäß gepflegt und gewartet werden. Die Konzepte des technischen Hochwasserschutzes sollten unter Berücksichtigung eines Klimaänderungsfaktors bei der Bemessung umgesetzt werden.
Anlass	Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	WHG; BayWG Art. 44, Abs. 2; Bayerisches Gewässer-Aktionsprogramm 2030 (BAP 2030)
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung/Neubau von Talsperren oder Hochwasserrückhaltebecken ■ Speicherbewirtschaftung ■ Einsatz von Flutpoldern ■ Unterhalt/Betrieb von Hochwasserschutzanlagen (z. B. Kontrolle und Reinigung von Rechen, Gittern, Räumung von Geröllfängen zum Rückhalt von Geschwemmsel und Treibgut, Beseitigung von Engstellen) ■ Überlastbare, resiliente Schutzsysteme und Konstruktionen (z. B. überströmungssichere Bauwerke)
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung/Neubau von lokal wirksamen Hochwasserschutzanlagen (z. B. Deiche, Mauern, mobile Hochwasserschutzwände) ■ Hochwasserangepasste Bauweise (siehe Tab. 16: Objektschutz) ■ Verstärkte Instandhaltung ■ Umleitung durch Flutmulden ■ Überlastbare, resiliente Schutzsysteme und Konstruktionen (z. B. überströmungssichere Bauwerke) ■ Unterhalt/Betrieb von Hochwasserschutzanlagen (z. B. Kontrolle und Reinigung von Rechen, Gittern, Räumung von Geröllfängen zum Rückhalt von Geschwemmsel und Treibgut, Beseitigung von Engstellen)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überschwemmungsgefährdete Gebiete, Überschwemmungsgebiete, Hochwassergefahren- und -risikokarten (HWRM-RL): UmweltAtlas Bayern https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Ereignisdokumentation ■ Einsatz-, Warn- und Notfallpläne ■ Priorisierung von Hochwasserschutzvorhaben auf Grundlage des Schadenspotentials und der Baukosten (Nutzen <-> Kosten)
Akteure	Land, Kommunen, Anlagenbetreiber
Synergien	-
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Naturschutz ■ Konkurrierende Flächennutzungen (z. B. Landwirtschaft; Forstwirtschaft; Infrastruktur) ■ Grundsätzliches Freihalten von Gebieten für den natürlichen Wasserrückhalt
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hochwasserschutzstrategie Regensburg: Städtischer Sofortschutz HW20 im Vorgriff auf den staatlichen Hochwasserschutz HW100 (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.8) ■ Flutpolder Riedensheim (Landkreis Neuburg-Schrobenhausen) und Katzau (Landkreise Pfaffenhofen und Eichstätt) https://www.wwa-in.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/riedensheim/index.htm https://www.wwa-in.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/katzau/index.htm aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 15 (Fortsetzung):
Technischer Hochwasserschutz

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus (2014) ■ Umweltatlas Bayern: Naturgefahren (Hochwassergefahrenflächen und Überschwemmungsgebiete) https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie

Tab. 16:
Bauvorsorge (Objektschutz)

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Bauvorsorge (Objektschutz)
EU-Aspekt HWRM	Vermeidung
EU-Maßnahmenart HWRM	Bauvorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	307 Objektschutz
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GB_02
Ziel	Vorhandene Nutzungen an das Hochwasserrisiko anpassen oder bauliche Vorkehrungen treffen, um das Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern oder Schäden durch eindringendes Wasser zu reduzieren. Gefährdungen können neben Flusshochwasser und Grundwasser auch durch wild abfließendes Wasser (Oberflächenabfluss) oder Rückstau in der Kanalisation entstehen (siehe auch Handlungsfeld Starkregen und Sturzfluten).
Anlass	Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen, im Winter steigende Grundwasserspiegel, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	Pflicht zur Eigenvorsorge (§5 Abs. 2 WHG)
Umsetzung	<p>Ausweichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Festsetzung bauleitplanerischer Vorgaben zum hochwasserangepassten Bauen gemäß §9 Abs. 16 c BauGB und die Aufnahme von Hinweisen zur hochwasserangepassten Bauweise in die Bebauungspläne (z. B. Ausschluss von Kellern oder Vorgaben zur Höhenlage baulicher Anlagen wie Fußbodenoberkanten und Kellerschächten) ■ Hochwasserangepasste Bauweise (vgl. Hochwasserschutzfibel, DIN 18195 i.V.m. DIN 18533 und 18534) <p>Widerstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Rückstausicherung Kanal (siehe Tab. 29: Vorsorge gegen Überflutung aus der Kanalisation) ■ Einsatz von Schotten an Fenstern und Türen zur Verhinderung des Einströmens des Wassers ■ Grundstückseinfriedungen, Mauer, Hochwasserschutzwände (sinnvoll nur bei gleichzeitigem ausreichendem Schutz gegenüber eindringendem Grundwasser und Rückstauwasser aus der Kanalisation → vgl. Verbot von Mauern, Wällen, etc., die den Wasserabfluss behindern können, in festgesetzten Ü-Gebieten (§78a Abs. 1 WHG) ■ Kellerabdichtung <p>Anpassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzung der hochwassergefährdeten Gebäude (-teile) an Schadensrisiko anpassen ■ Sicherung bereits bestehender Heizungsanlagen und Öltanks im Keller gegen Auftrieb und Wasserdruck
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Karten mit Grundwasserflurabständen/vernässungsgefährdeten Gebieten ■ Überschwemmungsgefährdete Gebiete, Überschwemmungsgebiete, Hochwassergefahren- und -risikokarten (HWRM-RL): UmweltAtlas Bayern https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Ereignisdokumentation ■ Bemessungsgrundwasserstände (vgl. BWK M8) ■ Empfehlungen in Leitfäden der Kommunen ■ DIN 1986, DIN 18195 i.V.m. DIN 18533 und 18534, DIN 4095, DIN EN 12056, DIN EN 13564

Tab. 16 (Fortsetzung):
Bauvorsorge (Objektschutz)

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Akteure	Privatpersonen, Kommunen
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ebenso Schutz bei Überflutungsgefährdung durch Starkregen/Sturzfluten ■ Relativ einfache Umsetzung bei Neubauten ■ Kostengünstige Ergänzung von Maßnahmen im öffentlichen Raum
Abwägungsbedarf	Komplizierte technische Herausforderung bei Nachbesserungen im Bestand -> Kosten
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bauvorsorge in der Passauer Ilzstadt – Verlagerung der Wohnräume in die oberen Stockwerke. ■ Objektschutzmaßnahmen im Zuge des Hochwasserschutzes für Kloster Weltenburg
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2016): Hochwasser-Eigenvorsorge: Fit für den Ernstfall. https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00044.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Präsentation des WWA Rosenheim zur Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte in der Bauleitplanung: https://www.wwa-ro.bayern.de/service/arbeitshilfen/doc/bauleitplanung_wwa.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Informationsportal des StMUV für Bürgerinnen und Bürger zum Hochwasserschutz https://www.hochwasserinfo.bayern.de/aktiv_werden/buerger/einfuehrung/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (o. J.): Klimawandel in Stadtentwässerung und Stadtentwicklung. Methoden und Konzepte. KISS, S. 72ff ■ BMUB (2015): Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge ■ Stadt Karlsruhe Tiefbauamt (2010): Schutz vor Kellerüberflutung

Tab. 17:
Freiwillige Kooperationen

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Freiwillige Kooperationen
EU-Aspekt HWRM	Strategisch-konzeptionell
EU-Maßnahmenart HWRM	Strategisch-konzeptionell
LAWA Handlungsfeld HWRM	506 Freiwillige Kooperationen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	WA_01
Ziel	Ziel der Maßnahme ist der Zusammenschluss von Kommunen, Fachverwaltungen und Institutionen innerhalb eines Einzugsgebiets zur Stärkung des Hochwassergefahrenbewusstseins, zur Weitergabe von Erfahrungen in der Vorsorge und zum Aufbau von Netzwerken verantwortlicher Institutionen. Es soll ein systematisches Zusammenwirken von Betroffenen erreicht werden.
Anlass	Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Beteiligung von Interessierten bei der Maßnahmenplanung ■ Gemeinsame Plausibilisierung der Hochwassergefahrenkarten
Entscheidungsgrundlagen/Informationsquellen	Überschwemmungsgefährdete Gebiete, Überschwemmungsgebiete, Hochwassergefahren- und -risikokarten (HWRM-RL): UmweltAtlas Bayern https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Land, Kommunen, Unternehmen, Bürgerinitiativen, Zweckverbände, Bildungsträger

Tab. 17 (Fortsetzung):
Freiwillige Kooperationen

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Initiierung von privaten Vorsorgemaßnahmen bei der Bevölkerung durch die Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung ■ Bessere Koordination des Katastrophenschutzes bei Eintritt eines Extremereignisses
Abwägungsbedarf	Interessenskonflikte zwischen Gemeinden
Praxisbeispiele	Zweckverband Hochwasserschutz Gennach-Hühnerbach
Quellen, weiterführende Informationen	LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 18:
Verhaltensvorsorge,
Informationsvorsorge

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Verhaltensvorsorge, Informationsvorsorge
EU-Aspekt HWRM	Vorsorge, Strategisch-Konzeptionell
EU-Maßnahmenart HWRM	Informationsvorsorge, Verhaltensvorsorge, Strategisch-Konzeptionell
LAWA Handlungsfeld HWRM	322 Hochwasserinformation und Vorhersage, 325 Aufklärung, Vorbereitung auf den Hochwasserfall, 503 Informations- und Fortbildungsmaßnahmen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_11, HW_14, KS_03, KS_08
Ziel	Auf künftige Ereignisse besser vorbereitet zu sein und diese besser bewältigen zu können. Betrifft alle Akteure im Hochwasserrisikomanagement.
Anlass	Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen, im Winter steigende Grundwasserspiegel, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	§5 Abs. 2 WHG, BAP 2030
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weiterhin Einbezug von klimawandelspezifischen Themen in Schul- und Ausbildungslehrpläne ■ Fortbildungen, Ausbildung von und Übungen mit Rettungskräften ■ Informationsveranstaltungen, -kampagnen ■ Merkblätter, Leitfäden, Checklisten ■ Informations- und Warndienste ■ Ereignisdokumentation ■ Beratung von kommunalen Stellen (z. B. Hochwasseraudit) ■ Förderprogramme zur Eigenvorsorge ■ Beratungsangebot (Risikodialog) im Zuge der Aufstellung und Fortschreibung von Hochwasserrisikomanagement-Plänen

Tab. 18 (Fortsetzung):
Verhaltensvorsorge,
Informationsvorsorge

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fortbildungen, Ausbildung von und Übungen mit Rettungskräften ■ Hochwassermarken, die an vergangene Hochwasserereignisse erinnern ■ Aufstellen von Alarm- und Einsatzplänen ■ Planung von Hilfsmaßnahmen für den Notfall ■ Information/Fortbildung zum Thema HW-Vorsorge in der Bauleitplanung (Stadtplaner, Ingenieurbüros) ■ Informationen/Fortbildung zum Thema hochwasserangepasstes Bauen ■ Vorbereitung auf eine Evakuierung mit Notfallgepäck: wichtige Medikamente und Dokumente, Wechselkleidung, Taschenlampe, ausreichend Wasser ■ Sich generell über das Hochwasserrisiko und mögliche Gefährdungen am Wohnort informieren. ■ Informationen bei der Kommune über das örtliche Hochwasserrisiko und hohe Grundwasserstände einholen vor dem Kauf oder dem Anmieten einer Immobilie oder eines Grundstückes ■ Hochwassermarken, die an vergangene Hochwasserereignisse erinnern ■ Vor Ort Veranstaltungen zur Bewusstseinsbildung für Betroffenheit und private Vorsorgemaßnahmen ■ Beratungsangebot durch das örtliche WWA (Risikodialog) im Zuge der Aufstellung und Fortschreibung der Hochwasserrisikomanagement-Pläne
Entscheidungsgrundlagen/Informationsquellen	<ul style="list-style-type: none"> ■ StMI (ohne Jahr): Arbeitshilfe zum Vorgehen bei der „Aufstellung bzw. Fortschreibung von Alarm- und Einsatzplänen für den koordinierten Einsatz der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und weiterer relevanter Akteure während und nach einem Hochwasser durch die Gemeinden“ https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_handlungsfelder/bewaeltigung/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Überschwemmungsgefährdete Gebiete, Überschwemmungsgebiete, Hochwassergefahren- und –risikokarten (HWRM-RL): UmweltAtlas Bayern https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Informations- und Warndienste www.naturgefahren.bayern.de aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Bürgerinnen und Bürger, Kommunen, Katastrophenschutzbehörden, Länder
Synergien	Grundlage für die Akzeptanz vieler weiterer Maßnahmen
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	<p>Im Rahmen der Initiative „Hochwasser.Info.Bayern“ der bayerischen Wasserwirtschaft wurde die Informationskampagne „... und HOCHWASSERSCHÜTZER“ gestartet. Die Kampagne verdeutlicht, dass Hochwasserschutz eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe ist, zu der jeder einzelne einen Beitrag leisten und die nur durch die gemeinsamen Anstrengungen verschiedenster Akteure erfolgreich gestaltet werden kann. Botschafter der Kampagne sind engagierte Menschen aus verschiedenen Teilen der Gesellschaft, die sich privat oder beruflich vorbildlich für den Hochwasserschutz in Bayern einsetzen. Beispielsweise durch ein hochwasserangepasstes Planen und Bauen, Engagement im Katastrophenschutz oder durch den Abschluss von Elementarschadensversicherungen. Zu den Botschaftern gehören unter anderem Akteure aus der Landwirtschaft, dem Naturschutz, der Feuerwehr, der Stadt- und Landschaftsplanung, dem Baugewerbe, aber auch aus der Bevölkerung, aus Unternehmen und Kommunalpolitik.</p> <p>https://www.hochwasserinfo.bayern.de aufgerufen am 28.07.2021</p>
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informationsportal des StMUV für Bürgerinnen und Bürger, Architekten und Hausbesitzer, Kommunen, Gewerbe, Landwirtschaft sowie Stadt- und Regionalplaner zum Hochwasserschutz https://www.hochwasserinfo.bayern.de/aktiv_werden/uebersicht/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2012): Hinweise zur Deichverteidigung und Deichsicherung https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00050.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 19:
Private Risikovorsorge

Klimawirkung	Hochwasser und hohe Grundwasserstände
Klimaanpassungsmaßnahmen	Private Risikovorsorge (Versicherungen, Rücklagenbildung)
EU-Aspekt HWRM	Vorsorge
EU-Maßnahmenart HWRM	Risikovorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	326 Versicherungen, finanzielle Eigenvorsorge
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	F_01, F_06, GB_08
Ziel	Überflutungen und hohe Grundwasserstände können finanzielle und materielle Schäden verursachen. In diesem Sinne wird eine private Versicherung und Rücklagenbildung als finanzielle Absicherung im Schadensfall empfohlen.
Anlass	Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen, im Winter steigende Grundwasserspiegel, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Versicherungsschutz (Elementarschaden) ■ Dokumentation aller entstandenen Schäden unmittelbar nach dem Ereignis als Nachweis für die Versicherung ■ Besuch von Informationsveranstaltungen ■ Eigene finanzielle Rücklagen
Entscheidungsgrundlagen/Informationsquellen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überschwemmungsgefährdete Gebiete, Überschwemmungsgebiete, Hochwassergefahren- und -risikokarten (HWRM-RL): UmweltAtlas Bayern https://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/ aufgerufen am 18.10.2018 ■ Nicht zuletzt im Hinblick auf die sich ändernden und zunehmenden Naturgefahren ist es oberstes Ziel der Staatsregierung, die Versicherungsquote bei Elementarschäden signifikant zu erhöhen. Um diesem Bestreben Nachdruck zu verleihen, wird der Freistaat Bayern ab dem 1. Juli 2019 keine finanziellen Unterstützungen mehr in Form von Soforthilfen nach Naturkatastrophen gewähren. Unbeschadet davon bleiben Härtefallregelungen im Einzelfall
Akteure	Privatpersonen, Eigentümerinnen und Eigentümer, Unternehmen
Synergien	Finanzielle Rücklagen sind flexibel einzusetzen
Abwägungsbedarf	Kosten Versicherung
Praxisbeispiele	Durch die Öffentlichkeitskampagne „Voraus denken – elementar versichern“ sollen Immobilieneigentümer in Bayern hinsichtlich der Gefahren und Risiken von Elementarschadenereignissen sensibilisiert sowie über die Möglichkeiten und die Notwendigkeit eines Versicherungsschutzes informiert werden. Die Kampagne wird von der Bayerischen Staatsregierung in Zusammenarbeit mit der Versicherungswirtschaft durchgeführt. https://www.elementar-versichern.de/ aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2016): Hochwasser-Eigenvorsorge: Fit für den Ernstfall. UmweltWissen. ■ LAWa (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Siehe auch:

Tab. 28: Vorsorge

Tab. 47: Sicherung der Trinkwasserqualität im Leitungsnetz

Klimawirkung Starkregen und Sturzfluten

Tab. 20:
Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Natürlicher Wasserrückhalt
LAWA Handlungsfeld HWRM	313 Natürlicher Wasserrückhalt in Siedlungsgebieten
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_06, GF_08, GF_09, GF_11, GF_12
Ziel	Zur Minderung der Überflutungsgefahr bei Starkregen tragen auch Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung bei. Grundsätzliches Ziel ist, die natürlichen Verhältnisse bei Versickerung, Verdunstung und Oberflächenabfluss möglichst wenig zu beeinflussen. Durch eine Erhöhung der Versickerung sowie eine Rückhaltung in bebauten Bereichen mit dezentralen Anlagen (ggf. durch kombinierte Nutzung von Verkehrs- und Freiflächen auch für Zwecke des Überflutungsschutzes) kann der Oberflächenabfluss verringert werden. Das Retentionspotenzial für Regenwasser soll umfassend genutzt und Flächenvorsorge betrieben werden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen und Erosion
Umsetzungsgrundlage	§ 55 Abs. 2 WHG; BayWG; BauGB; AP2020plus
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Festsetzungen für die Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB): Sickerschacht, Mulden, Rigolen, Mulden-Rigole, Flutmulde ■ Festsetzungen für Flächen für die natürliche Versickerung des Niederschlagswassers zugunsten des Hochwasserschutzes (§ 9 Abs. 1 Nr. 16 d BauGB) ■ Bestrebungen zur Entsiegelung (§ 7 Abs. 1 BayBO; § 179 BauGB - Rückbau- und Entsiegelungsgebot; § 12 Abs. 4 ,5 und 6 sowie § § 14 BauNVO) ■ Maßnahmen zur Abkopplung von Außengebietswasser ■ Schadlose Ableitung des Regenwassers und Einleitung in Gewässer z. B. über Notabflusswege oder das Straßenprofil ■ Integration von Zisternen oder Regenauffangbecken bei Hausplanungen, um Regenwasser vor dem Austritt an die Oberflächen aufzufangen ■ Regenrückhaltebecken ■ Dachbegrünung ■ Multifunktionale Nutzung öffentlicher/privater Flächen ■ Anpassung und Bemessung von Misch- und Regenwasserkanälen ■ Berücksichtigung bei der Bebauungsplanung von natürlichen Wasserscheiden, möglichen Zuflüssen von angrenzenden Gebieten, Fließwegen innerhalb des Plangebietes und natürlichen Überflutungsgebieten
Entscheidungsgrundlagen/Informationsquellen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ermittlung von Fließwegen bei Starkregen ■ Überschwemmungsgefährdete Gebiete ■ Sickerfähigkeit des Untergrundes ■ Grundwasserbeeinflusste Bodentypen ■ Ehemalige Gewässerläufe ■ Geländehohlformen ■ Flurbezeichnungen und Straßennamen (ggf. Informationen über ehemalige Gewässerläufe z. B. „In der Aue“) ■ Normen: DIN EN 12056 (Planung und Bemessung von Entwässerungsanlagen); DWA-A 118 (Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen); DIN EN 752 (Anforderungen an Entwässerungsanlagen); DWA-A138 (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser)
Akteure	Kommunen, Immobilieneigentümerinnen und -eigentümer, Architektinnen und Architekten

Tab. 20 (Fortsetzung):
Dezentrale Regenwasser-
bewirtschaftung

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Synergien	Attraktivere Flächengestaltung; mehr Grundwasserneubildung; Stadtklima
Abwägungsbedarf	Flächenverlust bei Neubaugebieten; Nutzungsansprüche an Straßen und Freiflächen; Beeinträchtigung der Barrierefreiheit; ggf. optisch-gestalterische Einbußen; administrative Widerstände gegen Abkopplungen;
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gesplittete Abwassergebühren (getrennte Gebühren für die Beseitigung von Schmutz- und Niederschlagswasser) ■ Förderung von Dachbegrünungen ■ Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWAs 2016)
Praxisbeispiele	<p>Auf dem Gelände der Fa. Skywalk GmbH wird das gesamte Niederschlagswasser vor Ort oberflächlich in Gräben, Mulden und Teichen versickert. Damit entstand eine dynamische Trocken-Wasserlandschaft, die im schlechtesten Fall das gesamte Regenwasser von 1.000 m² Dach- und den rund 1.000 m² Parkflächen aufnehmen muss. Zudem wurde durch die strukturreiche Gestaltung und die artenreiche Bepflanzung mit Wildpflanzen eine attraktive Grünfläche für die Mitarbeiter geschaffen.</p> <p>https://www.umweltpakt.bayern.de/wasser/praxisbeispiele/ aufgerufen am 28.07.2021</p>
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ BBK (2017): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ Ibh, WBW (2013): „Starkregen – was können Kommunen tun?“ ■ DWA-Themenheft T1/2013 „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“ (kostenpflichtig, ca. 55 €), DWA/BWK ■ Deutscher Städtetag (2015): Starkregen und Sturzfluten in Städten. Eine Arbeitshilfe. ■ LfU (2016): Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung statt Ableitung ■ LfU (2009): Merkblatt Nr. 4.3/3 „Bemessung von Misch- und Regenwasserkanälen Teil 1: Klimawandel und möglicher Anpassungsbedarf“ http://starkgegenstarkregen.de/was-können-kommunen-tun/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Hecht et al. (2014): Institutionelle Strukturen und Anpassung an Klimawandelfolgen – Analyse von aktorsbezogenen Anpassungsanreizen und -defiziten am Beispiel der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. Dynaklim – Publikation Nr. 58 ■ BMUB (2017): Weißbuch Stadtgrün ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 21:
Erarbeitung eines integralen Konzeptes zum
kommunalen Sturzflut-Risikomanagement

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Erarbeitung eines integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement
EU-Aspekt HWRM	Strategisch-konzeptionell
EU-Maßnahmenart HWRM	Strategisch-konzeptionell
LAWA Handlungsfeld HWRM	511 Unterstützung eines kommunalen Starkregenrisikomanagements
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Den Kommunen kommt beim Sturzflut-Risikomanagement, d. h. bei der Reduktion der negativen Auswirkungen von Wassergefahren an den Gewässern dritter Ordnung und bei wild abfließendem Wasser eine zentrale Rolle zu. Integrale Konzepte zum Risikomanagement sollen den Kommunen Möglichkeiten zur Vermeidung, Vorsorge, Ereignisbewältigung und Nachsorge aufzeigen. Die Kommunen können mithilfe dieses interdisziplinären Konzeptes ein in der Gesellschaft breit gefächertes Sturzflut-Risikomanagement initiieren. Es werden hierbei Gefahren und Risiken ermittelt, lokale Schutzziele definiert und örtlich spezifische Schutzmaßnahmen aufgezeigt. Absehbare ortsplanerische Entwicklungen und die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie sind dabei auch zu berücksichtigen. Gleichermaßen sollten weitere Entwicklungen an die Erkenntnisse und Festlegungen dieses Konzeptes angepasst erfolgen (z. B. Bauleitplanung).

Tab. 21 (Fortsetzung):
Erarbeitung eines integralen Konzeptes zum
kommunalen Sturzflut-Risikomanagement

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenerereignissen und Erosion
Umsetzungsgrundlage	BAP2030; LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement; Verknüpfung mit Zielen des Hochwasserrisikomanagement gem. HWRM-RL
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bestandsanalyse ■ Gefahrenermittlung ■ Gefahren- und Risikobeurteilung ■ Konzeptionelle Maßnahmenentwicklung ■ Integrale Strategie zum kommunalen Sturzflutrisikomanagement
Datengrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Auswertung bisheriger Starkregenerereignisse anhand von Feuerwehreinsätzen, Presseberichten und anderen Aufzeichnungen ■ Analyse der topographischen Gegebenheiten (DHM) und der Landnutzung zur Identifizierung von Geländetiefpunkten, Fließwege und Flutmulden, der Abflussrauigkeit und -bremsung, Zuflüssen von Außengebieten; ■ Analyse des örtlichen Niederschlagsgeschehens zur Ermittlung von besonderen Auffälligkeiten im zeitlichen und räumlichen Auftreten von Niederschlägen ■ Analyse des Entwässerungssystems und der Gewässer zur Ermittlung des Abflussverhaltens befestigter und unbefestigter Flächen ■ Analyse der Bebauungsstruktur und Infrastruktur hinsichtlich der Bebauungsdichte und des Versiegelungsgrades, der Verfügbarkeit von Freiflächen und Anordnung, Höhenlage und Gestaltung der Gebäude; Bewertung und grobe Kategorisierung nach möglichen Schäden
Akteure	Kommunen, kommunale Zweckverbände, Gewässerunterhaltungspflichtige
Synergien	Erstellung der Starkregengefahren- und risikokarten als eigener Datensatz ergänzend zu den Hochwassergefahren- und risikokarten
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	Sonderprogramm nach Nr. 2.4 RZWas 2016 „Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement“
Praxisbeispiele	<p>Die „Allianz Kissinger Bogen“ (Gemeinde Nüdlingen, der Markt Oberthulba, der Markt Bad Bocklet und der Markt Burkardroth im Landkreis Bad Kissingen) haben 2018 eine Förderung aus dem Programm „Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement“ erhalten.</p> <p>Weitere geförderte Kommunen in Bayern sind: Abensberg, Ergoldsbach, Fraunberg, Landshut, Traunstein, Vilsbiburg, Wolfratshausen, Wörth..</p>
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ StMUV (2017): Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement. Infoblatt zum Sonderprogramm nach Nr. 2.4 RZWas 2016 ■ LfU-Informationen zu Starkregen: https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risiko_umgang/starkregen_und_sturzfluten/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ Ibh, WBW (2013): „Starkregen - was können Kommunen tun?“ ■ Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2015): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“: Ein Handbuch für Bürger und Kommunen : Bürgerinformation. ■ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg ■ Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten. Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. August 2013 (T1/2013). ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ LAWA (2018): LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement ■ Deutscher Städtetag (2015): Starkregen und Sturzfluten in Städten. Eine Arbeitshilfe Starkregen und Sturzfluten in Städten: Deutscher Städtetag (staedtetag.de) aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 22:
Pufferstreifen gegen Fein-
sedimenteintrag

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Pufferstreifen gegen Feinsedimenteintrag
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Natürlicher Wasserrückhalt
LAWA Handlungsfeld HWRM	311 Natürlicher Wasserrückhalt in der Gewässeraue
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_05
Ziel	Zur Verminderung der Kolmation bzw. Versandung der Gewässersohle durch verstärkt auftretende Starkregeneignisse in Verbindung mit Bodenerosion sollten Ufer- und Pufferstreifen gefördert werden. Diese bremsen das von landwirtschaftlichen Flächen abfließende Wasser ab, so dass sich abgeschwemmte Bodenteilchen auf dem Randstreifen ablagern können. Feinsedimente sowie daran partikelgebundene Stoffe (z. B. Phosphor) werden meist über Oberflächenabfluss in die Gewässer eingetragen und können vor allem durch begrünte Streifen entlang der Gewässer, aber auch durch entsprechende Geländestrukturen zur Sedimentation gebracht und mit hohem Wirkungsgrad aus den Gewässern ferngehalten werden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregeneignissen und Erosion
Umsetzungsgrundlage	WRRL
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Begrünung der Gewässerrandstreifen und von Abflussmulden („grassed waterways“) ■ Aufwallungen in Auenbereichen ■ Festlegungen im Gewässerentwicklungskonzept aufnehmen
Datengrundlagen	Ermittlung von Fließwegen bei Starkregen
Akteure	Kommunen, Gewässerunterhaltungspflichtige, private Akteure
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schaffung von wertvollen Lebensräumen für den Naturschutz und die Gewässerökologie, z. B. durch Zulassen von Seitenerosion ■ Ziele WRRL ■ Bodenschutz, Verminderung der Erosion des Bodens durch Wasser
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausreichend verfügbare Fläche am Gewässerrand notwendig ■ Eventuell nicht mit Naturschutzziele in Auen vereinbar; ggf. Akkumulation von Schadstoffen im Ufer
Finanzierung	Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWAs 2016)
Praxisbeispiele	In der Gemeinde Bodenkirchen wurden im Rahmen des Projektes „boden:ständig“ Uferschutzstreifen angekauft oder von den Anliegern (nach erfolgreicher Überzeugungsarbeit) freiwillig zur Verfügung gestellt. Anschließend erfolgte eine Verbesserung der Gewässerstruktur unter anderem durch Uferabflachungen und Uferaufweitungen sowie eine extensive Nutzung der Uferstreifen zur Abpufferung von Stoffeinträgen. https://www.boden-staendig.eu/projekte/bodenkirchen aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Arbeitshilfe „Zu viel Feinmaterial in den Gewässern: Was kann die Gemeinde tun?“ https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/feinmaterialeintrag/doc/arbeitshilfe_feinmaterial.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2013): Merkblatt Nr. 5.1/3 „Gewässerentwicklungskonzepte (GEK)“, Stand 15. November 2013“ ■ LfU, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2012): Gewässerunterhaltung – der richtige Umgang mit dem Hochwasser ■ LfU (2018): Arbeitshilfe „Gewässerunterhaltung innerorts. Anforderungen und Chancen“ ■ LAWa (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 23:
Bodenschutz/Erosionsschutz

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Bodenschutz/Erosionsschutz
EU-Aspekt HWRM	Vermeidung
EU-Maßnahmenart HWRM	Flächenvorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	304 Angepasste Flächennutzung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_03, PW_08, PW_25, BS_01-04, BS_07, HW_04
Ziel	Um das Wasserhaltevermögen des Bodens und damit die wirtschaftlichen Erträge zu sichern, ist es wichtig landwirtschaftlich genutzte Böden vor Abtrag durch Erosion und vor Verdichtung zu schützen. Gute Wasserspeichereigenschaften des Bodens werden außerdem durch einen hohen Humusanteil begünstigt und verringern den Bewässerungsbedarf. Es handelt sich hierbei um Maßnahmen der "guten fachlichen Praxis" in der Landwirtschaft.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen mit erhöhter Gefahr der flächenhaften Bodenabtragung
Umsetzungsgrundlage	ESchV, BBodSchG; BBodschV; BayBodSchG; BNatSchG; BayNatSchG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vermeidung von Bodenverdichtung (siehe Tab. 58: Bodenwasserhaushalt erhalten und verbessern) ■ Humusanreicherung durch konservierende Bodenbearbeitung ■ Belassen von Ernterückständen auf der Fläche ■ Vermeidung von Trittschäden und Überweidung ■ Aufweitung der Fruchtfolge, Verzicht auf Hackfruchtanbau ■ Möglichst ganzjährige Begrünung durch Zwischen- und Winterfrucht und v. a. Sicherstellung von Bewuchs in kritischen Sommermonaten ■ Bewirtschaftung quer zum Hang, Vermeiden hangabwärts gerichteter Bearbeitung, insbesondere Fahrspuren (Querbewirtschaftung, einsetzbar bis ca. 15 % Neigung) ■ Anlage und Bewirtschaftung von Querdämmen bei flachen Ackerflächen v. a. im Kartoffelanbau ■ Konservierende Bodenbearbeitung (Mulchsaat, minimale Bearbeitung, Streifenbearbeitung/-lockerung) ■ Anlage von Strukturelementen (z. B. Hecken, Gehölzpflanzen, Raine, Ackerrandstreifen, begrünte Abflussmulden) in Netz- und Verbundlage ■ Neubegründung von Auwald ■ Anbau einer temporären Untersaat, Mais-Mulchsaat ohne oder mit reduzierter Saatbettbereitung ■ Abwechselnder streifenförmiger Anbau unterschiedlicher Kulturen ■ Anlage von Grünstreifen in abflusskritischen Bereichen als Erosionsschutzstreifen hangparallel am Rand oder innerhalb des Schrages ■ Gezielter Wasserrückhalt in der Fläche (Mulden, Ponds, Kleinstauräume, natürliche Geländesenken nutzen) ■ Rückhaltungsorientierte Waldbewirtschaftung (Vermeidung von Kahllagen, gezielte Aufforstung brachliegender und abflussrelevanter Flächen, Etablierung laubbaumreicher Mischbestände, bodenschonende Holzernte) ■ Konsequenter Ersatz von Mais durch andere, weniger erosionsanfällige Kulturen wie grünes Feldfutter, mehrjährige Energiepflanzen (Silphie) ■ Verkürzung der erosiven Hanglänge, Schlagteilung, Anlegen von Barrieren (Grünstreifen, Strukturelemente, Kleinterrassen) ■ Fahrgassenbegrünung, ggf. in Intervallen ■ Fruchtartenwahl je nach potenzieller Erosionsgefährdung; Aufstellen von einzugsgebietsbezogenen Anbauplanungen (optimieren der Kulturartenverteilung) ■ Verzicht auf Winterfurche mit Belassen der Stoppeln bis zum Frühjahr ■ Zuführen organischer Substanz und ggf. Kalken (Erhaltung der Bodenstruktur, hohe Gefügestabilität, hohe Wasserspeicherfähigkeit, positive Effekte auf Bodenorganismen) ■ Dauerbegrünung von Hangmulden und Tiefenlinien bzw. Abflussbahnen, in denen bei Starkregen unkontrolliert abfließendes Wasser entsteht

Tab. 23 (Fortsetzung):
Bodenschutz/Erosions-
schutz

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Umsetzung (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verzicht der Umwandlung von Dauergrünland in Acker und zur Narbenerneuerung mit wendender Bodenbearbeitung auf besonders gefährdeten Flächen ■ Anlage von Hecken, Feldgehölzen, Waldflächen auf besonders gefährdeten Flächen ■ Wiederherstellung von in Ihrer Schutzfunktion beeinträchtigten Bergwäldern (Schutzwaldsanierung, Schutzwaldpflege) ■ Rückbau von nicht mehr benötigten Linienelementen, die die Erosion fördern können (z. B. Wege, Rückegassen in Falllinie des Geländes) ■ Grünlandnutzung bei stark erosionsgefährdeten Hängen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erosionsmonitoring ■ „Gute fachliche Praxis“ in der Düngeverordnung ■ Pläne von schon vorhandenen Fahrspuren ■ Programm der LfL zur Berechnung des Bodenabtrages: „ABAG interaktiv“: https://www.lfl.bayern.de/appl/abag_interaktiv/ aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Landwirtinnen und Landwirte, Landwirtschaftsverbände, Forstämter, Naturschutz, Kommunen
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nährstoffversorgung ■ Gewässerschutz, Zielerreichung WRRL ■ Hochwasserschutz durch bessere Retentionswirkung/Windschutz (weniger Verdunstung, Winderosion) ■ Bodenschutz (Humusgehalt, Standfestigkeit, C-Speicher) ■ Gewässerbelastung und Niedrigwasserproblematik (Verstopfung von Kanalisation, Wasserkraftanlagen, Kläranlagen; Gewässerqualität) ■ Biodiversität (Habitatschaffung/-erhalt durch Strukturdiversifizierung); positive Effekte auf Bodenorganismen
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ „Greening“-Maßnahmen ■ Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) ■ Im Einzelfall Vertragsnaturschutzprogramm bzw. Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinien ■ Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz, Förderbereich 5; Forsten (GAK): naturnahe
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Verwaltung für Ländliche Entwicklung hat die Initiative „boden:ständig“ zum Boden- und Gewässerschutz gestartet, in der engagierte Gemeinden und Landwirte gemeinsam aktiv werden und die notwendige Unterstützung bekommen. https://www.boden-staendig.eu/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Informationen LfL und LWG für Spargelanbauer über Problematik der Bodenerosion im Spargelanbau und mögliche Gegenmaßnahmen https://www.lwg.bayern.de/gartenbau/gemuesebau/163410/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Die LfL untersuchte im Zeitraum 2009–2014 die Technik für Regelspurverfahren (Controlled Traffic Farming – CTF) auf drei Versuchsbetrieben. Die Vorteile einer intakten Bodenstruktur zeigten sich auf den unbefahrenen Flächenanteilen mit höheren Maiserträgen und einem Potenzial an besserem Wasseraufnahmevermögen und höherem Erosionsschutz. https://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/marktfruchtanbau/025089/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Pilotprojekt „Becherpflanze“ der Regierung von Oberfranken wird als Alternative für die Gärsubstraterzeugung in Biogasanlagen die Becherpflanze <i>Silphium perfoliatum</i> als mehrjährige Staudenpflanze untersucht. Der Anbau wird aktuell auf 100 Hektar erprobt. Neben der Praxistauglichkeit werden insbesondere die Auswirkungen auf die Umwelt erforscht. Wenn sich bestätigt, dass kaum Nitrat unter der Becherpflanze ausgewaschen und der Boden durch die intensive Durchwurzelung weniger erosionsanfällig wird, führt dies zu einer positiven Ökobilanz. https://geoteam-bayreuth.de/wp-content/uploads/2017/06/Demonstrationsprojekt-Becherpflanze-Oberfranken.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Rahmen des Wasserpakts – einer Vereinbarung zum kooperativen Gewässerschutz mit der Landwirtschaft – bündelt das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten alle Kräfte, um auf freiwilliger Basis, ergänzend zu den gesetzlichen Vorgaben, eine Verbesserung des Zustandes unserer Gewässer nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie zu erreichen. Ein wesentlicher Baustein ist hierbei der Aufbau eines bayernweiten Netzwerks von Demonstrationsbetrieben. https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/170734/index.php aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 23 (Fortsetzung):
Bodenschutz/Erosions-
schutz

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfL (2017): Erosionsschutz verbessern –Abfluss in der landwirtschaftlichen Flur bremsen: Handlungsempfehlungen der Arbeitsgruppe Erosionsschutz ■ Informationen der LfL zur Rolle und Schutz des Humus' für die Bodenfruchtbarkeit: https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/031125/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfL (2015): Zwischenfruchtanbau zum Erosions- und Gewässerschutz ■ LfL (2017): Erosionsschutz beim Anbau von Spargel ■ LfL (2015): Zwischenfruchtanbau zum Erosions- und Gewässerschutz ■ LfU (2012): Arbeitshilfe zur Umsetzung des Bodenschutzes hinsichtlich Gefahrenabwehr bei Bodenerosion durch Wasser ■ LfL (2013): Wirksamkeit von Erosionsschutzmaßnahmen. Ergebnisse einer Feldstudie ■ LfL (2002): Mulchsaat – Vorsorge gegen Erosion ■ LABO (2017): Vorsorge gegen Bodenerosion durch Wasser vor dem Hintergrund des Klimawandels. Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes ■ DWA (2015): Wasserrückhalt in der Fläche durch Maßnahmen in der Landwirtschaft – Bewertung und Folgerungen für die Praxis (T5/2015) ■ BBK (2017): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2017): Hochwasserangepasste Waldbewirtschaftung. Merkblatt Nr. 36

Tab. 24:
Sediment- und Treibgut-
management

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Sediment- und Treibgutmanagement
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Technischer Schutz
LAWA Handlungsfeld HWRM	316 Betrieb, Unterhaltung und Sanierung von Hochwasserrückhaltmaßnahmen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_08
Ziel	Der Aufwand für das Sediment- und Treibgutmanagement an Stauanlagen könnte sich infolge steigender Eintragsmengen aufgrund veränderter klimatischer Bedingungen erhöhen. Regelmäßige und anlassbezogene (z. B. nach Hochwasserereignissen) Überwachung und Kontrolle von Sedimentablagerungen innerhalb der Stauräume und Stauhaltungen gewährleistet das frühzeitige Erkennen nachteiliger Veränderungen und Einleiten von Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Anlagensicherheit sowie der örtlich erforderlichen wassermengen- und wassergütewirtschaftlichen Anforderungen. Die Verklausungsgefahr an Entnahme-, Betriebs- und Entlastungseinrichtungen durch Geschiebe und Treibholz kann durch regelmäßige Räumung minimiert werden. Erosionsschutzmaßnahmen im Einzugsgebiet können den Sedimenteintrag reduzieren und insoweit den Instandhaltungsaufwand an der Stauanlage verringern.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen und Erosion, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regelmäßige und anlassbezogene Überwachung des Sediment- und Treibgutfalls, ggf. Ertüchtigung und Beräumung der Stauräume und Stauhaltungen ■ Angepasstes, großräumig angelegtes Feststoffmanagement ■ Maßnahmen zum Erosionsschutz im oberliegenden Einzugsgebiet (siehe Tab. 23: Bodenschutz/Erosionsschutz)

Tab. 24:
Sediment- und Treibgut-
management

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Entscheidungsgrundlagen	Geschiebe- und Schwebstoffmodellierung
Akteure	Bund, Land, Wasserbehörden, Stauanlagenbetreiber
Synergien	Ausgewogenes Feststoffmanagement ist wesentlich für den Erhalt bzw. die Wiederherstellung des Lebensraumes Fließgewässer → Umsetzung WRRL
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2012): Gewässerunterhaltung – der richtige Umgang mit dem Hochwasser ■ Arbeitshilfen der Gewässernachbarschaften Bayern: Stand 22.06.2012 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 25:
Wasser- und Sedimentrück-
halt in Außengebieten

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Wasser- und Sedimentrückhalt in unbebauten Außengebieten
EU-Aspekt HWRM	Vermeidung
EU-Maßnahmenart HWRM	Flächenvorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	303 Bauleitplanung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_03, HW_03, HW_04, HW_05, BS_03, OF_04
Ziel	Außengebietswasser gelangt als wild abfließendes Wasser auf Unterliegergrundstücke. Dezentrale Maßnahmen zum Rückhalt in der Fläche tragen im Sinne des vorsorgenden Hochwasserschutzes dazu bei, unterliegende Ortschaften zu schützen. Im Außenbereich kann Wasser gezielt über landschaftsgestaltende Strukturen und Maßnahmen wie Gräben, Rinnen, Wegenetze, Geländemulden und ähnliche Strukturen abgeleitet werden. Querrinnen leiten Wasser von den Wegen in angrenzende Flächen ab. Die Revitalisierung von Auen und Mooren, Anlage von Rückhalteräumen, auch als technische Lösungen wie dezentrale Rückhaltebecken im Hauptschluss, Leitbauwerke und Einlaufbauwerke verbessern die Rückhaltung oder Ableitung. Die angepasste Bewirtschaftung in der Land- und Fortwirtschaft stärkt den Rückhalt in der Fläche und verringert zugleich die Wassererosionsgefahr.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen und Erosion
Umsetzungsgrundlage	§5 Abs.2 WHG allg. Sorgfaltspflicht (Jedermannspflicht) zum Hochwasserschutz nach § 72 WHG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Naturnaher Ausbau von Gewässern, Wiederanbindung von Auen ■ Renaturierung von Mooren ■ Rückhalteräume und Rückhaltebecken, auch als technische Lösungen nach DIN 19700 ■ Kleinerückhalte in Geländemulden ■ Wartung und Funktionserhalt der „schlafenden Gewässer“ ohne regelmäßige Wasserführung ■ Querrinnen auf Wald-/Feldwegen ■ Barrieren zwischen Siedlung und Außengebieten (Leitdämme, Verwallungen, Abfanggräben, spezielle Gestaltung von Feldwegen) ■ Angepasste Einlaufbauwerke und Einsatz räumlicher Rechen zum Treibgutrückhalt ■ Schaffung von Notabflusswegen ■ Nutzung von Straßen und Wegen zur Wasserableitung ■ Vermeidung und regelmäßiger Abtrag von Auflandungen und Rasenwülsten am Wegesrand ■ Angepasste Bewirtschaftung von Hängen um Abflüsse zu bremsen und Stoffabtrag (Flächen- und Rinnen-erosion) zu vermeiden

Tab. 25 (Fortsetzung):
Wasser- und Sedimentrück-
halt in Außengebieten

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Umsetzung (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ganzjährige Pflanzenbedeckung von Agrarflächen zur Steigerung der Wasseraufnahmekapazität und Steigerung der Verdunstungsflächen ■ Angepasste Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Hangflächen, u. a. Bewirtschaftung quer zum Hang ■ Anlage und Erhalt von Feuchtplätzen, Mooren und Abflussmulden ■ Anlage von Feldrainen, dichte Bepflanzung mit Sträuchern, Hecken, Feldgehölzen, Galeriewäldern und Stauden (vor allem in Uferrandzonen, auf Böschungen, an Waldrändern) ■ Umwandlung von Ackerfläche in Wald oder Grünland, Grünlanderhalt ■ Waldumbau zu mehr Laubbäumen (bessere Infiltrationsbedingungen als Nadelbäume)
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Kommunen, Wasserwirtschaftsämter, Behörden der ländlichen Entwicklung, Landschaftsarchitekten, Forstverwaltung, Landwirtschaftsverwaltung und -verbände, Grundbesitzerinnen und -besitzer, Bevölkerung, Landwirtinnen und Landwirte, Straßenbauämter
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mehr Grundwasserneubildung ■ Naturschutz ■ Bodenschutz und Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit ■ Multifunktionale Nutzung von Gräben und Wasserkanälen und Retentionsflächen als Rad- und Wanderwege oder Parks und Spielplätze
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Beim naturnahen Ausbau von Gewässern und bei der Wiederanbindung von Auen sind bodenschutzfachliche und andere Anforderungen in Planungen der Gewässerentwicklung zu beachten und abzuwägen ■ Begünstigung der Interzeption dagegen durch Waldumbau zu mehr Nadelbäumen ■ Eingriff auf Abfluss- und Retentionsverhalten; Verschlechterungsverbot für Unterlieger (Dritte); ggf. Verbote in gesicherten Überschwemmungsgebieten gemäß WHG
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWas 2016) ■ Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien ■ Flächenankauf durch den Bayerischen Naturschutzfonds ■ Ausgleichs-, Ersatz- und Ökokontomaßnahmen nach BNatSCHG/BayKompV und BauGB ■ Finanzierungsrichtlinie Ländliche Entwicklung (FinR-LE) ■ Bayerisches Dorfentwicklungsprogramm ■ Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) ■ Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) ■ Forstwirtschaftliche Fördermaßnahmen (z. B. WALDFÖPR)
Praxisbeispiele	Im „boden:ständig“-Projekt Jauchshofen wurden 2017 zum Erosionsschutz produktionstechnische Maßnahmen (Fruchtfolge), Rückhalteflächen und ein Wegenetz mit verzögertem Wasserabfluss umgesetzt, https://www.boden-staendig.eu/nachrichten/anbaumassnahmen-jauchshofen-umgesetzt aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2012): Unterhaltung kleiner Gewässer. Partner, Finanzierung und Praxistipps. Beispiele aus Bayern https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00048.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2014): Wege zu wirksamen Uferstreifen. Arbeitshilfe der Gewässer-Nachbarschaften Bayern. ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ BBK (2017): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ ■ LUBW (2017): Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen (KliStaR) ■ DWA M 550: Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung ■ LUBW (2016): Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg

Tab. 26:
Gestaltung von Einlaufvorrichtungen an Hängen

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Gestaltung der Einlaufvorrichtungen an Hängen
EU-Aspekt HWRM	Vermeidung
EU-Maßnahmenart HWRM	Flächenvorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	303 Bauleitplanung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_03, HW_04
Ziel	Je höher die Fließgeschwindigkeit des Niederschlagswassers, desto schwieriger ist die sichere Wasseraufnahme in Straßeneinläufen (Gullys). Hohe Fließgeschwindigkeiten treten vor allem auf abschüssigen Flächen auf. Speziell gestaltete und angeordnete Einläufe in Verbindung mit Querrinnen und Gräben können den Abfluss in die Kanalisation erleichtern und Sturzfluten an Hängen verhindern oder verringern.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen
Umsetzungsgrundlage	WHG; Bauleitplanung
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einsatz leistungsstarker Bergeinläufe ■ Hintereinanderreihung mehrerer Einläufe in Fließrichtung ■ Anlage eines parallelen Straßengrabens mit Einlaufbauwerk, Geröllfang und/oder Flutmulde ■ Begünstigung der Wasseraufnahme durch starkes Quergefälle der Straßen ■ Begünstigung der Wasseraufnahme durch leichte Aufkantung oder Gegengefälle der in Fließrichtung anschließenden Straßenoberfläche
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überflutungskarten ■ Normen: DIN EN 752 (Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden) und DWA-A 118 (Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen)
Akteure	Kommunen, Staatliche Bauämter
Synergien	Nährstoff-, Schadstoff- und Sedimentrückhalt und somit Unterstützung der Zielerreichung WRRL und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie
Abwägungsbedarf	Volle Funktionsfähigkeit nur bei regelmäßiger Unterhaltung
Praxisbeispiele	Entwässerungsanlagen zur Auslagerung der Regenrückhaltung im Wohnbaugebiet Roither Berg in Wenzelbach https://www.wwa-ro.bayern.de/service/arbeitshilfen/doc/bauleitplanung_bbi.pdf aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ DWA-Merkblatt 119 (2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen ■ LAWa (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 27:
Herstellung und Sicherung von
Notwasserwegen

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Herstellung und Sicherung von Notwasserwegen
EU-Aspekt HWRM	Vermeidung
EU-Maßnahmenart HWRM	Flächenvorsorge
LAWA Handlungsfeld HWRM	303 Bauleitplanung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_03
Ziel	Um Schäden an Gebäuden und Infrastruktur zu vermeiden, sollten oberflächlich abfließende Wassermengen gezielt in Vorfluter oder Retentionsanlagen/-flächen geleitet werden. Zur gefahrlosen Abführung der Wassermengen ist es empfehlenswert, die Notwasserwege im öffentlichen Raum und auf Privatgrundstücken auszuweisen, freizuhalten und in Bauleitplänen festzusetzen.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen
Umsetzungsgrundlage	Bauleitplanung
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausstattung von Straßenräumen, die keine Hauptverbindungsfunktion besitzen, mit erhöhten Bordsteinen oder ebenerdigen Rinnen ■ Entlastungsgräben ■ Rinnen in Gartenbereichen ■ Rohrdurchlässe durch verklausungsfreie Furten ersetzen ■ Kein Neubau von Gebäuden in Abflusswegen des Wassers ■ Festsetzung der Notwasserwege ist nach § 9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB möglich
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überflutungskarten ■ Modellierung der Fließwege ■ Normen: DIN EN 752 (Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden) und DWA-A 118 (Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen)
Akteure	Kommunen, Straßenbauämter, Entsorgungsbetriebe
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gleichzeitige Nutzung als temporäre Wasserspeicher
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Eingeschränkte Barrierefreiheit der Straßen bei Bordsteinaufkantung ■ Eine Ableitung vom Grundstück darf nicht zu Lasten des Nachbargrundstücks ausfallen ■ Unterhaltungskosten, da Notwasserwege von Bewuchs freigehalten werden müssen ■ Bei Privatgrundstücken ggf. Entschädigungszahlung
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entwässerungsanlagen zur Auslagerung der Regenrückhaltung im Wohnbaugebiet Roither Berg in Wenzelbach https://www.wwa-ro.bayern.de/service/arbeitshilfen/doc/bauleitplanung_bbi.pdf aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Präsentation des WWA Rosenheim zur Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte in der Bauleitplanung: https://www.wwa-ro.bayern.de/service/arbeitshilfen/doc/bauleitplanung_wwa.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ DWA-Merkblatt 119 (2016): Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen ■ DWA-Themen T1/2013 Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge ■ DWA-Merkblatt M 553 Hochwasserangepasstes Planen und Bauen ■ OBB p16/17 Planungshilfen für die Bauleitplanung dazu Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr.15 Umgang mit dem Regenwasser ■ LAWa (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 28:
Vorsorge

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Vorsorge
EU-Aspekt HWRM	Vorsorge
EU-Maßnahmenart HWRM	Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz
LAWA Handlungsfeld HWRM	324 Alarm- und Einsatzplanung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_12, KS_02, KS_03, KS_06, KS_08
Ziel	Wenn im Vorfeld eines Ereignisses bereits Konsequenzen von Maßnahmen durchdacht sind, ist es im Ereignisfall leichter, die nötigen Entscheidungen zu treffen. Alarm- und Einsatzpläne sind wichtig für das Krisenmanagement von Kommunen. Sie sind meist mehrstufig aufgebaut und so gestaltet, dass sie eine Reaktion auf möglichst viele Ereignisse zulassen. Wenn im Vorfeld schon Warnungen herausgegeben werden, können manche Maßnahmen vorbereitet werden.
Anlass	Zunahme von Starkregenereignissen und Erosion
Umsetzungsgrundlage	Kommunale Alarm- und Einsatzpläne, Katastrophenschutz
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Notfallstrategien für die Verkehrsinfrastruktur ■ Hochwasseralarm und Einsatzplanung ■ Absprachen und Zusammenarbeit mit benachbarten Feuerwehren ■ Verpflichtungserklärung zur ressortübergreifenden Zusammenarbeit kommunaler Fachstellen (Stadtplanungsamt, Straßenbauamt, Umweltamt, Stadtentwässerung) ■ Anpassung und Weiterentwicklung interkommunaler Planungs- und Verwaltungsabläufe (insbesondere zur Bauleitplanung, ggf. Erarbeitung von themenbezogenen Checklisten) ■ Interkommunale Zusammenarbeit (z. B. Erfahrungsaustausch mit Nachbarkommunen, Übernahme bewährter Instrumente) ■ Planung und Vorbereitung einer koordinierten Dokumentation von Starkregen- und Überschwemmungsereignissen ■ Einrichtung eines Koordinierungskreises mit Beteiligung aller Akteure aus kommunalen Fachstellen, Kommunalpolitik, Bürgerschaft, Einsatzkräften usw. (z. B. runder Tisch „Überflutungsvorsorge und Regenwassermanagement“) ■ Benennung eines kommunalen „Überflutungsschutzbeauftragten“ (mit zentraler Koordinierungsbefugnis und als zentraler Ansprechpartner) ■ Verabschiedung einer politischen Zielvereinbarung zur Überflutungsvorsorge ■ Mobile Warnsysteme, die die Bevölkerung effektiv und schnell über Medien und Warn-Apps über Unwetter und Maßnahmen informieren können ■ Zielgerichtetes Ausbringen/Aktivieren von Handlungsempfehlungen („Nicht in den Keller“) direkt vor/zum Ereignis ■ Aufstellung und Umsetzung eines integralen Konzepts zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement (siehe Tab. 21: Erarbeitung eines integralen Konzeptes zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ggf. verbesserte (qualitative) Frühwarnung betroffener Gebiete ■ Beratungsangebot (Risikodialog) im Zuge der Fortschreibung der Hochwasserrisikomanagement-Pläne ■ DWA-Audit Hochwasser – Überflutungen und Starkregen https://de.dwa.de/files/_media/content/06_SERVICE/Hochwasseraudit/Flyer_Audit_Hochwasser_2017_Netz.pdf aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Land, Kommunen, Feuerwehr
Synergien	Einsatz auch bei Flusshochwassergefahr
Abwägungsbedarf	Große Unsicherheiten bei der frühzeitigen Vorhersage von Starkregenereignissen
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ In Hersbruck werden die von Überflutungen betroffenen Gebiete zunächst mit neutralen Fahrzeugen angefahren. Auf Grundlage der so gemachten Beobachtungen können dann Einsatzprioritäten festgelegt werden. Auf diese Weise wird vermieden, dass Feuerwehrfahrzeuge Gebiete anfahren, in denen sie erst einmal keine Hilfeleistung gewähren können und sich die Bevölkerung dadurch alleingelassen fühlt.

Tab. 28 (Fortsetzung):
Vorsorge

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Praxisbeispiele (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ In der oberbayerischen Kreisstadt Starnberg beobachtet die Feuerwehr bei Starkregenereignissen den „Schmeisser Weiher“. In bestimmten Fällen öffnet sie den Grundablass, um das sich aufstauende Wasser geordnet abzulassen. ■ In Landau an der Isar kontrollieren die Feuerwehren bei Starkregenereignissen die Regenrückhaltebecken, öffnen ggf. Drosseln und Schächte und verhindern so ein unkontrolliertes Überlaufen. ■ Während des Starkregenereignisses im Juli 2014 in Münster wurden über Soziale Medien private Hilfe organisiert und koordiniert.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ibh, WBW (2013): „Starkregen – was können Kommunen tun?“ ■ Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V. (2016): Leitfaden zur Starkregenvorsorge. ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 29:
Vorsorge gegen Überflutung
aus der Kanalisation

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Klimaanpassungsmaßnahmen	Vorsorge gegen Überflutung aus der Kanalisation
EU-Aspekt HWRM	-
EU-Maßnahmenart HWRM	-
LAWA Handlungsfeld HWRM	-
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_13
Ziel	Die Kanalisation einer Gemeinde ist nicht darauf ausgelegt, außergewöhnliche und extreme Starkregenereignisse aufzunehmen. Daher ist dafür Sorge zu tragen, dass ausreichend Abflusswege vorhanden sind. Damit Wasser aus Ortslagen ungehindert abfließen kann und Überflutungen vermieden werden, müssen Engstellen im Gewässer (z. B. Verdohlungen, landwirtschaftliche Drainagesysteme) und Einläufe zur Kanalisation regelmäßig überprüft werden. Rückstau in die Häuser aus der Kanalisation ist durch Rückstausicherungen zu verhindern.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen und Erosion
Umsetzungsgrundlage	BAP2030, Technisches Regelwerk
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einbau und regelmäßige Kontrolle der Funktionsfähigkeit von Rückstausicherungen ■ Überrechnung der Entwässerungseinrichtungen kommunaler und privater Träger gemäß technischem Regelwerk (ggf. im Hinblick auf Starkregenereignisse mit veränderter Intensität) ■ Ggf. Sanierung hydraulischer Engstellen im Kanalnetz ■ Überprüfung der Bemessungsansätze für die wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen ■ Regelmäßige Instandhaltung der Entwässerungssysteme (inkl. Kontrolle der Straßeneinläufe/Gullys) ■ Vermeidung des Zuflusses von Außengebietswasser aus Wegeseitengräben und Drainagen in die Kanalisation (siehe Tab. 25: Wasser- und Sedimentrückhalt in Außengebieten) ■ Hochwasserangepasste Bauweise (siehe Tab. 16: Objektschutz) ■ Niederschlagswasserbewirtschaftung, Entsiegelung und Abkopplung von Freiflächen von der Kanalisation (siehe Tab. 20: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung) ■ Herstellung und Sicherung von Notabflusswegen ■ Förderprogramme zur freiwilligen Umsetzung von Rückhaltmaßnahmen bzw. Regenwasserbewirtschaftung durch die Bevölkerung, Unterstützung bürgerschaftlichen Engagements ■ Durchführung von Gewässerschauen
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Kommunen, Staatliche Bauämter, Gewässeranliegende

Tab. 29 (Fortsetzung):
Vorsorge gegen Überflutung
aus der Kanalisation

Klimawirkung	Starkregen und Sturzfluten
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Öffentlichkeitsarbeit ■ Reduzierung des Fremdwassers in Kläranlagen
Abwägungsbedarf	Verzicht auf Barrierefreiheit, optisch-gestalterische Einbußen bei Erhöhung der Bordsteinkanten
Praxisbeispiele	Der Unterhaltungsverband Ilse/Holtemme muss in jeder Gemeinde einmal jährlich eine öffentliche Gewässerschau durchführen. Dabei wird geprüft, ob das Gewässer ordnungsgemäß unterhalten wurde.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ibh, WBW (2013): „Starkregen - was können Kommunen tun?“ ■ DWA - Themenheft T1/2013 „Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge“ (kostenpflichtig, ca. 55 €), DWA/BWK ■ DWA-A 118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen ■ LfU (2009): Merkblatt Nr. 4.3/3 „Bemessung von Misch- und Regenwasserkanälen“ ■ KURAS (2016): Zukunftsorientierte Anpassung der urbanen Abwasserinfrastruktur. Leitfaden zum methodischen Vorgehen. ■ BMUB (2015): Hochwasserschutzfibel ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie http://starkgegenstarkregen.de/was-können-kommunen-tun/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (o. J.): Klimawandel in Stadtentwässerung und Stadtentwicklung. Methoden und Konzepte. KISS, S. 72ff ■ BBK (2017): Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“ ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Siehe auch:

Tab. 16: Objektschutz

Tab. 18: Verhaltensvorsorge, Informationsvorsorge

Tab. 19: Private Risikovorsorge

Tab. 46: Änderungen der Landnutzung und -bewirtschaftung

Tab. 47: Sicherung der Trinkwasserqualität im Leitungsnetz

Tab. 67: Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge

Klimawirkung Niedrigwasser

Tab. 30:
Niedrigwasserinformationsdienst

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Ausbau und Pflege des Niedrigwasserinformationsdienstes
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_06, NW_07, NW_08
Ziel	Niedrigwasser- und Wassertemperaturvorhersagen sind eine wichtige Voraussetzung, um Niedrigwassermanagement zu betreiben und beispielsweise rechtzeitig Nutzungsbeschränkungen einleiten zu können, wenn kritische Werte erreicht werden (siehe Tab. 32: Nutzungsbeschränkungen). Auf Grundlage des Ist-Zustandes und von Vorhersagen sind die Öffentlichkeit und betroffene Nutzer über die aktuelle und zu erwartende Entwicklung zu informieren. Die Vorhersagen sollten auch für kleinere Gewässer erweitert und ausgebaut werden. Dazu ist die verbesserte Erfassung der Niedrigwasserabflüsse an den Pegeln eine notwendige Voraussetzung.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Erhöhung der Wassertemperatur und niedrige Sauerstoffwerte
Umsetzungsgrundlage	WHG; BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anpassung des Messnetzes und der Pegel an Niedrigwasser ■ Verstärktes Monitoring während Niedrigwasserphasen ■ Erstellung und Erweiterung von Prognosemodellen ■ Einbeziehung der Wassertemperatur und weiterer Gewässerqualitätsparameter in die Modelle ■ Genauere Vorhersage für gefährdete, kleinere Einzugsgebiete ■ Erstellung von Worst-Case-Vorhersagen ■ Analyse der vorhandenen Messwerte in Kombination mit mittelfristigen Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes zum Niederschlagsgeschehen ■ Bei Niedrigwasser veröffentlicht der Niedrigwasserinformationsdienst (NID) einen Lagebericht für ganz Bayern mit der aktuellen Situation und der voraussichtlichen Entwicklung (Meteorologie, Oberflächengewässer, Grundwasser) ■ Weiterentwicklung der Vorhersagemodelle des Hochwassernachrichtendienstes, so dass auch die Veränderungen im Boden- und Grundwasser sowie die Verluste durch Verdunstung berücksichtigt werden.
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereits bestehende, automatische Messnetze: Pegel zur Messung der Wasserstände und Abflüsse in den Flüssen sowie Niederschlags-Messstationen; Messnetze für die Wasserqualität in Flüssen und Seen; Grundwasserstände und Quellschüttungen ■ Ausreichendes Gewässergütemonitoring (inkl. Wassertemperatur)
Akteure	Land, Wasserbehörden
Synergien	Verbesserte Modelle auch nützlich zur Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels auf Niedrigwasser und Wassertemperaturen
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ StMUV (2021): Klima-Report Bayern 2021 ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern – Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 31:
Maßnahmenpläne für den Fall
der Unterschreitung bestimmter
Abflussschwellenwerte

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Maßnahmenpläne für den Fall der Unterschreitung bestimmter Abflussschwellenwerte
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_12, WA_02
Ziel	In Bewirtschaftungsplänen für Gewässer sind Niedrigwasser-situationen in besonderem Maße zu berücksichtigen. Nutzungskonflikte für die Bewirtschaftung von Gewässern müssen im Vorfeld erkannt und prioritäre Nutzer festgelegt werden. Bestehende Bescheide müssen auf das Vorhandensein von Schwellenwerten geprüft und ggf. angepasst werden. Auch die verstärkte Überwachung der Gewässernutzungen im Niedrigwasserfall sollte im Vorfeld organisiert werden.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung: § 6 WHG, Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer: §§ 27 bis 31 WHG, Einschlägige Norm betreffend Mindestwasserführung: § 33 WHG; BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mindestwasserführung für die Gewässernutzung (z. B. Wasserkraft, Bewässerung, Fischteiche) festlegen ■ Klären von Zuständigkeiten ■ Festlegung von prioritären Nutzungen ■ Einleitungsregeln bei Unterschreitung von Schwellenwerten anpassen und ggf. weiterentwickeln ■ Notfallversorgungsplan (für Trinkwasser: z. B. Einsatz von Tankfahrzeugen, öffentliche Zapfstellen) ■ Berücksichtigung der klimatischen Entwicklung bei der Genehmigung neuer Wassernutzungen
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Land, Wasserbehörden, Kommunen
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Durchgängigkeit der Fließgewässer, ökologische Wasserkraft (siehe Tab. 69: Ökologisch verträgliche Wasserkraft) ■ Erhaltung der aquatischen Fauna und Flora in Fließgewässern
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geringe Akzeptanz von wirtschaftlichen Einbußen ■ Versorgungssicherheit (energiewirtschaftlich)
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Rahmen des LfU-Projektes „Ökologisch begründetes Mindestwasser“ wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem erstmals fallgruppenspezifische Orientierungswerte für Mindestwasserspenden bzw. -abflüsse datenbasiert abgeleitet werden konnten. Die Belastbarkeit und Anwendbarkeit der Ergebnisse werden derzeit in einem Praxischeck geprüft. https://www.lfu.bayern.de/wasser/wrrl/beteiligung_oeffentlichkeit/wasserforum_bayern/doc/schlussbericht_mindestwasserprojekt_2017.pdf aufgerufen am 11. 01.2021 ■ Der „Alarmplan für den bayerischen, staugeregelten Main – Gewässerökologie“ (AMÖ) ist ein operativer Informationsdienst auf regionaler Ebene. Dieser wurde eingeführt, um in Niedrigwassersituationen kurzfristig zu warnen und Schäden für die Gewässerökologie möglichst zu verhindern. Im Warn- oder Alarmfall werden unterschiedliche Maßnahmen zur Verbesserung der Situation geprüft und gegebenenfalls umgesetzt. Ein entsprechender Alarmplan wurde auch für die Donau in Bayern erarbeitet („Alarmplan Donau – Gewässerökologie“ ADÖ).
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Regierung von Unterfranken (2012): Alarmplan staugeregelter Main in Bayern – Gewässerökologie. https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 32:
Nutzungsbeschränkungen

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Nutzungsbeschränkungen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_12, WA_02
Ziel	Um zusätzliche Belastungen der Gewässer im Niedrigwasserfall zu reduzieren, können in diesen Situationen Gewässernutzungen eingeschränkt werden. Auch bestehende Festlegungen der Gewässernutzungen sollten im Niedrigwasserfall verstärkt überwacht und auf deren Einhaltung gedrungen werden. Um Nutzungskonflikten vorzubeugen, sollten über die Beschränkungen von Nutzungen im Vorhinein Vereinbarungen getroffen und Prioritäten festgelegt werden, die ab bestimmten Schwellenwerten gelten. Wasserrechtliche Bescheide müssen dazu evtl. angepasst werden und die Einschränkungen sollten gezielt kommuniziert und überwacht werden.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Erhöhung der Wassertemperatur
Umsetzungsgrundlage	WRRL;WHG; BayWG; AMÖ; ADÖ
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verstärkte Überwachung von wasserrechtlichen Nutzungen ■ Einschränkungen des Eigentümer-, Anlieger- und Gemeingebrauchs von Oberflächengewässern ■ Restriktionen der Brauchwasserentnahme für die Bevölkerung (z. B. für die Gartenbewässerung, Waschen von Autos) ■ Regelungen der Entnahme für landwirtschaftliche Nutzungen ■ Einschränkungen von Freizeitnutzungen (z. B. Kajaksport) ■ Mindestwasserführung für die Wasserkraftnutzung festlegen (siehe Tab. 38: Anpassung von Entnahme- und Einleitungsgrenzwerten in Gewässern, Tab. 69: Ökologisch verträgliche Wasserkraft) ■ Vereinbarungen zu Nutzungseinschränkungen im Vorhinein (z. B. Festlegung von Prioritäten) ■ Gezielte Kommunikation der Einschränkungen ■ Anpassung wasserrechtlicher Bescheide
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Monitoring von Abfluss, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, usw. ■ Niedrigwasser- und Temperaturvorhersage ■ Erfahrungen vergangener Niedrigwassersituationen
Akteure	Land, Kommunen, Wasserbehörden
Synergien	Gewässerökologie
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Insgesamt erhöhter Nutzungsdruck auf Gewässer zu erwarten ■ Erhöhter Personalbedarf ■ Nur sinnvoll einhergehend mit Aufklärung ■ Bestehende Altrechte ■ Versorgungssicherheit (energiewirtschaftlich)
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Regierung von Unterfranken (2012): Alarmplan staugeregelter Main in Bayern – Gewässerökologie. https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 18.05.2020 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 33:
Maßnahmen zur Sicherung der
Wasserqualität

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Maßnahmen zur Sicherung der Wasserqualität
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAŚ 2016	GÖ_01, GÖ_02, GÖ_05, GÖ_08, GÖ_13, TW_06, TW_08, TW_09
Ziel	Während Niedrigwasserperioden kann sich die Wasserqualität aufgrund von ansteigenden Wassertemperaturen, geringen Fließgeschwindigkeiten und wegen geringer Verdünnung industrieller Einleitungen und eingeleiteter Schadstoffe durch natürlichen Abfluss verschlechtern. Ein besonders kritischer Parameter ist der Sauerstoffgehalt des Wassers, der stark von der Wassertemperatur abhängt. Deshalb ist es wichtig, die Fließgewässer z. B. durch Beschattung oder Einschränkung der Einleitungen von erwärmtem Kühlwasser möglichst kühl zu halten. Außerdem verhindern verringerte Verweilzeiten das starke Erwärmen der Gewässer. Wärmelastpläne helfen dabei die Wärmeimmissionen des gesamten Flusssystemes im Blick zu behalten und Genehmigungen aufeinander abzustimmen. In Extremsituationen kann eine Stützung des Sauerstoffgehalts durch Belüftung erfolgen oder der Abfluss kann durch Niedrigwasseraufhöhung gestützt werden.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Erhöhung der Wassertemperatur
Umsetzungsgrundlage	WRRL; Regionalplanung; AMÖ; ADÖ
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verringerung der Nähr- und Schadstoffeinträge und Verschärfung der gesetzlichen Mindestanforderungen in See-Einzugsgebieten hinsichtlich Nährstoffeinträgen/Ausbaugröße (siehe Tab. 67: Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge) ■ Verringerung der Kühlwasserentnahmen und -einleitungen (siehe Tab. 38: Anpassung von Entnahme- und Einleitungsgrenzwerten in Gewässern) ■ Beschattung durch Gehölze an Gewässerrandstreifen oder Anpflanzung von Röhrichten (bei sehr kleinen Gewässern) ■ Künstliche Belüftung oder Begasung ■ Einbringen von zusätzlichem Wasser über Pumpen (Seen und Teiche) ■ Vertiefung von Teichen ■ Wärmelastpläne, -modelle ■ Rückbau von nicht mehr benötigten Stauhaltungen ■ Niedrigwasseraufhöhung (siehe Tab. 34: Niedrigwasseraufhöhung) ■ Konsequente Fortführung des Messnetzbetriebes zur Beobachtung der Grundwassermenge und -beschaffenheit ■ Berücksichtigen der zukünftigen klimatischen Entwicklung (z. B. Luft- bzw. Wassertemperatur, Abfluss, Grundwasserneubildungsrate) beim Erlass wasserrechtlicher Bescheide (z. B. Auflagen zur Aufrechterhaltung von Wasserqualität und -quantität bei der Genehmigung neuer Wassernutzungen) ■ Ausbau und Optimierung kommunaler Kläranlagen zur Reduktion von Stofffrachten, Verbesserung der Reinigungseffizienz und der dezentralen Abwasserentsorgung
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Land, Kommunen, Wasserbehörden, Landwirtschaft, Industrie
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dynamisierung des Abflusses ■ Durchgängigkeit, Gewässerökosystemschutz
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Regierung von Unterfranken (2012): Alarmplan staugeregelter Main in Bayern – Gewässerökologie. https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ KLIWA (2016): Klimawandel im Süden Deutschlands: Herausforderungen – Anpassungen. https://www.kliwa.de/_download/broschueren/KLIWA-Broschuere-2016-d.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 34:
Niedrigwasseraufhöhung

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Niedrigwasseraufhöhung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Die Niedrigwasseraufhöhung dient dazu, einen festgelegten Mindestabfluss aufrechtzuerhalten und ein gänzlichliches Trockenfallen von aquatischen Ökosystemen zu verhindern. Vor allem an kleineren Gewässern kann der natürliche Abfluss so gering werden, dass Gewässernutzungen, wie beispielsweise Einleitungen von Kühlwasser und geklärtem Abwasser, das Gewässer stark belasten und Schädigungen im Gewässerökosystem drohen. Niedrigwasseraufhöhung kann durch eine geregelte Wasserabgabe aus künstlichen Speichern oder durch eine Überleitung von Wasser aus benachbarten Flussgebieten, die weniger unter Niedrigwasserabflüssen leiden, erfolgen.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Erhöhung der Wassertemperatur
Umsetzungsgrundlage	WRRL; AMÖ; ADÖ
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Neubau/Ausbau von Wasserspeichern/Talsperren ■ Optimierte Steuerung von multifunktionalen bestehenden Talsperren (z. B. Dynamisierung von Stau- und Aufhöhungszielen durch Festlegung jahreszeitlich variabler Stauziele) ■ Überleitungen aus benachbarten Einzugsgebieten
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modellierungen des Flusseinzugsgebiets und Wirkungsanalysen ■ Berücksichtigung der hydrologischen Bedingungen über das gesamte Jahr und unter möglichen zukünftigen Klimabedingungen
Akteure	Speicherbewirtschaftung, Wasserbehörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schifffahrt ■ Wasserkraftnutzung ■ Gewässerökosystemschutz, insbesondere Erhaltung der aquatischen Fauna und Flora ■ Grundwasserneubildung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Konkurrenz zu Hochwasserschutz, Wasserversorgung ■ Naturschutz ■ Konkurrierende Nutzungsansprüche bei unterschiedlichen Wasserständen (v. a. Schifffahrt, Ökologie, Tourismus, Energie)
Praxisbeispiele	Bayerns größtes und bedeutendstes System zur Niedrigwasseraufhöhung ist das Donau-Main-Überleitungssystem. Hier wird in abflussschwachen Zeiten Wasser aus dem Donaunraum für die Regnitz und den Main bereitgestellt.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Regierung von Unterfranken (2012): Alarmplan staugeregelter Main in Bayern – Gewässerökologie. https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 35:
Schaffung von Speicherkapazitäten

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Schaffung von Speicherkapazitäten
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_29
Ziel	Gespeichertes Wasser aus Zeiten mit hoher Wasserführung kann im Niedrigwasserfall zur Niedrigwasseraufhöhung dienen und ein gänzlich Trockenfallen von aquatischen Ökosystemen verhindern (u. a. auch Speicherbecken, um Muschelgewässer im Niedrigwasserfall zu stützen). Vor allem an kleineren Gewässern kann der natürliche Abfluss so gering werden, dass Gewässernutzungen, wie beispielsweise Einleitungen von Kühlwasser und geklärtem Abwasser, das Gewässer stark belasten und Schädigungen im Gewässerökosystem drohen. Eine Verdünnung mit gespeichertem Wasser kann dann sehr wichtig werden..
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rückhaltebecken mit Dauerstau ■ Talsperren ■ Speicherbecken
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geographische, hydrologische Erkundungen ■ Modellierungen und Wirkungsanalysen
Akteure	Land, Kommunen, Wasserbehörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hochwasserschutz ■ Grundwasserneubildung ■ Wasserversorgung: Trinkwasser sowie landwirtschaftliche Bewässerung (siehe Tab. 55: Substitution von Grundwasser bei der Bewässerung in der Landwirtschaft)
Abwägungsbedarf	Konkurrierende Flächennutzungen; Verschlechterungsverbot für den Zustand der Wasserkörper gemäß WRRL
Praxisbeispiele	15 der 25 in Bayern liegenden Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken haben den Haupt- oder Nebenzweck der Niedrigwasseraufhöhung für Bäche und Flüsse
Quellen, weiterführende Informationen	LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 36:
Förderung von natürlichem
Wasserrückhalt

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Förderung von natürlichem Wasserrückhalt
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_02, NW_03
Ziel	Die natürliche Retention und Versickerung von hohen Abflüssen und Niederschlägen fördert die Grundwasserneubildung. Während Niedrigwasserphasen macht der (grundwasserbürtige) Basisabfluss einen großen Anteil des Gewässerabflusses aus. Die Erhöhung des Basisabflusses durch vermehrte natürliche Retention dient somit der Erhöhung des Niedrigwasserabflusses.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	WRRL; HWRM-RL; BayWG; BayLplG; LEP 7.2.5; Regionalplanung
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereitstellung von Überflutungsräumen (siehe Tab. 13: Flächenvorsorge) ■ Wiedervernässung von Feuchtgebieten (siehe Tab. 65: Moornaturierung) ■ Angepasste Landwirtschaft (siehe Tab. 46: Änderungen der Landnutzung und –bewirtschaftung) ■ Erhöhung der Grünflächenanteils/Verringerung der Versiegelung (siehe Tab. 20: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung) ■ Verbesserung der Wasserspeicherkapazität des Bodens (siehe Tab. 25: Wasser- und Sedimentrückhalt in Außengebieten)
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Kommunen, Landes- und Regionalplanung
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hochwasserschutz ■ Gewässerökosystemschutz ■ Grundwasserschutz ■ Bodenschutz
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 37:
Einrichtung von alternativen, weitgehend
abflussunabhängigen Kühlverfahren

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Einrichtung von alternativen, weitgehend abflussunabhängigen Kühlverfahren
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_15, EW_05, IG_10
Ziel	Um auch während Niedrigwasserphasen Prozesse und Anlagen in Kraftwerken kühlen zu können, gibt es die Möglichkeit auf Verfahren umzusteigen, die kein oder nur wenig Kühlwasser benötigen (z. B. Trockenkühlung, Kreislaufkühlung) oder Kühlwasser nicht aus Flüssen zu beziehen, sondern aus eigens dafür angelegten Wasserspeichern.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Erhöhung der Wassertemperatur
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Trockenkühlung ■ Hybridkühlung ■ Kreislaufkühlsysteme (wesentlich effizientere Kühlwassernutzung als die Durchlaufkühlung) ■ Kühlreservoirs ■ Ausgleichsseen ■ Regenwassernutzung ■ Hybridkühltürme mit Trocken- und Nasskühlung ■ Prozesswärmenutzung über Fernwärmenetze
Entscheidungsgrundlagen	Flussgebietsbezogene Analysen und Modellierungen
Akteure	Kraftwerksbetreiber, Land
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vermeidung von Dampfschwadenbildung ■ Klimaschutz ■ Naturschutz
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geringerer thermodynamischer Wirkungsgrad (Kühlung über Luft ineffizienter als über Wasser, mit steigender Lufttemperatur noch ineffizienter) ■ Hoher Flächenbedarf; mess- und regeltechnisch aufwändig ■ Hohe Betriebs- und Investitionskosten
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 38:
Anpassung von Entnahme- und Einleitungsgrenzwerten in Gewässern

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Anpassung von Entnahme- und Einleitungsgrenzwerten (Abflussmenge, -qualität, inkl. Wassertemperatur)
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GÖ_02, EW_09
Ziel	Für Wasserentnahmen aus und Wassereinleitungen in Gewässer sind zum einen wasserrechtliche Genehmigungen, an Bundeswasserstraßen strom- und schiffahrtspolizeiliche Genehmigungen erforderlich, zum anderen müssen Temperaturgrenzwerte und Grenzwerte bestimmter Inhaltsstoffe eingehalten werden. Auch Entnahme- und Einleitmengen werden geregelt. Für viele Produktionszweige gelten bundeseinheitliche Mindestanforderungen für die Abwassereinleitung. Wenn bei Niedrigwasserabflüssen Einleitungen mit reduzierter Wasserqualität durch die im Gewässer vorhandene Restwassermenge nur noch unzureichend verdünnt werden, verringert sich die Wasserqualität im Gewässer zunehmend. Bei steigenden Wassertemperaturen werden die einleitbaren Wärmemengen bis zum Erreichen der Temperaturgrenzwerte außerdem geringer. Deshalb sollten bestehende Grenzwerte unter Berücksichtigung möglicher Klimawandeleinflüsse überprüft und ggf. angepasst werden. Mithilfe von Wärmelastplänen können Wärmeimmissionen für stark genutzte Gewässer besser abgeschätzt und bei der Standortwahl für Kraftwerke sowie Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden.

Tab. 38 (Fortsetzung):
Anpassung von Entnahme- und Einleitungs-
grenzwerten in Gewässern

Klimawirkung	Niedrigwasser
Anlass	Erhöhung der Wassertemperatur, Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	WHG; OGewV; AMÖ; ADÖ: Wärmelastrechnungen
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Für die Erteilung wasserrechtlicher Erlaubnisse für das Einleiten von Abwasser ist § 57 Abs. 1 WHG relevant. Inwieweit dabei auf zukünftige klimatische Entwicklungen Bezug genommen werden kann wäre rechtlich zu prüfen. Eine Rechtsgrundlage die Wassertemperatur betreffend kann immissionsbezogen derzeit immerhin die OGewV sein. Grundsätzlich ist das Verschlechterungsverbot nach WRRL (WHG §27ff) zu beachten. ■ Priorisierung verschiedener Gewässernutzungen; Berücksichtigung zukünftiger klimatischer Entwicklungen und des gewässerökologisch erforderlichen Mindestwassers bei der Festlegung der Mindestwasserführung bei Wasserkraftanlagen und Kraftwerksausleitungen (siehe Tab. 32: Nutzungsbeschränkungen, Tab. 69: Ökologisch verträgliche Wasserkraft) ■ Einhaltung eines ökologisch erforderlichen Mindestwassers auch für andere Nutzungen, beispielsweise Bewässerung und Teichwirtschaft ■ Erstellung von Wärmelastplänen unter Berücksichtigung zukünftiger klimatischer Entwicklungen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Monitoring von Wassertemperatur und Schadstoffen im Gewässer ■ Gewässerbiologisches Monitoring ■ Regionalisierung der gemessenen Wassertemperaturen sowie der Modellierungen von zukünftigen Wassertemperaturen
Akteure	Land, Kommunen, Wasserbehörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Naturschutz ■ Erhaltung der Ökosystemleistungen der aquatischen Fauna und Flora
Abwägungsbedarf	Beschränkung der Industrie und der Abwasserreinigung; Gewährleistung der Versorgungssicherheit; nicht alle Einleitungen sind flexibel gestaltbar; Kostenverursachung
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Pilotprojekt „Entwicklung eines Niedrigwassermanagements“ in Unterfranken werden Anpassungsstrategien mit Blick auf Trockenperioden und Niedrigwasser entwickelt sowie Handlungsempfehlungen für kurz-operatives und langfristig-vorbeugendes wasserwirtschaftliches Handeln in Trockenzeiten erarbeitet. Ziel ist ein Handlungsleitfaden zum regionalen Niedrigwassermanagement und die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Verwaltung bei Konflikten um konkurrierende Nutzungen. ■ Im LfU Projekt „Datenerhebung und Dargebotsermittlung in den Schwerpunktgebieten landwirtschaftliche Bewässerung und Erarbeitung von Regelungen für die Begutachtungspraxis bei Bewässerungsanträgen“ werden für ausgewählte Gebiete Bewässerungsmanagementpläne unter Wahrung der Interessen der Trinkwasserversorgung auch bei ungünstigen hydrologischen Zuständen erstellt.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Regierung von Unterfranken (2012): Alarmplan staugeregelter Main in Bayern – Gewässerökologie. https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 39:
Effizienzsteigerung und angepasstes Lastmanagement in der Wasserkraftnutzung

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Effizienzsteigerung und angepasstes Lastmanagement in der Wasserkraftnutzung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAŠ 2016	EW_03, EW_06, EW_11
Ziel	Die energetische Nutzung verschiedener, auch niedriger Abflüsse sowie die Effizienzsteigerung der Wasserkraftnutzung. Die Wirtschaftlichkeit neuer Anlagen sollte bei gegenwärtigen Verhältnissen und unter dem möglichen Einfluss des Klimawandels geprüft und neue Anlagen entsprechend dimensioniert werden. Zudem ist die Sicherstellung der Stromversorgung durch Vernetzung und gezielter Steuerung bei der Zunahme der Unsicherheiten bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen von wesentlicher Bedeutung.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Zunahme von Hochwasserabflüssen, Erhöhung der saisonalen Stillstandszeiten der Wasserkraftanlagen durch Zunahme von Perioden mit extremen Niedrig- bzw. Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maschinengruppen mit gestaffeltem Ausbaugrad ■ Verbesserter Wirkungsgrad durch die Anpassung an den Stand der Technik (z. B. durch automatische Turbinen, automatische Wehre, Rechenreinigungsmaschinen, Einlauf- und Spülschütze) ■ Heben des Wasserkraftpotenzials z. B. durch Nutzung von Wasserkraft an bestehenden, energetisch nicht genutzten Querbauwerken ■ Bessere Netzintegration des erzeugten Stroms durch belastbare Vorhersagen ■ „Virtuelle Kraftwerke“/„Smart grid“ (offene Plattform mit mehreren Marktteilnehmern, datentechnische Verknüpfung und gemeinsame Steuerung mehrerer Energieerzeugungsanlagen) ■ Koppelung erneuerbarer Energien ■ Investitionen in Energiespeichertechnologien: Pumpspeicherwerke, Batterien, „Power to gas“-Technologie
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regionalisierung von Mittel- und Niedrigwasserkennwerten für die entsprechende Region mit klimatischen und geographischen Gegebenheiten als erklärende Regressionsvariablen ■ Bedarfs- und Produktionsprognosen ■ Darstellung des Neubaupotenzials an bestehenden Querbauwerken im Energie-Atlas Bayern
Akteure	Wasserkraftbetreiber, Energieversorger, Bundesnetzagentur
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reduzierung der Stillstandszeiten durch optimierte Nutzung des Wasserdargebots ■ Netzverbünde und Energiespeicher: Allgemein effizientere Energienutzung und wichtige Weiterentwicklung für alle erneuerbaren Energien ■ Evtl. langfristig günstigere Strompreise
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hohe Kosten durch Modernisierung oder Nachrüstung; i. d. R. für kleine Wasserkraftanlagen nicht wirtschaftlich ■ Energiespeicher: Forschungsbedarf, Pumpspeicher kritisch in Bezug auf die (Gewässer-) Ökologie; Eingriff in das Landschaftsbild; Beschränkung geeigneter Standorte
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt wurden die Mittel- und Niedrigwasserkennwerte inkl. Dauerlinien für ganz Bayern regionalisiert. ■ Einbau einer Very Low Head (VLH)-Turbine im Illerkraftwerk Au ■ Erweiterung des Kraftwerkes Gottfrieding an der Unteren Isar ■ Leistungssteigerung durch Nachrüstung einer zusätzlichen Turbine beim Mainkraftwerk Rothenfels ■ Die Stadtwerke München bieten ein virtuelles Kraftwerk zur Bündelung einer Vielzahl von dezentralen Energieerzeugungsanlagen an. ■ Das virtuelle Kraftwerk der Stadtwerke Rosenheim steuert 23 Kraftanlagen aus vier Bundesländern https://www.swro.de/dokumente/upload/d90a0_virtuelles_kraftwerk_powerbladl.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Virtuelles Kraftwerk der Bayernwerk Natur GmbH
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ StMUV (2012): Bayerische Strategie zur Wasserkraft. 10-Punkte-Fahrplan für eine ökologische und naturverträgliche Wasserkraftnutzung. Langfassung. ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 40:
Gewässerqualitätswarn-
dienst

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Gewässerqualitätswarndienst
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GO_09, GÖ_12
Ziel	Gewässerqualitätswarndienste sollen öffentliche Melde- und Warnkonzepte sein, die bei sehr geringen Abflüssen und kritischen Wasserqualitätswerten zum Einsatz kommen, um gewässerökologische Schädigungen zu vermeiden. Durch entsprechende Meldestufen können Akteure gewarnt und sensibilisiert werden und Maßnahmen koordiniert eingeleitet und durchgeführt werden. Die Einleitungen von Abwärme und Abwasser sollten dann auf das Nötigste beschränkt werden. Es wäre sinnvoll, mit den Meldestufen auch vermehrte Messungen und Beobachtungen der Gewässersysteme zu verbinden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von sommerlichen Trockenperioden, verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Erhöhung der Wassertemperatur
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	Einführung eines öffentlichen Meldestufensystems mit verschiedenen Meldestadien, das bei bestimmten Schwellenwerten der Wassertemperatur und anderer Parameter genutzt wird: <ul style="list-style-type: none"> ■ Stadium der Vorwarnung (in Kürze zu erwartende kritische Temperaturen) ■ Stadium der Warnung (kritische Verhältnisse im Gewässer) ■ Stadium des Alarms (deutliche Beeinträchtigung der Gewässerbiologie bis hin zu den Fischen) ■ Verstärkung der Wasserqualitätsmessungen beim Erreichen der Meldestufen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Messungen und Modelle der Wassertemperatur sowie der Temperaturverläufe ■ Messungen anderer Wasserqualitätsparameter, wie z. B. Sauerstoffgehalt ■ Biologisches Gewässermonitoring ■ OGewV und RAKON, Teil B, Arbeitspapier II (Schwellenwerte für kritische Wasserbeschaffenheiten)
Akteure	Land, Kommunen, Wasserbehörden, Anliegende, einleitende Industrien, Kläranlagenbetreiber
Synergien	Forschungsrelevanz von Monitoringergebnissen
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Der „Alarmplan für den bayerischen, staugeregelten Main – Gewässerökologie“ (AMÖ) ist ein operativer Informationsdienst auf regionaler Ebene. Dieser wurde eingeführt, um in Niedrigwassersituationen kurzfristig zu warnen und Schäden für die Gewässerökologie möglichst zu verhindern. Im Warn- oder Alarmfall werden unterschiedliche Maßnahmen zur Verbesserung der Situation geprüft und gegebenenfalls umgesetzt. Ein entsprechender Alarmplan wurde auch für die Donau in Bayern erarbeitet („Alarmplan Donau – Gewässerökologie“ ADÖ). ■ Siehe Tabelle Tab. 30: Niedrigwasserinformationsdienst
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Regierung von Unterfranken (2012): Alarmplan staugeregelter Main in Bayern – Gewässerökologie. https://www.regierung.unterfranken.bayern.de/aufgaben/177673/177696/eigene_leistung/el_00288/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 41:
Anpassung im Schiffsbau

Klimawirkung	Niedrigwasser
Klimaanpassungsmaßnahmen	Anpassung im Schiffsbau
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	
Ziel	Wenn bei Niedrigwasser eingeschränkte Wassertiefen zur Verfügung stehen, können nur noch Schiffe mit geringerem Tiefgang passieren. Geringerer Tiefgang wird hauptsächlich durch den Bau von kleineren, leichteren Schiffen erreicht, aber auch durch Zusätze wie eine dynamische Tunnelschürze.
Anlass	Verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen; Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kleinere Schiffe ■ Leichtere Schiffe (z.B. leichtere Materialien: höherfester Stahl, Einsparung von Ausrüstungsgegenständen) ■ Reduzierung des maximalen Tiefgangs ■ Verbesserung der Manövrier-, Navigiereigenschaften der Schiffe ■ Dynamische Tunnelschürze ■ Dieselelektrischer Antrieb mit Mehrschraubenanlage
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Industrie, Schifffahrtsverwaltungen
Synergien	Verbesserte Manövrier- und Navigiereigenschaften der Schiffe sind auch für Hochwassersituationen zuträglich.
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Geringere Transportkapazitäten ■ Höhere Investitions- und Transportkosten
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Das Unternehmen Croise l'Europe stellt für Fluss-Kreuzfahrten auf Elbe und Loire neue Schiffstypen in Leichtbauweise und mit Schaufelradantrieb her. ■ Die Kiesschiffahrt Weser hat ein flachgehendes Schiff entwickelt, das als Schubschiff auch bei Niedrigwasser einsetzbar ist.
Quellen, weiterführende Informationen	LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Siehe auch:

Tab. 69: Ökologisch verträgliche Wasserkraft

Tab. 70: Variation hydromorphologischer Strukturen

Klimawirkung Trockenheit und Dürren

Tab. 42:
Klimawandelgerechte Anpassungs-
möglichkeiten/-konzepte bestehender
Wasserversorgungssysteme

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Klimawandelgerechte Anpassungsmöglichkeiten/-konzepte bestehender Wasserversorgungssysteme
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_09, NW_10
Ziel	Klimaangepasste Wasserversorgungskonzepte sollen erlauben, rechtzeitig zusätzliche oder alternative Versorgungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, eventuell Abnahme der Rohwasserdarbotsmengen, erhöhter Spitzenbedarf in Trockenzeiten
Umsetzungsgrundlage	WHG; Bayerische Gemeindeordnung
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ermittlung des (derzeitigen und zukünftigen) Wasserdarbot und -bedarfs und Aufstellung von Wasserbilanzen einzelner Wasserversorgungsanlagen ■ Beurteilung der Schützbarkeit und Rohwasserqualität der genutzten Wassergewinnungsanlagen ■ Regelmäßige Aktualisierung dieser Abschätzungen ■ Erhöhung der Versorgungssicherheit der öffentlichen Trinkwasserversorgung durch Schaffung von Verbundsystemen oder Erschließung zusätzlicher Wassergewinnungsanlagen
Entscheidungsgrundlagen	Siehe Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) (2017)
Akteure	Land, Kommunen, Wasserversorger
Synergien	Grundlage für weitere Anpassungsmaßnahmen der Handlungsfelder Wasserversorgung und Grundwassernutzung und -schutz
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Rahmen des Projektes „Erhebung und Bewertung der öffentlichen Wasserversorgung in Bayern“ wurde flächendeckend die Versorgungssicherheit der Wasserversorgungsanlagen auch unter Berücksichtigung des Klimawandels bis zum Jahr 2025 bewertet. https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/projekte/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Rahmen des Projektes KLIWA (Teilprojekt KLIWA-Grundwasser) wurden für den süddeutschen Raum anhand von Modellrechnungen in Fallstudien zukünftig zu erwartende Quellschüttungsänderungen berechnet.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informationen zur Anpassung an Trockenheit und Dürre in Bayern https://www.lfu.bayern.de/wasser/klimawandel_wasserhaushalt/anpassung/trockenheit_niedrigwasser/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ KLIWA (2018): Wasserversorgung und die Entwicklung des Darbot in gering ergebnigen Grundwasserleitern, KLIWA-Heft 22, S. 219-231 ■ DVGW (2017): Veränderung des Wasserbedarfs: Empfehlungen für eine systematische Identifizierung des Anpassungsbedarfs und der Anpassungsmöglichkeiten bestehender Wasserversorgungssysteme Nr. 82 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 43:
Nachhaltige Grundwasser-
bewirtschaftung

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_01, NW_04, NW_08, PW_07
Ziel	Die nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung soll die aktuelle Grundwasserneubildungsrate berücksichtigen, aber auch frühzeitig die Weichen für eine klimaangepasste Nutzung stellen. Dabei sollen auch weitere Aspekte wie die zukünftige Landnutzung oder die Veränderung der Nachfrage einbezogen werden.
Anlass	Zunahme der Grundwasserspiegelschwankungen, steigender Wasserbedarf (z. B. Trinkwasser und Bewässerung) wegen Erhöhung der Lufttemperatur und Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden
Umsetzungsgrundlage	WRRL; WHG; BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bewirtschaftung mit Berücksichtigung der Klimawandelfolgen ■ Sichern, Anpassen sowie Ausweisen von Wasserschutz-, Wasservorrang- und Wasservorbehaltsgebieten ■ Förderung der interkommunalen Kooperationen und Wasserversorgungsverbünde (siehe Tab. 56: Organisatorische Anpassungen in der Landwirtschaft). Durch Weitergabe von Erfahrungen und Informationen können wasserwirtschaftliche Maßnahmen und Verbundprojekte optimiert werden ■ Grundwasserstandsabhängige Steuerung von Grundwasserentnahmemengen ■ Vergabe von Wasserrechten, vor allem in Risikogebieten, an die Ergebnisse von Grundwasserbilanzen und die darauf aufbauende Einschätzung der Grundwassergefährdung sowie die Auflage eines Grundwassermonitorings knüpfen ■ Prüfung, ob durch Vorgaben im Rahmen von wasserrechtlichen Erlaubnisverfahren zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels schon jetzt Rechnung getragen werden kann: ■ Festlegung von ortsbezogenen Grundwasserständen, die nicht unterschritten werden dürfen (zum Schutz der Wasserressourcen, aber auch zum Schutz grundwasserabhängiger Ökosysteme und setzungsempfindlicher Bausubstanz) ■ Sorgfältige Prüfung der Bewässerungswürdigkeit einzelner Kulturen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ergebnisse des Grundwassermonitorings ■ Ergebnisse von Klima- und Grundwasserneubildungs-Projektionen
Akteure	Land, Kommunen
Synergien	Naturschutz; Schutz von setzungsempfindlicher Bausubstanz
Abwägungsbedarf	Alternative Versorgung nötig in Zeiten mit zu geringen Grundwasserständen
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Regierung von Unterfranken hat die AKTION GRUNDWASSERSCHUTZ 2001 ins Leben gerufen, um neue Wege für eine nachhaltige Wasserversorgung zu entwickeln. Seit 2015 unterstützt das Bayerische Landesamt für Umwelt alle bayerischen Regierungsbezirke dabei, ihre Ideen in die Aktion einzubringen und neue Projekte zu entwickeln. Ein Schwerpunkt liegt auf der Sensibilisierung der Öffentlichkeit für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Ressource Grundwasser. https://www.grundwasserschutz.bayern.de/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Rahmen des Projektes KLIWA (Teilprojekt KLIWA-Grundwasser) wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt und die Grundwasserneubildung im süddeutschen Raum anhand von Modellrechnungen berechnet (KLIWA 2012). Zusätzlich wurde das Langzeitverhalten der Grundwasserneubildung im Zeitraum 1951 bis 2015 untersucht und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung in der Zukunft formuliert (KLIWA 2017). https://www.kliwa.de/grundwasser.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Oberpfälzer Jura kooperieren sieben Wasserversorger zur Optimierung des Trinkwasserschutzes und der langfristigen Sicherung des Grundwasservorkommens. https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/kub/kommunen/wasser_trinkwasserschutz_grundwasservorkommen_operfaelzer_jura_projektbeschreibung.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU-Projekt „Datenerhebung und Dargebotsermittlung in den Schwerpunktgebieten landwirtschaftliche Bewässerung und Erarbeitung von Regelungen für die Begutachtungspraxis bei Bewässerungsanträgen“ (Laufzeit 2017 bis 2020)
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ KLIWA-Heft 17 (2012): Auswirkungen des Klimawandels auf Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz ■ KLIWA-Heft 21 (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951–2015) ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 44:
Maßnahmen zur Förderung der
Grundwasserneubildung

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Maßnahmen zur Förderung der Grundwasserneubildung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_02, HW_06, BS_11, SE_05, VL_19, GF_11, LR_04-06
Ziel	Durch den Rückhalt von Niederschlagswasser können Flächen sowohl in Ortslagen als auch in Außengebieten zur Grundwasserneubildung beitragen. Neugebildetes Grundwasser dient der Erhöhung des Grundwasserdargebots.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden und höherer Nutzungsdruck, Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereitstellung von Überflutungsräumen, Auenrenaturierung (siehe Tab. 13: Flächenvorsorge) ■ Wiedervernässung von Feuchtgebieten (siehe Tab. 65: Moorrenaturierung) ■ Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen (siehe Tab. 70: Variation hydromorphologischer Strukturen) ■ Waldumbau zu einem höheren Laubbaumanteil (siehe Tab. 72: Waldumbau) ■ Verringerung der Flächenversiegelung und Nutzung von Versickerungspotenzialen (siehe Tab. 20: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung) ■ Erhöhung des Grünflächenanteils (siehe Tab. 5: Erhalt und Schaffung klimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen) ■ Verbesserung der Bodenstruktur durch Vermeidung von Bodenverdichtungen, Stabilisierung des Porensystems durch konservierende Bodenbearbeitung (siehe Tab. 23: Bodenschutz/Erosionsschutz, Tab. 58: Bodenwasserhaushalt erhalten und verbessern) ■ Versickerung von aufbereitetem Oberflächenwasser in Versickerungsanlagen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Versickerungspotentialkarten ■ Bodenkarten ■ Detailliertes Grundwassermonitoring ■ Abschätzung möglicher zukünftiger Entwicklungen der Grundwasserneubildung und Quellschüttungen ■ Übersicht zu qualitativ geeignetem, zur Verfügung stehenden Wasser für die künstliche Infiltration
Akteure	Land, Kommunen, Landwirtschaftsverbände, Landwirtinnen und Landwirte, Forstämter, Grundstücksbesitzerinnen und -besitzer
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verringerung des Oberflächenabflusses, Hochwasserschutz ■ Bodenschutz ■ Verbesserung des Mikroklimas, Verringerung der Hitzebelastung ■ Erhöhung der Biodiversität ■ Stadtbild
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	Siehe oben: verlinkte Tabellen
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ BMVBS (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischen Klimafolgenbewertung ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 45:
Flächendeckendes Wasser-
dargebotsmanagement

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Flächendeckendes Wasserdargebotsmanagement
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_12, NW_16
Ziel	Die Trinkwasserversorgung hat absoluten Vorrang vor anderen Wassernutzungen. Das Wasserdargebotsmanagement muss neben der öffentlichen Trinkwasserversorgung auch andere relevante Nutzungen, wie beispielsweise landwirtschaftliche und gartenbauliche Bewässerung oder relevante Industriebetriebe mit Eigenversorgung, einbeziehen.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden und Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen, steigender Wasserbedarf
Umsetzungsgrundlage	WRRL; WHG; BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Regionales oder landesweites Wasserdargebotsmanagement ausgehend vom Vorrang der Trinkwasserversorgung ■ Klimawandelgerechte Wasserversorgungsplanung (siehe Tab. 42: Klimawandelgerechte Anpassungsmöglichkeiten/-konzepte bestehender Wasserversorgungssysteme) ■ Angepasstes Talsperrenmanagement ■ Detailerhebung gefährdeter Wassergewinnungsanlagen ■ Verstärkte Überwachung von Gewässernutzungen ■ Implementierung eines Niedrigwasser-/Trockenheitsmanagementplans (siehe Tab. 31: Maßnahmenpläne für den Fall der Unterschreitung bestimmter Abflussschwellenwerte, Tab. 32: Nutzungsbeschränkungen) ■ Sensibilisierung der verschiedenen Nutzergruppen hinsichtlich ihres Wasserverbrauchsverhaltens, Förderung der Reduzierung der Wasserentnahme
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Land, Kommunen, Wasserversorger
Synergien	Gesundheit; Schutz vor Hitzebelastung
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Pilotprojekt „Entwicklung eines Niedrigwassermanagements“ in Unterfranken werden Anpassungsstrategien mit Blick auf Trockenperioden und Niedrigwasser entwickelt sowie Handlungsempfehlungen für kurz-operatives und langfristig-vorbeugendes wasserwirtschaftliches Handeln in Trockenzeiten erarbeitet. Ziel ist ein Handlungsleitfaden zum regionalen Niedrigwassermanagement und die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Verwaltung bei Konflikten um konkurrierende Nutzungen. ■ Im LfU Projekt „Datenerhebung und Dargebotsermittlung in den Schwerpunktgebieten landwirtschaftliche Bewässerung und Erarbeitung von Regelungen für die Begutachtungspraxis bei Bewässerungsanträgen“ werden für ausgewählte Gebiete Bewässerungsmanagementpläne unter Wahrung der Interessen der Trinkwasserversorgung auch bei ungünstigen hydrologischen Zuständen erstellt.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. ■ Guschker, Ch. und Zumkeller, F. (2017): Präsentation des Pilotprojektes „Entwicklung eines Niedrigwassermanagements“ auf der Informationsveranstaltung „Grundwasserschutz“ der ILEK Würzburger Norden in Bergtheim am 24.04.2017 https://wuerzburgernorden.files.wordpress.com/2018/04/170424_ruf_beitrag_niedrigwassermanagement_final.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 46:
Änderungen der Landnutzung
und -bewirtschaftung

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Änderungen der Landnutzung und –bewirtschaftung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	VL_02, VL_19, BS_05, NW_02, PW_01-05, PW_11
Ziel	Landnutzungsänderungen beeinflussen das Grundwasser sowohl hinsichtlich der Menge der Grundwasserneubildung als auch der Qualität. Eine hohe Grundwasserneubildungsrate geht von Standorten mit hohem Infiltrationsvermögen und wenig Verdunstung aus. Dünge-extensive Landnutzungen belasten das Grundwasser deutlich weniger mit Nährstoffen und meist auch Pflanzenschutzmitteln als dünge-intensive Landnutzungen. Die Nutzungsänderung zu einer dünge-extensiven Landnutzung ist besonders auf ertragsschwachen Grenzstandorten, auf erosionsgefährdeten Hanglagen, Auenstandorten oder Übergangsbereichen in Betracht zu ziehen.
Anlass	Zunahme der Nitratauswaschung und Auswaschung anderer Stoffe aufgrund der Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden und der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen
Umsetzungsgrundlage	WRRL; WHG; BayWG; GrwV; LEP 7.2.2 Schutz des Grundwassers
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ökolandbau ■ Humusaufbau ■ Agroforstsysteme ■ Umwandlung von Ackerflächen in Grünland oder Wald ■ Umwandlung von Intensivgrünland zu Extensivgrünland ■ Weiterentwicklung von Anbausystemen zur effizienten Wassernutzung sowie effizientes Wasser- und Nährstoffmanagement (z. B. Zweinutzungssysteme, Mischanbau, dauerhaft mehrjährige Nutzungssysteme) ■ Anbau von Kulturpflanzen mit geringem Pflanzenschutz- und Nährstoffbedarf ■ Aufforstungen (v. a. Laubwald) (siehe Tab. 44: Maßnahmen zur Förderung der Grundwasserneubildung, Tab. 72: Waldumbau) ■ Anbau von Kurzumtriebsplantagen ■ Moorschutz und -renaturierung (siehe Tab. 65: Moorrenaturierung) ■ Verstärkte Ausrichtung von Förderprogrammen wie KULAP auf die Umsetzung des Vertragsnaturschutzes (unter diesem Aspekt insbesondere die Umwandlung von Acker- in Grünland)
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Landschaftsplanungen, Kommunen, Landwirtinnen und Landwirte
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bedeutung von artenreichem Grünland als wichtiger naturschutzfachlicher Bestandteil ■ Verringeres Erosionsrisiko, Bodenschutz, Bodenfruchtbarkeit ■ Klimaschutz ■ Hochwasserschutz bei Unterstützung der Versickerung
Abwägungsbedarf	Ggf. geringere landwirtschaftliche Produktivität
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) ■ Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinien (LNPR) ■ Kooperationen zwischen Landwirten und Wasserversorgern
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Rahmen der AKTION GRUNDWASSERSCHUTZ in Unterfranken wurden gemeinsam mit den Wasserversorgern von Karlstadt, Arnstein und Thüngen sowie den Landwirten vor Ort ein umfassendes Sanierungskonzept gegen die Nitratbelastung des Grundwassers auf den Weg gebracht. Auf rund 1100 Hektar landwirtschaftlicher Fläche im Wassereinzugsgebiet Werntal wurden grundwasserverträgliche Maßnahmen vereinbart (Stand 2016). https://aktiongrundwasserschutz.de/regionale-kooperationen-modellprojekt-werntal/ aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 46 (Fortsetzung):
Änderungen der Landnutzung
und -bewirtschaftung

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Praxisbeispiele (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen der AKTION GRUNDWASSERSCHUTZ wurde die Initiative „Wasserschutzbrot“ gegründet. Teilnehmende Landwirte verzichten beim Anbau ihres Backweizens auf die letzte Stickstoff-Gabe. Somit verringert sich das Risiko der Nitrat-Auswaschung in das Grundwasser: Es ist ohne teure Aufbereitung als Trinkwasser nutzbar. Für den im Rahmen des Projekts geernteten Weizen mit einem geringeren Eiweißgehalt erhalten die Landwirte einen Ausgleich von ihrem örtlichen Wasserversorgungsunternehmen. Das grundwasserschonend angebaute Getreide wird in den Mühlen getrennt vermahlen und auch separat gelagert. Anschließend gelangt dieses Mehl ausschließlich zu den an diesem Projekt beteiligten Bäckern. Aktuell sind 35 Landwirte in Unter- und Oberfranken an der Aktion beteiligt. https://www.wasserschutzbrot.de/ aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> LfU (2017): Niedrigwasser in Bayern. Grundlagen, Veränderungen und Auswirkungen. Umwelt-Spezial. https://aktiongrundwasserschutz.de/ aufgerufen am 28.07.2021 LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 47:
Sicherung der Trinkwasser-
qualität im Leitungsnetz

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Sicherung der Trinkwasserqualität im Leitungsnetz
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAŠ 2016	-
Ziel	<p>Länger andauernde Hitzeperioden können unter ungünstigen Randbedingungen eine Erhöhung der Wassertemperatur in den Verteilungsnetzen verursachen. Im Temperaturbereich zwischen 15 und 25 °C kann es zu einer Vermehrung von hygienisch relevanten Bakterien kommen. Vor allem Netzabschnitte mit geringem und stagnierendem Durchfluss, wie beispielsweise Netzendstränge, können davon betroffen sein.</p> <p>Durch geeignete Maßnahmen ist eine übermäßige Erhöhung der Wassertemperatur im Leitungsnetz zu verhindern.</p>
Anlass	Erhöhung der Wassertemperatur im Leitungsnetz aufgrund Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Hitzeperioden
Umsetzungsgrundlage	TrinkwV, DIN 2000
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> Anpassung von Netzspülungen Ggf. gezielte Nachdesinfektion bei Speicherung und Verteilung <p>Verringerung der Erwärmung durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> Verfüllung der Leitungsgräben mit Materialien geringer Wärmeleit- und -speicherfähigkeit Entsiegelung darüber liegender Flächen Größere Einbautiefen Isolierung der Leitungen Bedarfsorientierte Planung und Anpassung der Netzstruktur
Entscheidungsgrundlagen	Regelmäßige Messungen der Trinkwasserqualität in verschiedenen Netzbereichen und Hausanschlüssen
Akteure	Netzbetreiber, Kommunen
Synergien	Desinfektion und Durchspülung auch relevant für die Klimawirkungen Starkregen und Sturzfluten, Hochwasser
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> Evtl. hohe Kosten Aufwändige bauliche Maßnahmen
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 48:
Regenwassernutzung

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Regenwassernutzung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	IG_06
Ziel	Die Regenwassernutzung in Privathaushalten, Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Industrie kann dazu beitragen, die Wasserabgabe der öffentlichen Wasserversorgung zu senken. Regenwasser kann als Brauchwasser, z. B. zur Bewässerung, für die Toilettenspülung, zur Kühlung von Gebäuden oder als Prozesswasser in der Industrie genutzt werden.
Anlass	Verringerung der Grundwasserneubildung, erhöhter Spitzenwasserbedarf
Umsetzungsgrundlage	TrinkwV; AVBWasserVO; BayBO; DIN 1989, Teil 1 bis Teil 4
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sammlung und Speicherung von Regenwasser in unterirdischen Zisternen, Teichen, Regentonnen usw.
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einschätzung des möglichen Wasserertrages aus dem Niederschlag sowie des potenziellen Wasserbedarfes ■ Standards für Bau und Betrieb einer Regenwassernutzungsanlage: DIN 1989, Teil 1 bis Teil 4
Akteure	Träger öffentlicher Einrichtungen, Unternehmen, Industrie, Privatpersonen
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verträglichkeit von Regenwasser für Pflanzen ■ Entlastung der Kanalisation ■ Geringere Abwassergebühren (bei gesplitteter Abwassergebühr)
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zweites Leitungsnetz und Pumpe erforderlich, falls das Regenwasser für die Toilettenspülung genutzt werden soll. ■ Wegen Verschmutzung schlechte Eignung mancher Dachflächen für die Regenwassernutzung (z. B. Dachbeläge aus Kupfer oder Zink) ■ Es handelt sich rechtlich um Eigengewinnungsanlagen, die in Konkurrenz zum öffentlichen Wasserversorger zu sehen sind (hoher Fixkostenanteil der meisten Wasserversorger kann zu steigenden Kubikmeterpreisen bei sinkendem Trinkwasserverbrauch infolge Regenwassernutzung führen).
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Neumarkter Lammsbräu setzt Regenwasser für die Kühlkondensatoren der eigenen Kühlanlage ein. https://www.umweltpakt.bayern.de/files/praxisbeispiele/praxisbeispiele_neumarkter_lammsbraeu_internet.pdf aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2016): Naturnaher Umgang mit Regenwasser – Verdunstung und Versickerung statt Ableitung https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_88_umgang_mit_regenwasser.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2015): Regenwasserversickerung - Gestaltung von Wegen und Plätzen – Praxisratgeber für den Grundstückseigentümer https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfw_was_00157.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Informationsportal der Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung e.V. https://www.fbr.de/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 49:
Reduzierung des Wasser-
bedarfs

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Reduzierung des Wasserbedarfs
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_15, WA_01, EW_05, IG_06, IG_10, PW_29
Ziel	Steigendem Wasserbedarf während Trockenperioden kann mit Maßnahmen zur Reduzierung des Wasserverbrauchs begegnet werden. Dazu können die verschiedenen Wassernutzungen optimiert, die Transportverluste vermindert oder in hygieneunsensiblen Bereichen auf alternative Brauchwasserquellen zurückgegriffen bzw. Brauchwasser mehrfach genutzt werden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Häufung von Tagen mit Spitzenbedarf, ggf. auch Erhöhung des Tagesspitzenbedarfs
Umsetzungsgrundlage	WHG, BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschung und Entwicklung von wassersparenden Produktionsverfahren ■ Einsatz wassersparender Technologien in Kraftwerken (siehe Tab. 37: Einrichtung von alternativen, weitgehend abflussunabhängigen Kühlverfahren) ■ Einschränkungen von Wassernutzungen (z. B. für Bewässerung, Autowäsche) während Trockenperioden ■ Bau von Wasserspeichern für landwirtschaftliche Bewässerung ■ Regenwassernutzung (siehe Tab. 48: Regenwassernutzung) ■ Brauchwassermehrfachnutzung ■ Minimierung von Rohrnetzverlusten (z. B. durch verbesserte Instandhaltungsstrategie) ■ Senkung des Eigenbedarfs der WWU bei Filter- und Rohrnetzspülung durch Optimierung der Prozesse ■ Sensibilisierung der verschiedenen Nutzergruppen hinsichtlich deren Wasserverbrauchs ■ Appelle an die Bevölkerung vonseiten der Wasserversorger, Wasser zu sparen ■ Netzinspektion und -wartung nach den Regeln der Technik und geeignete Sanierungsstrategie
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Land, Wasserwirtschaftsämter, Industrie, Energiewirtschaft, Kommunen, Gärtnerei, Landwirtschaft, Privatpersonen
Synergien	(Langfristige) Kosteneinsparung
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Allgemein durch Bevölkerungsrückgang voraussichtlich eine Reduktion des Wasserbedarfs (Ausnahme: Großstädte bzw. Ballungsräume), in Trockenperioden jedoch eher Häufung der Tage mit Spitzenbedarf, ggf. auch Steigerung des Tagesspitzenbedarfs ■ Hoher Anteil der verbrauchsabhängigen Komponente des Wasserpreises führt bei Verringerung des Gesamtwasserbedarfs möglicherweise zu Kostenunterdeckung der Wasserversorger (hoher Fixkostenanteil)
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Das Städtische Klinikum München hat seinen Wasserverbrauch kritisch unter die Lupe genommen und spart nun durch verschiedene Maßnahmen 60.000 Euro pro Jahr. https://www.umweltpakt.bayern.de/files/praxisbeispiele/praxisbeispiel_klinikum_muenchen_wasser_internet.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Durch die Entwicklung innovativer Verfahren sowie eine konsequente Schwachstellenanalytik mit anschließender Prozessoptimierung gelang es der Firma HiPP, ihren Wasserverbrauch um 64 % in den letzten 40 Jahren zu senken. https://www.umweltpakt.bayern.de/download/pdf/izu_praxisbeispiel_hipp_wasser_2013.pdf aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spar- und Verbrauchertipps zum persönlichen Umgang mit dem Trinkwasser: https://www.lfu.bayern.de/wasser/trinkwasserversorgung_oeffentlich/trinkwasserverbrauch/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 50:
Anpassung der Wasserver-
sorgungsinfrastruktur

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaß- nahmen	Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_10
Ziel	Soweit es zu sinkenden Grundwasserspiegeln und einer Verschlechterung der Trinkwasserqualität kommen sollte, sind die Wasserversorgungsanlagen zu optimieren. Eine eventuelle Zunahme des Tagesspitzenbedarfs erfordert ggf. größere Fassungs-, Aufbereitungs-, Transport- und Speicherkapazitäten, während eine Zunahme des maximalen Stundenbedarfs größere Wasserverteilungskapazitäten erforderlich machen kann. Sowohl für mengenmäßige als auch für qualitative Extremsituationen ist eine redundante Gewinnung von Trinkwasser zu empfehlen. Auch bei Hochwasserextremereignissen oder anderen Naturgefahren muss eine sichere Versorgung gewährleistet sein.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen
Umsetzungsgrundlage	Art. 57 Abs. 2 BayGO
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimierung bestehender Wasserversorgungsanlagen (z. B. tiefere Brunnen und leistungsfähigere Pumpenanlagen, jedoch keine Entnahme von Tiefengrundwasser) ■ Errichtung redundanter Gewinnungssysteme (siehe Tab. 51: Redundante Wassergewinnungssysteme) ■ Schaffung größerer Speicherkapazitäten ■ Sicherstellung weiterer Entnahmeoptionen durch flächendeckenden Grundwasserschutz ■ Prüfen der Erfordernis einer Trinkwasseraufbereitung (Nährstoffminderung, Desinfektion, Partikelentfernung durch Filtration, Flockung, Membranfiltration etc.) ■ Nachhaltige Netzinstandhaltungsstrategie (durchschnittliche Netzerneuerungsrate von 1,5 % pro Jahr)
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Wasserversorger, Kommunen, Land
Synergien	-
Abwägungsbedarf	Mittel- bis langfristige Planung der Wasserversorgungsstruktur erforderlich, Investitionen
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2016): Checkliste und Handlungsempfehlungen für eine sichere Trinkwasserversorgung durch kleine Wasserversorgungsunternehmen in Bayern https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00307.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 51:
Redundante Wassergewinnungssysteme

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Redundante Wassergewinnungssysteme
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAŠ 2016	NW_10
Ziel	Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit empfiehlt die Wasserwirtschaftsverwaltung, ein „zweites Standbein“ für eine Wasserversorgungsanlage zu schaffen (alternative Wassergewinnungsanlage oder Wasserbezug). Damit wird eine reguläre leitungsgebundene Versorgung der Abnehmer auch bei Ausfall einer Wassergewinnung durch nicht planbare Ereignisse gesichert. Dies kann die Vulnerabilität eines Wasserversorgers gegenüber dem Klimawandel deutlich senken. Ziel ist es, dass möglichst jede öffentliche Wasserversorgung über mindestens zwei unabhängige Standbeine verfügt, seien es eigene, unabhängige Gewinnungsgebiete oder Verbundleitungen zu Nachbarn.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Zunahme von Grundwasserspiegel- bzw. Quellschüttungsschwankungen, Zunahme des Spitzenwasserbedarfs
Umsetzungsgrundlage	WHG, BayGO
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erschließung anderer, zusätzlicher Rohwasserquellen ■ Ausbau regionaler und überregionaler Verbundlösungen (Gruppenversorger, Zweckverbände, Fernversorger)
Entscheidungsgrundlagen	Abschätzungen zur Ergiebigkeit der Wasservorkommen unter Klimawandelbedingungen (siehe Tab. 52: Klimaspezifische Auswertung und Anpassung des Grundwassermonitorings)
Akteure	Wasserversorger, Kommunen, Land
Synergien	Absicherung bei plötzlich auftretenden Wasserqualitätsproblemen
Abwägungsbedarf	Hohe Kosten; Nutzung möglichst vielfältiger und großer Vorkommen
Praxisbeispiele	ARGE WV-Nordbayern: Über verknüpfte Leitungsnetze von 6 Großraum- bzw. Fernwasserversorgungsunternehmen wird Wasser vom süd- in den nordbayerischen Raum geleitet.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2016): Checkliste und Handlungsempfehlungen für eine sichere Trinkwasserversorgung durch kleine Wasserversorgungsunternehmen in Bayern https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00307.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU), Bayerischer Gemeindetag, Bayerischer Städtetag, DVGW und Wasserwerksnachbarschaften Bayern (Hrsg.) (1999): Betriebliche Kooperation. Ein Leitfaden für Wasserversorgungsunternehmen ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 52:
Klimaspezifische Auswertung und Anpassung des Grundwassermonitoring

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Klimaspezifische Auswertung und Anpassung des Grundwassermonitorings
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_05, NW_07, NW_08
Ziel	Eine regelmäßige Überwachung der Grundwassermenge über den Parameter Wasserstand und der Grundwasserqualität über die Bestimmung chemischer Inhaltsstoffe und Vor-Ort-Parameter (z. B. Temperatur) ist sowohl für die Grundwasserbewirtschaftung als auch für die Klimafolgenabschätzung von Bedeutung. Zusätzlich erfolgt die Fortschreibung der Langzeitsimulation (1951–2017) von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung. Anhand der Ergebnisse lassen sich ausschließlich klimatisch bedingte und somit nutzungsunabhängige Änderungen aufzeigen.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Zunahme von Grundwasserspiegelschwankungen, Erhöhung der Wassertemperatur,
Umsetzungsgrundlage	WHG; BayWG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erhalt und Ausbau der Grundwassermessstellennetze und des Grundwassermonitorings ■ Verstärkte Erfassung von Grundwassertemperaturen, Beschaffenheitsdaten und ggf. weiterer bisher nicht im Fokus stehender Parameter (z. B. Grundwasserfauna) im Rahmen des Grundwassermonitorings ■ Regelmäßige Überprüfung der Aussagefähigkeit des Grundwassermonitorings hinsichtlich klimarelevanter Fragestellungen ■ Beobachtung der Auswirkungen möglicher Vegetations- und Landnutzungsänderungen auf das Grundwasser ■ Betrieb eines hochaufgelösten Bodenwasserhaushaltsmodells zur Modellierung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Land, Wasserbehörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungsrelevanz ■ Informationen zur Gefahr von hohen Grundwasserständen/Vernässung infolge von Starkregenereignissen ■ Informationen zur Grundwasserbeschaffenheit nach verstärkter Erosion und Nitratauswaschung ■ Information zur flächendeckenden Grundwasserneubildung
Abwägungsbedarf	Laufende Kosten
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ Niedrigwasserinformationsdienst (NID) https://www.nid.bayern.de/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ KLIWA-Heft 21 (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015)

Tab. 53:
Anpassungen im
Anbau

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Anpassungen im Anbau
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAŠ 2016	PW_12-15, PW_26
Ziel	Anpassungen im Anbau stellen relativ einfache, kostengünstige und kurzfristige Maßnahmen zur Risikostreuung und Vermeidung von Ernteeinbußen durch Klimaextreme dar.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Erhöhung der Lufttemperatur
Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diversifizierung des Fruchtarten- und Sortenspektrums ■ Wahl von trockenstresstoleranten Kulturpflanzen und Pflanzensorten ■ Wahl von Kulturen, deren größter Wasserbedarf außerhalb der Sommermonate liegt ■ Optimierung der Standortansprüche von Kulturpflanzen durch Züchtungen ■ Anbau von Winterfrüchten ■ Präzise Saatverfahren ■ Vermeidung des großflächigen Anbaus abfluss-/erosionsfördernder Kulturen wie z. B. Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln (siehe Tab. 23: Bodenschutz/Erosionsschutz) ■ Abwechselnder, streifenförmiger Anbau unterschiedlicher Kulturen ■ Dünnere Bestände mit kräftigeren Einzelpflanzen ■ Beschattung (z. B. in Agroforstsystemen oder durch das Aufstellen von Solarmodulen) ■ Standortabhängige Anpassung von Saatterminen und -dichten, z. B. Verhinderung des Überwachsens von Pflanzenbeständen im Herbst durch spätere Aussaat oder zeitigere Aussaat von Sommerkulturen zur maximalen Nutzung der Winterfeuchte der Böden
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Landwirtschaft, Forschung
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erosionsschutz bei Starkregen ■ Effiziente Flächennutzung ■ Evtl. mehr Ertrag durch verlängerte Vegetationszeiten
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) erarbeitet eine Empfehlung für regional angepasste Luzerne/Rohrschwengel-Mischungen für Franken. Für einen erfolgreichen Futteranbau sind vor allem Trockenresistenz und Ausdauer unter regionalen Bedingungen bei dennoch hoher Futterqualität wesentlich. https://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/148039/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ Straubing) hat Anbauversuche mit Sorghum, einer Hirseart aus der Sahelzone, in Deutschland durchgeführt und empfiehlt die Pflanze wegen ihres hohen Biomasse-Energiepotentials und ihrer Trockenstresstoleranz als Ersatz für Mais bei der Erzeugung von Biomasse. https://www.tfz.bayern.de/sorghum aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfL (2016): Regelspurverfahren im Ackerbau. Ergebnisse aus dem Agro-Klima-Forschungsprojekt „Regelspurverfahren – Controlled-Traffic-Farming“. ■ Verband der Landwirtschaftskammern (2010): Klimawandel und Landwirtschaft. Anpassungsstrategien im Bereich Pflanzenbau ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 54:
Effizienz der Bewässerung
erhöhen

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Effizienz der Bewässerung erhöhen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_21, NW_01, BS_02
Ziel	Zur möglichst schonenden Wassernutzung sollte nur zu verdunstungsarmen Zeiten und nur dort bewässert werden, wo dringend Wasser benötigt wird. Dafür gibt es Methoden bzw. Techniken, die den Wasserbedarf der Pflanzen ermitteln. Manche Bewässerungstechniken sind sehr sparsam. Bei der Tröpfchenbewässerung werden beispielsweise geringe Mengen von Wasser sehr exakt abgegeben. Auf diese Weise werden Verdunstungsverluste möglichst geringgehalten.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Erhöhung der Lufttemperatur
Umsetzungsgrundlage	BayWG; BayAgrarWiG
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Förderprogramme zur Unterstützung einer konservierenden Bodenbearbeitung ■ Vorausschauende Lenkung stark wasserverbrauchender Nutzungen über die Festlegung von Ausschlussbereichen für diese Nutzungen
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tröpfchenbewässerung ■ Bedarfsgerechte Bewässerungssteuerung ■ Teilflächenspezifische Beregnung („Precision Irrigation“)
Entscheidungsgrundlagen	Bewässerungsservice der LfL: www.wetter-by.de aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Landwirtinnen und Landwirte, Landwirtschaftsverbände, Agrartechnik, Forschung
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimale Bedingungen für die Nährstoffversorgung bei optimaler Bewässerung ■ Weniger Nitratauswaschung als bei Überkopfbewässerung ■ Pflanzen weniger anfällig für Pilzkrankheiten, wenn Blätter weniger benetzt werden
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Teure Investitionen in neue Techniken ■ Evtl. Abhängigkeitsverhalten der Pflanzen; indem der Wurzelballen sich nur im engen, bewässerten Bereich entwickelt → Erhöhung der Vulnerabilität bei Trockenheit, gespeichertes Wasser im restlichen Boden kann nicht genutzt werden
Finanzierung	-
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mit dem StMUV-Pilotförderprogramm zur nachhaltigen und umweltverträglichen Bewirtschaftung der Wasserressourcen“ sollen Konzepte unter Berücksichtigung aller bewässerungswürdigen Kulturen im Fördergebiet erarbeitet werden https://www.hef.tum.de/fileadmin/Agrarwissenschaftliches_Symposium/AgrarSymp_2017/Praesentationen/Anton_Steiner_Vortrag_Trockenheit.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Pilotprojekt der LWG zur dezentralen Bewässerung von fränkischen Weinlagen (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.11)
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfL (2008): Bewässerung im Ackerbau und in gärtnerischen Freilandkulturen ■ LfL (2016): Tropfbewässerung im Kartoffelbau. Ergebnisse aus dem Agro-Klima-Forschungsprojekt „Tropfbewässerung im Kartoffelbau“ ■ ZALF (2015): Wassermanagement in der Landwirtschaft ■ BMVBS (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischen Klimafolgenbewertung ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 55:
Substitution von Grundwasser
bei der Bewässerung in der
Landwirtschaft

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Substitution von Grundwasser bei der Bewässerung in der Landwirtschaft
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_21, PW_29
Ziel	Zur Entspannung der Nutzungskonflikte um Grundwasservorkommen sollten für die Bewässerung in der Landwirtschaft und im Gartenbau nach Möglichkeit alternative Wasservorkommen, z.B. aus Oberflächengewässern, genutzt werden. Aber auch die Speicherung von Niederschlagswasser im Winter bietet hier viel Potential. Dafür müssen allerdings Speichersysteme vorhanden sein oder gebaut werden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden, Abnahme der Sommerniederschläge, Zunahme der Winterniederschläge
Umsetzungsgrundlage	BayWG; BayAgrarWiG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzung von Wasser aus leistungsfähigen Oberflächengewässern ■ Regenwassernutzung (Speicherung von Winterniederschlägen z. B. in Teichen oder Rückhaltebecken) ■ Speichersysteme (z. B. unter Grasnarben der Feldbegrenzungen, unter Teilbereichen der Anbaufläche, Hoffläche)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wasserdargebotsmanagement der entsprechenden Grundwasserkörper ■ Grundwassermonitoring ■ Mindestwasserregelungen
Akteure	Land, Kommunen, Landwirtschaftsverbände, Landwirtinnen und Landwirte, Wasserversorger
Synergien	-
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ In Bezug auf Gewässerökologie und Niedrigwassermanagement eventuell kritisch ■ Flächenverbrauch
Praxisbeispiele	Mit dem Donau-Main-Überleitungssystem wird in abflussschwachen Zeiten Wasser aus dem Donaauraum für die Regnitz und den Main bereitgestellt. Nutznießer der Überleitung sind sowohl Kraftwerke, die Industrie als auch die Landwirtschaft.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ ZALF (2015): Wassermanagement in der Landwirtschaft ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 56
Organisatorische Anpassungen
in der Landwirtschaft

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Organisatorische Anpassungen in der Landwirtschaft
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_21, PW_29
Ziel	Mit weiter gefassten Wasserbewirtschaftungsplänen, die auch eine landwirtschaftliche Wassernutzung mit einbeziehen, wird die Zuteilung von Wassernutzungsmengen und -zeiten erleichtert. Für die Anschaffung von Beregnungstechnik empfiehlt sich die Organisation in Beregnungsverbänden mit gemeinsamen Investitionen. Auch Wassernutzungsrechte können innerhalb von Verbänden flexibler aufgeteilt werden. Außerdem sollte über Absicherungsmöglichkeiten bei Ernteverlusten nachgedacht werden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden und der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen sowie anderen extremen meteorologischen Ereignissen
Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ressortübergreifende und lückenlose Erfassung von genehmigten Entnahmen in einer einheitlichen Datenbank („elektronisches Wasserbuch“) ■ Ressortübergreifende Wasserbewirtschaftungspläne ■ Einrichtung von Beregnungsverbänden ■ Erstellung von Regularien zur Linderung der Folge von Ernteaufschlägen ■ Erstellung von Regularien zur Erfassung der tatsächlichen jährlichen Entnahmemengen
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Landwirtinnen und Landwirte, Landwirtschaftsverbände, Behörden, Politik, Forschung
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimale Nutzung des Wasserdargebots ■ Nutzung der neuesten Bewässerungstechnik, um Wasser einzusparen und Nitratauswaschungen zu vermeiden
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	Wasserverband Knoblauchland http://www.wv-knoblauchland.de/index.php aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 57:
Vorhersage/Informationen

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Vorhersage/Informationen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	AL_01, AL_03
Ziel	Genauere Kenntnisse über die zu erwartenden lokalen Wetterbedingungen der nächsten Tage und Wochen tragen zu einer effizienten Wassernutzung bei. Das Wissen über Ausmaß, Geschwindigkeit und Unsicherheiten der zu erwartenden Folgen des Klimawandels vor Ort hilft Landwirten und Gärtnern, sich rechtzeitig für sinnvolle Klimaanpassungsmaßnahmen zu entscheiden.
Anlass	Generelle Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verbesserte agrarmeteorologische Vorhersage ■ Überprüfung bestehender landwirtschaftlicher Monitoringsysteme aus Ergänzungsbedarf durch weitere Klimaindikatoren ■ Ausbau bestehender nutzerspezifischer Informationsportale ■ Gute Zugänglichkeit von GIS-basierten Klimaparametern für Landwirte, Gärtner und Bevölkerung (sowohl Auswertung historischer Daten als auch mögliche regionale Klimaszenarien)
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Land, Forschung, Landwirtschaft, Gärtnerei
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimierung der Dünger- und Pestizidnutzung ■ Optimierung der Arbeitszeiten ■ Ertragssteigerungen
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	ALB Bewässerungs-App https://www.alb-bayern.de/De/Themen/Bewaesserung/steuerung-beregnung-entscheidungshilfe_BewaesserungsApp.html aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 58
Bodenwasserhaushalt erhalten
und verbessern

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Klimaanpassungsmaßnahmen	Bodenwasserhaushalt erhalten und verbessern
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	PW_03, PW_25, BS_02, BS_04, BS_07, BS_10
Ziel	Zur Reduzierung des Wasserbedarfes soll die Wasserspeicherfähigkeit der Böden erhalten und erhöht werden. Eine nachhaltige Humusversorgung soll durch gezielte Anreicherung aufgebaut werden.
Anlass	Beeinträchtigung des Infiltrationsvermögens der Böden durch anhaltende Trockenperioden
Umsetzungsgrundlage	BayAgrarWiG; BBodSchG; BayBodSchG

Tab. 58 (Fortsetzung)
Bodenwasserhaushalt erhalten
und verbessern

Klimawirkung	Trockenheit und Dürren
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Festlegungen zur grundwasserschonenden Flächennutzung (siehe Tab. 65: Moorrenaturierung) ■ Verbesserung des Landschafts- und Bodenwasserhaushaltes durch Reaktivierung von Feuchtstandorten, Hangschiechtwässern, Quellschüttungen, quellzügigen Bereichen ■ Förderprogramme zur Unterstützung einer konservierenden Bodenbearbeitung ■ Ganzjährig ausreichende Bodenbedeckung durch die Landwirtschaft ■ Waldumbau und Aufforstung (siehe Tab. 72: Waldumbau) ■ Reduktion der Flächenversiegelung (siehe Tab. 20: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung) ■ Humusanreicherung (siehe Tab. 23: Bodenschutz/Erosionsschutz) ■ Flächendeckende Bestimmung der Eigenschaften von Böden klimatischer Risikogebiete (z. B. potenziell pflanzenverfügbares Bodenwasser/nutzbare Feldkapazität, Humusgehalte, Erosionsgefährdung) ■ Aufbau und Erhalt stabiler Bodenaggregate durch Förderung der biologischen Aktivität, bedarfsgerechte Kalkung und Zwischenfruchtanbau ■ Vermeidung von Bodenverdichtung durch gute fachliche Praxis in Land- und Forstwirtschaft: ■ Bodenschonendes Befahren ■ Trennung von Feld- und Straßentransport, Nutzung etablierter Forstwege ■ Reifendruckregelung ■ Verwendung neuer Reifentechnologien ■ Vermeidung hoher Radlasten ■ Ausreichende Schlagkraft ■ Verzicht auf intensive Bodenbearbeitung ■ Angepasste Fruchtfolgen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bodenwasserhaushaltsmodelle ■ Hydrogeologische Karten ■ Vegetationskarten ■ Drän- und Entwässerungspläne ■ Lage bodenwasserabhängiger Landnutzungen
Akteure	Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Stadtplanung, Forstwirtschaft, Gärtnerei
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Optimierung der Dünger- und Pestizidnutzung ■ Optimierung der Arbeitszeiten ■ Ertragssteigerungen ■ Erosionsschutz
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ BMVBS (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischen Klimafolgenbewertung ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Siehe auch:

Tab. 67: Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge

Tab. 65: Moorrenaturierung

Klimawirkung Gesundheitliche Risiken

Tab. 59:
Klimawandelgerechte Anpassungs-
möglichkeiten/-konzepte bestehender
Wasserversorgungssysteme

Klimawirkung	Gesundheitliche Risiken
Klimaanpassungsmaßnahmen	Kontrolle der Ausbreitung von Vektoren und Erregern
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	IK_02, IK_03
Ziel	Vektorgebundene Infektionskrankheiten reagieren am stärksten auf Umweltänderungen. Es wird erwartet, dass sich die geographische Verbreitung wichtiger Infektionskrankheiten wie Malaria, Rickettsiosen oder Dengue ausdehnt. Besonders relevant sind hier Erreger mit epidemischem Potential oder mit besonders schweren Verläufen. Dazu gehören vor allem Malaria (Stechmücke), Dengue (Stechmücke) und zu einem geringeren Teil Hanta (Nagetiere), Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) und Lyme-Borreliose (Zecken). Das verfügbare Datenmaterial zur Verbreitung potentieller Krankheitsvektoren und der Pathogene ist - wenn überhaupt - nur punktuell vorhanden und fast immer älteren Datums. Die vom RKI herausgegebenen Karten der Risikogebiete beruhen auf humanen Infektionsdaten und nicht auf der tatsächlichen Erregerlast der Vektoren. Die Ausbreitung von Vektoren und Erregern soll durch Bestimmungs-, Surveillance- und Eradikationsmaßnahmen erfasst und eingedämmt bzw. kontrolliert werden.
Anlass	Veränderung der Temperatur- und Niederschlagsmuster; Veränderung der Ökosysteme
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bestimmung und Surveillance einheimischer Vektoren, die als potentielle Überträger von Malaria, Dengue und anderen Erregern mit epidemischem Potential in Frage kommen ■ Bestimmung und Surveillance potentieller neuer invasiver Vektoren (Zecken, Stechmücken) und den assoziierten Pathogenen ■ Ausbau der Kontakte zu den europaweiten tropenmedizinischen Netzwerken ■ Unterstützung internationaler Vektorkontrollprogramme ■ Ausbau der Kontakte und Zusammenarbeit ÖGD – Universitäten - Fachhochschulen ■ Aggregieren regionaler und historischer forstwirtschaftlicher Daten der Mast potentieller Nahrungsbäume der Nagetiervektoren und deren Verknüpfung mit Nagetierpopulationsdaten zur Modellbildung und Vorhersage ■ Etablieren einer Hantavirus-surveillance der Vektoren durch intensivierete Zusammenarbeit der bayerischen Forstbehörden mit einem auf Hanta spezialisierten Fachlabor in Bayern ■ A priori interdisziplinäre Zusammenarbeit planen (Variablen/Daten etc.) ■ Surveillanceprogramme unter Einbeziehung von Fernreisenden, um eine regionale Etablierung der Erreger und Vektoren mit gezielten Eradikationsmaßnahmen zu verhindern ■ Fortführen und Ausweiten von Serosurveillance-Studien ■ Bekämpfung des Expertenmangels im Bereich Vektorbestimmung durch die Förderung der systematisch-zoologischen Kompetenz an bayerischen Hochschulen (langfristige Forschungsprojekte, z. B. durch regelmäßige Kartierung der Vektorenverbreitung in Bayern)
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausbau der Zeckensurveillance in Naherholungsgebieten und verstärkte Aufklärung der Bevölkerung zu Präventionsmaßnahmen ■ Risikokommunikation: Sachliche Aufklärung der Bevölkerung über Risiko inkl. der Unsicherheit sowie Möglichkeiten der Verhaltensprävention ■ Präventiv Aufklärung und Fortbildung der Ärzteschaft über mögliche neu auftretende Infektionskrankheiten ■ Vektorbekämpfung und Vermeidung der Mückenbrutplätze ■ Warnsysteme und Ausweisung von Risikogebieten mit erhöhter Infektionsgefahr
Entscheidungsgrundlagen	Informationsportal zum Thema Zecken: https://www.zecken-radar.de/ aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Bund, DWD, StMGP, StMUV, Landesgesundheitsrat Bayern, Kommunen, Forstwirtschaft, Gesundheitsämter; Forschungseinrichtungen, medizinische Einrichtungen, internationale Partnerorganisationen
Synergien	-
Abwägungsbedarf	Bei Eradikationsmaßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzen für die Gesundheit vs. Schaden für die Natur; ■ Eradikation überhaupt wahrscheinlich vs. Schaden für die Natur

Tab. 59 (Fortsetzung):
Klimawandelgerechte Anpassungs-
möglichkeiten/-konzepte bestehender
Wasserversorgungssysteme

Klimawirkung	Gesundheitliche Risiken
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LGL (2006): Klimaveränderung in Bayern - Gesundheitliche Folgen und Perspektiven ■ Wildner, M.; Klinc, Ch.; Hautmann, W. (2013): Klimawandel und vektorübertragende Infektionskrankheiten in Bayern. Optionen zum Risikomanagement. Vortrag auf dem LGL Kongress für den ÖGD 2013. ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie

Tab. 60:
Reduktion der Exposition gegenüber
allergenen Pollen

Klimawirkung	Gesundheitliche Risiken
Klimaanpassungsmaßnahmen	Reduktion der Exposition gegenüber allergenen Pollen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	WK_09, WK_08
Ziel	Es gilt einerseits die bereits bekannten und weitverbreiteten Quellen allergieauslösender Pollen (z. B. Birken) nicht zu mehren und andererseits neue Risiken für Pollenallergiker zu vermeiden oder zu bekämpfen (z. B. Bekämpfungsmaßnahmen gegen Ambrosia-Pflanzen durchzuführen).
Anlass	Veränderung der Temperatur- und Niederschlagsmuster; Stimulation der Biomasse und damit auch der Pollenproduktion durch eine erhöhte Kohlendioxidkonzentration
Umsetzungsgrundlage	Pollenflug-Gefahrenindex des DWD
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erforschung der Pollenflugphasen und -dauer sowie der Allergenität verschiedener Pollenarten ■ Monitoring der atmosphärischen Pollenkonzentrationen und eine damit verbundene Vorhersage der zu erwartenden Pollenbelastung ■ Strategien zur Verringerung der Exposition der Bevölkerung gegenüber Allergenen
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überwachung und gegebenenfalls Bekämpfung der Einschleppung oder Ausbreitung von allergieauslösenden Pflanzen ■ Berücksichtigung des Wissens um Pflanzen mit allergischem Potential bei der Bepflanzung öffentlicher Räume ■ Erleichterung des Zugangs zu medizinischer Versorgung ■ Breite Aufklärung der Bevölkerung zur Akzeptanzsteigerung der Anpassungsmaßnahmen durch Kooperation mit entsprechenden Organisationen (Deutscher Allergiker- und Asthmatikerbund, Ärzteverband Deutscher Allergologen, Europäische Stiftung für Allergieforschung u. a.), Institutionen (Pflanzenschutz- und Grünflächenämter, Gartenbauämter, Schulen u. a.) und Medien ■ Bildungsmaßnahmen zur Vermeidung von Allergenen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Informationen zu allergologisch unbedenklichen Baumarten, die aus diesem Grund zur Anpflanzung geeignet wären ■ Pollenflug-Warndienst (DWD) ■ Elektronisches Polleninformationsnetzwerk Bayern (ePIN)
Akteure	Bund, DWD, Deutscher Polleninformationsdienst, StMGP, StMUV, LGL, Landesgesundheitsrat Bayern, Kommunen, Gesundheitsämter, Forschungseinrichtungen, medizinische Einrichtungen
Synergien	Freiflächenversorgung, Umweltbewusstsein
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Luftschadstoffbelastung: Besonders in Städten ist aufgrund der speziellen Immissionssituation mit Luftschadstoffen, wie Stickstoffdioxid, Ozon und Feinstaub, mit einer Verstärkung der gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Allergien zu rechnen. Die Luftschadstoffe fördern allergische Reaktionen sowohl auf der Ebene der Sensibilisierungs- als auch der Auslösephase eines allergischen Prozesses. ■ Steigende Hitzebelastung und der städtische Wärmeinseleffekt fördern zusammen mit der erhöhten Kohlenstoffdioxid-Konzentration das Wachstum und eine erhöhte Pollenzahl allergieauslösender Pflanzen

Tab. 60 (Fortsetzung):
Reduktion der Exposition gegen-
über allergenen Pollen

Klimawirkung	Gesundheitliche Risiken
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Programm „Ambrosiabekämpfung Bayern“
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Höflich, C. (2014): Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege ■ Informationen zum ePIN: https://www.lgl.bayern.de/gesundheits/arbeitsplatz_umwelt/biologische_umweltfaktoren/bioaerosole/epin.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bergmann, K.-C., Straff, W.: (2015): Klimawandel und Pollenallergie: Wie können Städte und Kommunen allergene Pflanzen im öffentlichen Raum reduzieren? ■ Beggs, P. J. (2010): Adaptation to Impacts of Climate Change on Aeroallergens and Allergic Respiratory Diseases. Int. J. Environ. Res. Public Health 2010, 7, 3006–3021 ■ GALK Arbeitskreis Stadtbäume (2012): Positionspapier Pollenallergene ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie

Tab. 61:
Modellierung der hitze- und kälteab-
hängigen Erhöhung der Sterblichkeit
bei Atemwegs und Herz-Kreislauf-
krankungen

Klimawirkung	Gesundheitliche Risiken
Klimaanpassungsmaßnahmen	Modellierung der hitze- und kälteabhängigen Erhöhung der Sterblichkeit bei Atemwegs und Herz-Kreislaufkrankungen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Um temperaturabhängige Kreislaufkrankungen vorzubeugen, sollten klimatische Belastungen und deren gesundheitliches Schadenspotenzial modelliert werden.
Anlass	Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Hitzeperioden
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Forschungsförderung an universitären und außeruniversitären Einrichtungen zur Entwicklung von Modellen zu gesundheitlichen Auswirkungen von Klimaveränderungen ■ Ausbau der Analyse und Modellierung der temperaturbedingten Übersterblichkeit unter Berücksichtigung des Harvesting-Effektes anhand eines kleinräumigen Modells, um bessere Vorhersagemodelle zu generieren ■ Projektpartnerschaft mit ausgewiesenen Fachleuten der medizinischen Meteorologie ■ Ursachenforschung der erhöhten Sterblichkeit im Winter und in Hitzewellen, um darauf aufbauend Präventionsmaßnahmen der Risikogruppen ableiten zu können
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Gesundheitsämter, Forschungs- und universitäre Einrichtungen, Gesundheitseinrichtungen
Synergien	-
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	LGL (2006): Klimaveränderung in Bayern - Gesundheitliche Folgen und Perspektiven

Tab. 62:
Verbesserung der Luftqualität

Klimawirkung	Gesundheitliche Risiken
Klimaanpassungsmaßnahmen	Verbesserung der Luftqualität
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	WK_01, WK_02, WK_04, WK_06
Ziel	Im Zuge des Klimawandels kann es aufgrund der häufigeren und heißeren Hitzeperioden zu einer verstärkten Bildung von bodennahem Ozon bei sonst konstanten Einflussfaktoren kommen. Eine Verschlechterung der Luftqualität und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Form von Atemwegsbeschwerden können die Folge sein. Emissionsmindernde Maßnahmen im Bereich der Luftreinhaltung sollen die Anreicherung von Luftschadstoffen auch in Zukunft vorbeugen.
Anlass	Erhöhung der Lufttemperatur, zunehmende Hitzebelastung; länger andauernde Hitzeperioden;
Umsetzungsgrundlage	BImSchG; BauGB; BayLplG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Monitoring der Ozonwerte durch den Deutschen Wetterdienst. Ermittlung der Luftqualität (insbesondere detaillierte Ozonberichterstattung im Sommerhalbjahr (https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/ozon/index.htm) durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB) sowie der UV-Wert durch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) ■ Weitere Reduzierung von Luftschadstoffemissionen, insbesondere Ozonvorläufer wie Kohlenwasserstoffe und Stickoxide ■ Klimawandelgerechte Stadtentwicklung (siehe Tab. 1: Erhalt und Entwicklung von Luftaustauschbahnen, Tab. 3: Dach- und Fassadenbegrünungen, Tab. 5: Erhalt und Schaffung klimatisch bedeutsamer Grün- und Freiflächen, Tab. 6: Klimawandelangepasste Begrünung) ■ Begrenzung einer übermäßigen randstädtischen Bebauung, um Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftkorridore im Umland zu erhalten (siehe Tab. 2: Steuerung flächensparender Siedlungsstrukturen)
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Kommunen, Stadtplanung, Gesundheitsämter, Forschungs- und universitäre Einrichtungen, Gesundheitseinrichtungen
Synergien	-
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ LGL (2006): Klimaveränderung in Bayern - Gesundheitliche Folgen und Perspektiven

Siehe auch:

Tab. 47: Sicherung der Trinkwasserqualität im Leitungsnetz

Tab. 50: Anpassung der Wasserversorgungsinfrastruktur

Klimawirkung Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme

Tab. 63:
Biotopverbund sichern

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Biotopverbund sichern
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	VL_21, B_01-09, GF_05, B_01-09
Ziel	Schutzgebiete und Biotope sind wichtige Lebens- und Rückzugsräume für gefährdete Arten. Am sinnvollsten ist es Biotope und Schutzgebiete in einem kohärenten System zu erhalten und zu entwickeln, das Wanderkorridore für ausweichende und durchziehende Arten bildet und einen Biotopverbund möglich macht. Die Schutzziele sowie der Erhalt und die Verbesserung der ökologischen Durchgängigkeit können nur in Abstimmung mit anderen Nutzungsansprüchen – etwa denen der Landwirtschaft – erreicht werden.
Anlass	Größere Belastungen der Lebewesen durch generelle Klimaänderungen, Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	BNatSchG; BayNatSchG; Biodiversitätsprogramm Bayern 2030; LEP 7.1.5, 7.1.6; Alpenkonvention; FFH-Richtlinie; Vogelschutz-RL
Umsetzung regional	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weiterentwicklung des BayernNetz-Natur als landesweites Biotopverbundsystem bestehend aus Kernflächen, Pufferzonen und Verbundstrukturen und Integration in das ökologische Verbundsystem durch Grundsätze der Regionalplanung ■ Erhalt und Entwicklung der landesweit für die biologische Vielfalt bedeutsamen Flächen (nach BayNatSchG geschützte Naturschutzgebiete, Landschaftsbestandteile usw.) als Kernflächen, Verbundachsen und Trittsteinbiotope, d. h. Entwicklung eines regionalen Biotopverbundsystems im Fachbeitrag zum Landschaftsrahmenplan, dessen Flächen im Regionalplan als Landschaftliche Vorbehaltsgebiete festzulegen sind (siehe Kommentar Nr. 82) ■ Umsetzung des ökologischen alpinen Verbunds Bayern / Salzburg / Tirol / Vorarlberg im Rahmen des Protokolls Naturschutz und Landschaftspflege der Alpenkonvention ■ Intensive Verknüpfung der BayernNetzNatur-Projekte mit dem europäischen ökologischen Netz Natura 2000 (FFH- und Vogelschutzgebiete) durch weitere Verbundprojekte ■ Erhaltung und Wiederherstellung eines Auen- und Flusstrockenrasen-Biotopverbunds entlang von Fließgewässern ■ Umsetzung des bayerischen Konzepts zur Erhaltung und Wiederherstellung von bedeutsamen Wildtierkorridoren sowie des Bundesprogramms Wiedervernetzung in Bayern ■ Weiterführung des Amphibienschutzprogramms zur Sicherung wichtiger Wanderwege ■ Festsetzung von landschaftlichen Vorbehaltsgebieten (mit besonderer Bedeutung für den Arten- und Lebensraumschutz gemäß LEP 7.1.2) auf der Basis der Landschaftsrahmenplanung ■ Sicherung von unzerschnittenen und verkehrssarmen Räumen von mindestens 100 km² als Ziele der Regionalplanung (LEP 7.1.3) ■ Wasserbauliche Maßnahmen (siehe Tab. 64: Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern) ■ Wasserschutzgebiete ausweisen ■ Kontrolle von Neobiota in Wanderachsen ■ Fallweise Isolation von historisch artenreichen Kernflächen mit besonderer Artausstattung gegen das Einwandern von Störarten und Neobiota ■ ggf. Wanderungen durch assisted migrations unterstützen
Umsetzung lokal	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sicherung und Entwicklung wertvoller Flächen über kommunales Ökokonto ■ Sonderlebensräume wie Felsen, Moore, Quellen, Ufer, Feuchtwiesen sowie artenreiche Kernflächen erhalten und optimieren ■ alte Lebensräume (Wiesen, alte Wälder, alte (Solitär-)Bäume erhalten und optimieren ■ Ökologisch verarmte Feldfluren mit ausreichenden Strukturelementen ausstatten (Hecken, Weg- und Feldrainen, Brachflächen etc.) ■ Ausbilden breiter Waldränder ■ Vertragsnaturschutz und ökologischen Landbau stärken ■ Grünbrücken über Bundesfernstraßen (Umsetzung des Konzepts zum Erhalt und Wiederherstellung von Wildkorridoren) https://www.lfu.bayern.de/natur/wildtierkorridore/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Amphibienwanderhilfen unter Straßen

Tab. 63 (Fortsetzung):
Biotopverbund sichern

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Umsetzung lokal (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Öffentliche Grünflächen vernetzen durch Straßenbegleitgrün, Gewässerrenaturierung, Anlage von neuen Grünflächen (urban gardening, Parkanlagen, Gärten) ■ Transportprozesse schützen und ggf. wiederherstellen (Schaftriften, dynamische Fließgewässer, Wind usw.), ggf. Substitution durch anthropogene Hilfen (wie z. B. Mähgutübertrag)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kartierung von geschützten Arten, Arten- und Biotopschutzprogramm ■ Biotopkartierung ■ Landschaftsplan
Akteure	Land, Bund, kommunale Landschaftsplanung, Wasser-, Land- und Forstwirtschaft, Verkehrsplanung
Synergien	Ästhetik der Landschaft; Erholungsfunktion
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Konkurrierende Flächennutzungen
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinien (LNPR) https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/naturschutzfoerderung/landschaftspflege_naturparkrichtlinien/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/naturschutzfoerderung/vertragsnaturschutzprogramm/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ INTERREG 2014-2020 Alpine Space Programme http://www.alpine-space.eu/ aufgerufen am 28.07.2021
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Projekte des BayernNetzNatur (bayernweit über 400) ■ Artenhilfsprogramme der Höheren Naturschutzbehörden an den Regierungen oder des Landesamtes für Umwelt ■ Das Projekt „3 x B – Bäche, Böden, Biodiversität“ ist ein Projekt für die Erhaltung der Kulturlandschaft im Rottal sowie Teil des landesweiten Biotopverbunds BayernNetzNatur. Dabei werden in ausgewählten Schwerpunktgebieten des Landkreises Rottal-Inn geeignete Grundstücke angekauft und zielorientiert gestaltet und gepflegt. Diese wurden zu einem Biotopverbundnetz ausgebaut. Dabei wird ein kooperativer Ansatz verfolgt: Die Kommunen, das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, der Landschaftspflegeverband und der Bund Naturschutz ziehen unter Leitung der Unteren Naturschutzbehörde am Landratsamt an einem Strang. https://bnn.pan-gmbh.com/faltblatt/3xB.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Blühpakt Bayern: https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/bayerns_naturvielfalt/bluehpakt/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Bundesprogramm „Blaues Band“ wird die Renaturierung von Fließgewässern und Auen gefördert. Zentrales Ziel ist der Aufbau eines Biotopverbunds von nationaler Bedeutung. Die Maßnahmen sollen sich vor allem auf die nicht mehr benötigte Infrastruktur im Gesamtnetz der Bundeswasserstraßen konzentrieren. Dabei ist die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen sowohl in Längsrichtung (Durchwanderbarkeit) als auch in Querrichtung (Vernetzung Fluss-Ufer-Aue) wesentlich. Insgesamt leistet das Programm einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt, der europäischen Biodiversitätsstrategie sowie der nationalen Anstrengungen zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels. https://www.blaues-band.bund.de/ aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie https://www.naturvielfalt.bayern.de/index.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Staatsregierung (2008): Bayerische Biodiversitätsstrategie ■ Bayerische Staatsregierung und StMUV (Juli 2014): Biodiversitätsprogramm Bayern 2030

Tab. 64:
Verbesserung der Durchgängig-
keit von Fließgewässern

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaß- nahmen	Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAŠ 2016	B_01, TW_09
Ziel	Die Vernetzung und Durchwanderbarkeit der Fließgewässer für aquatische Lebewesen wird durch eine Vielzahl von Querbauwerken und Sohlstufen verhindert. Die Verbesserung der Durchgängigkeit ist eine Anforderung zur Zielerreichung der WRRL. Sie trägt zur Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen bei und hat eine positive Wirkung auf die Lebensbedingungen und die Belastbarkeit der aquatischen Ökosysteme. Die Fortpflanzung einzelner Arten und somit der Fortbestand dergleichen hängt u. U. von der Gewässerdurchgängigkeit ab. Auch für einen ausgeglichenen Geschiebe- und Sedimenttransport sind Gewässer durchgängig zu gestalten.
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	Biodiversitätsprogramm 2030; WRRL; LEP 7.1.5; Bayerische Strategie zur Wasserkraft
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Anlage von passierbaren Bauwerken (z. B. Umgehungsrinne, Sohlgleite, Rampe, Fischauf- und -abstiegsanlage) ■ Rück-/Umbau von Querbauwerken (z. B. Brücken, Rohr- und Kastendurchlässen, Düker, Siel- und Schöpfwerken) ■ Optimierte Steuerung von Durchlassbauwerken ■ Schaffung von durchgängigen Bühnenfeldern ■ Rückbau nicht mehr benötigter, künstlicher Entwässerungssysteme ■ Sediment- und Geschiebemanagement zur Vermeidung der Kolmation und Erhaltung der hydromorphologischen Strukturen (siehe Tab. 22: Pufferstreifen gegen Feinsedimenteintrag, Tab. 24: Sediment- und Treibgutmanagement, Tab. 25: Wasser- und Sedimentrückhalt in Außengebieten, Tab. 70: Variation hydro-morphologischer Strukturen) ■ Redynamisierung von festgelegten Fließgewässern ■ Freilegung von verrohrten Fließgewässern
Entscheidungsgrundlagen	Gewässerstrukturgütekartierung
Akteure	Wasserbehörden, Kommunen, Länder
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zielerreichung WRRL (wenn FFH-Gebiete → Unterstützung Natura 2000-RL) und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie ■ Verbesserter Feststofftransport ■ Erosionsminderung im Gewässerbett
Abwägungsbedarf	Wasserkraftnutzung, Versorgungssicherheit (energiewirtschaftlich)
Finanzierung	-
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dynamisierung der Donauauen zwischen Neuburg und Ingolstadt (siehe Gute-Praxis-Beispiele: 6.6) ■ Umbau eines Querbauwerks in eine Sohlgleite mit integrierter Fischaufstiegsanlage an der Alz https://www.umweltpakt.bayern.de/files/praxisbeispiele/izu_praxis_infraserv_sohlgleite.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Projekt ISOBEL (Integrated Solutions für Bed Load Management) an der Iller werden geeignete Lösungen für ein zielgerichtetes Geschiebemanagement entwickelt, getestet und optimiert, um geeignete Gewässerstrukturen und neue Lebensräume für Fische und Kleinlebewesen zu schaffen https://wasserkraft.lew.de/lew-wasserkraft/oekoprojekte/isobel aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“, siehe Tab. 63: Biotopverbund sichern https://www.blaues-band.bund.de aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Landesfischereiverband Bayern e.V. und LfU (Hrsg.) (2016): Praxishandbuch Fischaufstiegsanlagen in Bayern. Hinweise und Empfehlungen zu Planung, Bau und Betrieb ■ StMUV (2012): Bayerische Strategie zur Wasserkraft. 10-Punkte-Fahrplan für eine ökologische und naturverträgliche Wasserkraftnutzung. Langfassung. ■ LUBW (2005-2008): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Teil 1–4. ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 65:
Moorrenaturierung

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Moorrenaturierung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	OF_09, VL_19, BS_08, NW_02
Ziel	Moore sind Ökosysteme, deren Bedeutung für den Wasserhaushalt, die Wasserqualität, den Bodenschutz, den Erhalt der Biodiversität und für das Klima außerordentlich hoch ist. Ihre Funktion als Kohlenstoffspeicher und ihre Bedeutung als Quelle für klimawirksame Emissionen macht sie zu einem wichtigen Handlungsfeld im Rahmen des Klimaschutzes. Ziel einer Moor-Wiedervernässung und Revitalisierung ist die Wiederherstellung der natürlichen landschaftsökologischen Funktionen als Kohlenstoffsенke, Nähr- und Schadstofffilter, Wasserspeicher und Lebensraum. Zudem soll die Eigendynamik der Moore unterstützt und das Landschaftsbild erhalten werden.
Anlass	Erfordernis einer Reduktion klimarelevanter Gase und einer erhöhten Kohlenstoffbindung (Klimaschutz); Erhalt der Artenvielfalt und Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen, Beitrag zur Stabilisierung des Wasserhaushalts bei intensiveren Trockenperioden
Umsetzungsgrundlage	BNatSchG, BayNatSchG, BayWaldG, Biodiversitätsprogramm Bayern 2030, KLIP 2050; Masterplan Moore
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Befristung der verbliebenen Genehmigungen für Torfabbau (möglichst bis 2030) ■ Erforschung und Einführung von Ersatzstoffen und vollständiger Austausch des „fossilen Torfes“ durch regenerative Substitute in Gartenbau usw. bis 2025 ■ Vermehrt Moorrenaturierungen als Ausgleichsmaßnahmen im Rahmen von Ökokonten, Flächenpools u. Ä. ■ Maßnahmen zum Wasserrückhalt in der Landschaft fördern (siehe Tab. 36: Förderung von natürlichem Wasserrückhalt) ■ Wasserstände in entwässerten Mooren erhöhen. Aufhebung der Entwässerung und oberflächennaher Anstau ■ Renaturierung von Hoch- und Übergangsmooren im Staatswald ■ Schaffung von Nährstoffrückhalt in landwirtschaftlich genutzten Flächen verbessern (siehe Tab. 67: Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge) ■ Pufferzonen zu angrenzenden intensiven Nutzungen schaffen ■ Keine Ackernutzung auf Moor- bzw. Torfstandorten festschreiben ■ Extensive Grünlandnutzung im Umfeld verstärken; inkl. extensiver Beweidung ohne Düngung bei hohen Grundwasserständen als torfschonende (Niedermoor-)Nutzung ■ (Weiter-) Entwicklung von AUM-Programmen zur naturschutzgerechten Grünlandnutzung auf Moorstandorten ■ Förderung der Entwicklung, Verbreitung und Anwendung moorschonender Agrartechnik und Technologien, z. B. für die nachhaltige Verwertung von Biomasse aus der Landschaftspflege ■ Angebot einer unter forstlichen, landwirtschaftlichen und landschaftsökologischen Aspekten abgestimmten betrieblichen Beratung mit dem Ziel der schonenden Moorbewirtschaftung ■ Daten zur Verbreitung der Moore aktualisieren ■ Daten zum Zustand und erfolgten Maßnahmen zum Schutz der Moore dauerhaft aktualisieren (Renaturierungs- und Vernässungsprojekte erfassen) ■ Planung und Durchführung interdisziplinärer Projekte, um Synergieeffekte zu nutzen ■ Moore mit hohen Wasserständen mit nachhaltiger Wertschöpfung nutzen ■ Paludikulturen (z. B. Schilf-, Rohrglanzgras- oder Erlennutzung auf Niedermooren oder das Sphagnum-Farming auf Hochmooren) als rentable Nutzungsformen bei hohen Moorwasserständen entwickeln ■ Einführung bodenschonender Holzernteverfahren (z. B. Seilkrantechnik)
Entscheidungsgrundlagen/Informationsquellen	Moorbodenkarte Bayern 1 : 25.000 (FIN-Web)
Akteure	Land, Kommunen, Landwirtschaftsverbände, Landwirtinnen und Landwirte, Behörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Klimaschutz ■ Wasserhaushalt ■ Bodenschutz ■ Emissionschutz ■ Naturschutz ■ Tourismus

Tab. 65:
Moorrenaturierung (Fortsetzung)

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Klimaprogramm Bayern 2050 (KLIP 2050) ■ Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP) ■ Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinien (LNPR) ■ Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) ■ besondere Gemeinwohlleistungen im Staatswald (bGWL) ■ Ökokonto ■ EFRE
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2050 (KLIP 2050) wurden im Zeitraum 2008-2016 Fördermittel in Höhe von mehr als 2 Mio. € für Grunderwerb und Maßnahmen ausbezahlt. Es konnten bisher insgesamt ca. 123 ha Moorflächen (36 Moorbereiche) in den Landkreisen Freyung-Grafenau (19), Regen (8), Passau (4), Straubing-Bogen (3), Kelheim (1) und Rottal-Inn (1) erworben werden. In Kooperation mit dem BaySF Forstbetrieb Neureichenau (Lkr. FRG) wurden 2015 zudem zwei Moore („Finsterauer Filz“ und Naturdenkmal „Brennfilz“) renaturiert. ■ Im Rahmen der Allgäuer Moorallianz wurden seit 2008 bis ins Frühjahr 2011 aus den vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit zur Verfügung gestellten Mitteln für „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ (kurz KLIP-Mittel) bereits rund 1 Mio. € für den Moorschutz investiert. Rund 60 ha Hoch- und Niedermoorflächen wurden zur Umsetzung von Renaturierungsmaßnahmen angekauft https://www.moorallianz.de/index.php?id=139 aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Projekt „Moorclimb – Moore und Moorrenaturierung in Bayern“ unter der Leitung der Hochschule Weihenstephan werden die jeweiligen Treibhausgas-Reduktionswerte aus unterschiedlichen Moortypen, Moorböden und Moornutzungen sowie die Synergien für die Biodiversität anhand ausgewählter Arten, Gruppen und Lebensraumtypen dargestellt. MOORclimb, KLIP Phase V (hswt.de) aufgerufen am 28.07.2021 ■ Wiedervernässung Haspelmoor https://www.baysf.de/de/wald-schuetzen/naturschutzprojekte/forstbetrieb-landsberg/wiedervernaessung-des-haspelmoors.html aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LLUR (2012): Eine Vision für Moore in Deutschland. Potentiale und Ziele zum Moorschutz. Gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden. ■ LfU (2010): Moorrenaturierung kompakt. Handlungsschlüssel für die Praxis. UmweltWissen. ■ Allgäuer Moorallianz: https://www.moorallianz.de/index.php?id=109 aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 66:
Animal Aided Design

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Animal Aided Design © (AAD)
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Das Konzept "Animal-Aided Design (AAD)" zielt darauf ab, in urbanen Gebieten angestammte Tierarten zu schützen oder neue gebietsheimische anzusiedeln. Es integriert die Bedürfnisse dieser Tiere von Anfang an in die Städteplanung. So lassen sich nicht nur wertvolle Nischen für Vögel, Reptilien oder Säugetiere schaffen - auch die Lebensqualität der Städter steigt. Eine wichtige Rolle spielen dabei Gestaltungselemente wie einheimische Bäume, Sträucher oder zum Beispiel auch Sandflächen, die Tieren als Brutfläche, Rückzugsgebiet und Nahrungsquelle dienen. Die so entstehende grüne Infrastruktur macht urbane Räume zudem „klimasicherer“.
Anlass	Stärkung von Populationen und der Funktion der Städte als Rückzugsorte zur Erhöhung der Resilienz von Fauna und Flora gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	Anpassung der Gestaltung an die spezifischen Bedürfnisse in den Lebenszyklen der Zielart
Entscheidungsgrundlagen	„Artenportraits“: Informationen zum Lebenszyklus, Bedürfnisse der Tiere in allen Lebensphasen (kritische Standortfaktoren)

Tab. 66 (Fortsetzung):
Animal Aided Design

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Akteure	Kommunen, Landschaftsplanung, Architektinnen und Architekten, Eigentümerinnen und Eigentümer
Synergien	Naturschutz; Stadtklima; Erholung; Ausgleichsmaßnahmen können durch AAD direkt an Ort und Stelle geplant und durchgeführt werden und müssten nicht an andere Orte „ausgelagert“ werden.
Abwägungsbedarf	Längere Planungsphase; eventuell; weiterer Forschungsbedarf zur Bedeutung von Standortfaktoren für die einzelnen Zielarten sowie zur Praxistauglichkeit der Entwürfe und Ansätze
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	Hauck, E. T., Weisser W. W. (2015): Animal Aided Design (AAD) https://www.uni-kassel.de/fb06/institute/landschaftsarchitektur-und-planung/fachgebiete/freiraumplanung/forschung/animal-aided-design aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 67:
Verringerung der diffusen Schad-
und Nährstoffeinträge

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Verringerung der diffusen Schad- und Nährstoffeinträge
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Natürlicher Wasserrückhalt
LAWA Handlungsfeld HWRM	311 Natürlicher Wasserrückhalt in der Gewässeraue
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	HW_05, NW_03, GÖ_03, GÖ_07, GÖ_11, GÖ_13, PW_11, PW_24, PW_31, PW_32
Ziel	<p>Zur Verhinderung von Sauerstoffmangel und Eutrophierung von Gewässern sowie toxikologischer Wirkungen auf Organismen sollten Schadeinträge verhindert und Nährstoffeinträge beschränkt werden. Während Einträge aus punktuellen Quellen (z. B. gereinigtes Abwasser aus Kläranlagen) in den letzten Jahren stark gesenkt werden konnten, sind die diffusen Einträge beispielsweise aus der Landwirtschaft immer noch hoch.</p> <p>Besonders bedeutend sind dabei Stickstoff- und Phosphoreinträge. Die Auswaschung von Phosphat durch Bodenerosion und von überschüssigem Stickstoff im Boden in Form von Nitrat muss bestmöglich verhindert werden. Es besteht das Erfordernis einer bedarfsgerechten Düngung mit pflanzenverfügbarem Stickstoff. Dies sorgt dafür, dass der Stickstoff möglichst gänzlich von Pflanzen aufgenommen wird und verhindert, dass dieser im Boden verbleibt und in Nitrat umgewandelt werden kann. Auch luftgetragene Stickstoffeinträge verringern großflächig die Qualität natürlicher Lebensräume und führen zu einer Angleichung der Vegetation und maßgeblich zu Verlusten der biologischen Vielfalt, selbst in abgelegenen Gebieten wie den Alpen. Versauerungseffekte verringern zusätzlich die Bodenfruchtbarkeit.</p> <p>Zur Erhaltung der biologischen Vielfalt sollte zudem der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduziert werden und der ökologische Landbau ausgeweitet werden</p>
Anlass	Hemmung der Stickstoffaufnahme der Pflanzen und Akkumulation von Stickstoff im Boden durch Zunahme der Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden; nach der Akkumulation eine verstärkte Auswaschung von Nitrat durch die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen und die Zunahme der Winterniederschläge; verstärkter Beregnungsbedarf landwirtschaftlicher Flächen
Umsetzungsgrundlage	WRRL; BBodSchG; BayBodSchG; DüngeG; DüngeV; Bayerisches Biodiversitätsprogramm 2030
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Vorgaben der Düngeverordnung ■ Verschärfung der gesetzlichen Mindestanforderungen in Gewässer-Einzugsgebieten hinsichtlich Nährstoffeinträgen/Ausbaugröße ■ Stärkung der landwirtschaftlichen Beratung zum Nährstoffmanagement ■ Förderung des ökologischen Landbaus ■ Precision Farming unter besonderer Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit und -qualität ■ Einsatz emissionsarmer Ausbringungstechniken für Düngemittel (Schleppschauch, Schleppschuh, Injektionsverfahren)

Tab. 67 (Fortsetzung):
Verringerung der diffusen Schad-
und Nährstoffeinträge

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Umsetzung (Fortsetzung)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gleichmäßige Verteilung und sofortige Einarbeitung der Gülle ■ Streifenbearbeitung mit Unterflurdüngung ■ Stickstoff-Blattdüngung ■ Einsatz stabilisierter Stickstoffdünger in Zeiten von ausreichendem Niederschlag ■ Optimale Grundnährstoffversorgung (Kalium, Phosphat) ■ Schnell wachsende Pflanzen als Zwischenfrucht/Winterung ■ Nutzungsänderungen (siehe Tab. 46: Änderungen der Landnutzung und -bewirtschaftung) ■ Anwendung witterungsbasierter Entscheidungshilfen zur Anpassung der Düngung an den witterungsabhängigen Bedarf der Pflanzen ■ Güllebörsen (Kooperation zwischen viehhaltenden und viehlosen Betrieben) ■ Steuerung durch Stickstoffüberschussabgabe ■ Grundwasserbewirtschaftungsplanung in landwirtschaftlich genutzten Bereichen (siehe Tab. 53: Anpassungen im Anbau; Tab. 54: Effizienz der Bewässerung erhöhen; Tab. 56: Organisatorische Anpassungen in der Landwirtschaft; Tab. 43: Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung) ■ Anlage und Entwicklung breiter Uferstreifen mit ggf. Mahdnutzung ■ Pflanzung und Entwicklung von strukturierten Ufergehölzsäumen ■ Umsetzung der WRRL-Maßnahmen/naturnahe Gewässergestaltung Retentionsflächen ■ Anlage von Flachteichen als Nährstoffsinken ■ Verminderung der Stickoxid-Emissionen im Verkehr und Hausbrand ■ Stadtbegrünung zur Verbesserung der Luftqualität und zum Rückhalt von Emissionen am Entstehungsort
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ „Gute fachliche Praxis“ in der Düngeverordnung ■ Genaue Vorhersage der Bodenwasserverhältnisse, Witterungsbedingungen
Akteure	Land, Kommunen, Landwirtschaftsverbände, Landwirtinnen und Landwirte, Behörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewässerschutz ■ Bodenschutz ■ Evtl. auch Reduzierung klimarelevanter Gase ■ Gewässerentwicklung ■ Ästhetische Landschaftsgestaltung
Abwägungsbedarf	Genaue Abschätzung des Stickstoffbedarfs der Pflanzen; Investition in neue Technologien
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWAs 2016) ■ Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien (LNPR) ■ Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) ■ Finanzierungsrichtlinien Ländliche Entwicklung (FinR-LE) ■ Ausgleichs-, Ersatz- und Ökokontomaßnahmen nach BNatSchG/BayKompV, Ausgleichs-, Ersatz- und Ökokontomaßnahmen nach dem BauGB ■ Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP, VNP Wald)
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Verwaltung für Ländliche Entwicklung hat die Initiative „boden:ständig“ zum Boden- und Gewässerschutz gestartet, in der engagierte Gemeinden und Landwirte gemeinsam aktiv werden und die notwendige Unterstützung bekommen. https://www.boden-staendig.eu/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Uferstreifen sind ein langjährig bewährtes Element der Gewässerentwicklung. Praxisbeispiele finden sich insbesondere an staatlichen – Gewässern in allen WWA-Bezirken Bayerns.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2014): Flyer „Wege zu wirksamen Uferstreifen“ https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00098.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2016): Tipps und Informationen für Gewässeranlieger https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00116.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder ■ LLUR (2012): Eine Vision für Moore in Deutschland. Potentiale und Ziele zum Moorschutz. Gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden.

Tab. 68:
Naturschonende Gewässer-
unterhaltung

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Naturschonende Gewässerunterhaltung
EU-Aspekt HWRM	Schutz
EU-Maßnahmenart HWRM	Technischer Hochwasserschutz
LAWA Handlungsfeld HWRM	320 Freihaltung und Vergrößerung der Hochwasserabflussquerschnitte durch Gewässerunterhaltungen und Vorlandmanagement
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GÖ_07, VL_02, NW_03
Ziel	<p>Die Gewässerunterhaltung ist eine im § 9 WHG geregelte öffentlich-rechtliche Verpflichtung. Sie ist im Gegensatz zum Gewässerausbau gestattungsfrei und umfasst die Pflege und Entwicklung eines Gewässers sowie der Gräben mit nicht nur untergeordneter wasserwirtschaftlicher Bedeutung (BayWG Art. 1 Abs. 2, VVWas 2014, Nr. 1.2.1).</p> <p>Zu den Kernzielen gehört die Erhaltung und Förderung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers zum Lebensraumerhalt für wild lebende Pflanzen und Tiere. Hinzu kommt die Erhaltung der Ufer durch Pflege und Neuanpflanzung einer standortgerechten Vegetation. Die Ziele und Vorgaben der WRRL sind zu berücksichtigen.</p> <p>Da auch Gräben Lebensraum von Pflanzen und Tieren sind, ist es wichtig, die Mahd und Räumung möglichst schonend durchzuführen. Dabei ist auch zu beachten, dass die Brut mancher Lebewesen in bestimmten Jahreszeiten besonders gefährdet ist.</p>
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen, Umsetzung der Anforderungen aus der Biodiversitätsstrategie Bayerns, der WRRL und der FFH-RL
Umsetzungsgrundlage	WHG; BayW; WRRL; LEP 7.1.5; Biodiversitätsprogramm 2030
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewässerentwicklungskonzepte ■ Fördern der natürlichen Bettverlagerung durch hydromorphologische Prozesse (Eigenentwicklung) in der freien Landschaft ■ Naturnahe Gestaltung strukturell verarmter Gewässerabschnitte, Maßnahmen zur Verbesserung der hydromorphologischen Qualität im Ufer und Gewässerbett ■ Verbesserung der Durchgängigkeit (siehe Tab. 64: Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern) ■ Management zur Pflege und Entwicklung der Ufergehölze, der Böschungsmahd mit abräumen des Mahdgutes im Rahmen der Gewässerunterhaltung ■ Möglichst abschnittsweise und einseitige Grabenräumung ■ Arbeitsrichtung stromaufwärts, gegen die Fließrichtung: damit verdriftete Tiere nicht zweimal erfasst werden ■ Beschränkung der Räumungszeiten auf September und Oktober: d. h. nicht in der Laich-, Vogelbrutzeit bzw. Zeiten ohne Entwicklung von Pflanzen und Insekten ■ Berücksichtigung von Edelkrebs- (Astacus), Muschel- (Unio) und Bodenfischarten (Misgurnus) sowie seltenen Pflanzen (Helosciadium) bei der Gewässerunterhaltung (FFH-Arten), ■ Vermeidung von Sohlentschlammung zu Zeiten, in denen mit Frost zu rechnen ist: viele Lebewesen überwintern im Schlamm ■ Belassen von Mäh- und Räumgut 1–2 Tage am Ufer: Kleintieren wird die Flucht ermöglicht ■ Interkommunale Kooperationen bei der Unterhaltung kleiner Gewässer: Netzwerk Gewässer-Nachbarschaften Bayern ■ Aufwertende Maßnahmen im Sinn der Eingriffsregelung können als Ökokonto anerkannt werden.
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Unterhaltungspflichtige (Freistaat; Kommunen, beauftragte Dritte wie Wasser- und Bodenverbände, Zweckverbände, Landschaftspflegeverbände, Eigentümerinnen und Eigentümer von Gewässern, Anlieger, Verwaltungen der Wasserwirtschaft, des Naturschutzes)

Tab. 68 (Fortsetzung):
Naturschonende Gewässer-
unterhaltung

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Unterstützung der Zielerreichung WRRL ■ Unterstützung der Zielerreichung FFH-RL ■ Aufwertung von Ort- und Landschaftsbild ■ Vorsorgender Hochwasserschutz ■ Schutz vor Sturzfluten ■ Boden- und Gewässerschutz
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZW) ■ Bayerischer Naturschutzfonds ■ Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien (LNPR) ■ Bayerisches Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) ■ Finanzierungsrichtlinien Ländliche Entwicklung (FinR-LE) ■ Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm (VNP, VNP Wald)
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ In Zeil am Main wurde an der Altach im städtisch genutzten Umfeld eine Innerortsmaßnahme durchgeführt, die mit dem DWA-Gewässerentwicklungspreis 2016 belobigt wurde. ■ Am Laufenbach im Landkreis Passau wurde die Eigenentwicklung durch Nutzungsaufgabe im Bereich der Bibervorkommen zugelassen. ■ Im Landkreis Freyung-Grafenau hat die Wildlandstiftung als Naturschutz-Organisation des Landesjagdverbandes Bayern e.V. über 100 Hektar Ufergrundstücke mit dem Zweck erworben, diese für den Fischotter zu optimieren. ■ Die Kommunen Schwabmünchen, Großaitingen, Bobingen und Gessertshausen haben ein Gewässerentwicklungskonzept für die Schwarzach umgesetzt. Ziel war es, die Gewässerstrukturen ökologisch zu verbessern und den Hochwasserrückhalt in der Fläche zu verbessern.
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2017): Merkblatt 5.1/3 Gewässerentwicklungskonzepte ■ LfU (2012): Unterhaltung kleiner Gewässer. Partner, Finanzierung und Praxistipps. Beispiele aus Bayern https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00048.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2018): Arbeitshilfe Gewässerunterhaltung innerorts. Anforderungen und Chancen https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/unterhaltung/doc/arbeitshilfe.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Arbeitshilfen des LfU zur Planung und Umsetzung von Gewässerentwicklungskonzepten: https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/gek/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2016): Tipps und Informationen für Gewässeranlieger https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00116.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ LfU (2015): Arbeitshilfe Unterhaltung von Gräben https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/graeben/doc/arbeitshilfe.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 69:
Ökologisch verträgliche
Wasserkraftnutzung

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Ökologisch verträgliche Wasserkraftnutzung
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Um das Gewässerökosystem durch die bestehende Wasserkraftnutzung nicht mehr als nötig zu belasten, ist es wichtig einen ökologischen Mindestwasserabfluss in der Ausleitungsstrecke festzulegen und einzuhalten. Für aquatische Lebewesen ist außerdem die Durchgängigkeit, d. h. der Aufstieg (und ggf. Abstieg) im Fluss, zu gewährleisten. Innovative Kraftwerkskonzepte können die ökologischen Nachteile eines Wasserkraftwerks minimieren, indem sie Fischschutz- und Durchgängigkeitsmaßnahmen integrieren.
Anlass	Belastung der Gewässerökosysteme durch den Klimawandel, z. B. durch eine Zunahme der Lufttemperatur oder eine Zunahme der sommerlichen Trockenphasen; Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	Bayerische Strategie zur Wasserkraft; Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung: § 6 WHG, Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer: §§ 27 bis 31 WHG, Einschlägige Norm betreffend Mindestwasserführung, Durchgängigkeit und Schutz der Fischpopulation: §§ 33 – 35 WHG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nachrüstung bestehender Wasserkraftanlagen um Anforderungen an Durchgängigkeit, Mindestwasser und Schutz der Fischpopulation zu erfüllen: ■ Errichtung von Fischauf- und abstiegsanlagen ■ Festlegung und Einhaltung von Mindestwasserabflüssen (siehe Tab. 31: Maßnahmenpläne für den Fall der Unterschreitung bestimmter Abflussschwellenwerte) ■ Verbesserung des Fischschutzes durch optimierte Rechenanlagen kombiniert mit Abstiegskorridoren ins Unterwasser und/oder fischwanderverhalten-bezogene Steuerungen der Anlagen ■ Einsatz von innovativen Technologien wie z. B. fischverträglichere Turbinen (langsam drehend, mit geringen Spaltmaßen) und innovativen Kraftwerkskonzepten
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	Wasserkraftbetreiber, Wissenschaft
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verbesserte Vereinbarkeit mit der WRRL
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hohe Kosten ■ kaum Neubaukapazitäten ■ lange technische Lebenszeit alter Turbinen ■ ggf. Produktionseinbußen durch Abgabe von Mindestwasser und Betriebswasser für Fischauf- und Fischabstiegsanlagen ■ bestimmte ökologische Einschränkungen bestehen trotzdem weiter ■ bestehende Altrechte ■ Versorgungssicherheit (energiewirtschaftlich)
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ An der Loisach in Oberbayern entsteht derzeit die Pilotanlage eines Schachtkraftwerks. ■ Die TU München führt seit 2014 im Auftrag des LfU ein fischökologisches Monitoring an innovativen Wasserkraftanlagen in Bayern durch. https://www.energieatlas.bayern.de/thema_wasser/umweltaspekte/monitoring.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ Einbau einer Very Low Head (VLH)-Turbine im Illerkraftwerk Au ■ Erweiterung des Kraftwerkes Gottfrieding an der Unteren Isar ■ Moderne Fischaufstiegsanlage beim Mainkraftwerk Rothenfels
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ StMUV (2012): Bayerische Strategie zur Wasserkraft. 10-Punkte-Fahrplan für eine ökologische und naturverträgliche Wasserkraftnutzung. Langfassung. ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 70:
Variation hydromorphologischer
Strukturen

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Variation hydromorphologischer Strukturen
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	NW_03, GÖ_04, GÖ_07, B_04
Ziel	Je mehr die Gewässerstruktur und -dynamik dem natürlichen Zustand entspricht, desto mehr ist zu erwarten, dass das Gewässerökosystem den Auswirkungen der Klimaänderungen stabiler begegnen kann. Eine reichhaltige morphologische Gewässerstruktur bietet vielfältige Habitate und bei verschiedenen Abflussverhältnissen immer eine Vielzahl an unterschiedlichen Fließgeschwindigkeitsbereichen. Auch bei Niedrigwasser existieren meist noch Bereiche mit ausreichenden Wassertiefen, um aquatischen Lebewesen zumindest temporär das Überleben zu sichern. Die Variation hydromorphologischer Strukturen wirkt außerdem Abflussbeschleunigungen entgegen und unterstützt dadurch den (Hoch-) Wasserrückhalt.
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen, verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	WRRL; Biodiversitätsprogramm 2030; LEP 7.1.5
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entfernung von Sohl- und Uferverbau ■ Deichrückverlegung ■ Einbau von Strömunglenkern ■ Aufweitung des Gewässergerinnes ■ Aufgeweitete Ausleitungsstrecke an Auslässen ■ Neutrassierung ■ Einbringen von Störsteinen, Totholz, ... ■ Laufverlängerung ■ Wiedervernässung von Auen, Feuchtgebieten ■ Anlage von Kieslaichplätzen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewässerstrukturkartierung ■ Querprofilaufnahmen, Schwebstoffmessungen, Geschiebetransportmodellierungen, Flussmorphologische Studienhydraulische Modellierung
Akteure	Wasserbehörden, Kommunen, Land
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hochwasserschutz ■ Förderung eines natürlichen Abflussregimes und somit Unterstützung der Zielerreichung WRRL (wenn FFH-Gebiete → Unterstützung Natura 2000-RL) und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie ■ Wiederherstellung eines naturnahen Bodenwasserhaushaltes
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausgeglichener Feststoffhaushalt und ausreichend große, zusammenhängend durchgängige Gewässerabschnitte für aquatische Lebewesen als Voraussetzung ■ Detaillierte Planung der Maßnahmen, da großräumig langfristige Geschiebeprozesse in Gang gesetzt werden können
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Isar-Renaturierung in München war ein Gemeinschaftsprojekt der Landeshauptstadt München und des WWA München, das 2011 vollendet wurde. Ziele waren die naturnahe Umgestaltung der Isar, die Erhöhung der Hochwassersicherheit sowie die Verbesserung der Erholungsfunktion. Zur Optimierung des Geschiebemanagements und der Gewässerstruktur in der Kleinen Isar wurden umfangreiche Simulationen der Strömungsverhältnisse vorgenommen. https://www.wwa-m.bayern.de/fluesse_seen/massnahmen/isarplan/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Projekt „Wertach vital“ setzen sich das WWA Donauwörth und die Stadt Augsburg für die Renaturierung der Wertach ein. Dabei werden Ziele des Hochwasserschutzes mit der Förderung der Biodiversität kombiniert. Eine intensive Bürgerbeteiligung sorgt zudem für die Berücksichtigung von Aspekten der Freizeitnutzung und Erholung in dem Renaturierungskonzept. https://www.wwa-don.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/wertachvital/index.htm aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 70 (Fortsetzung):
Variation hydromorphologischer
Strukturen

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
<p>Praxisbeispiele (Fortsetzung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayern und Baden-Württemberg arbeiten im Projekt „Agile Iller“ zusammen, um die Iller in den kommenden Jahren ökologisch weiter zu stärken. Insgesamt umfasst das Programm rund 60 Maßnahmen entlang des Flusses von Aitrach bis Wiblingen. Geplant sind beispielsweise die verstärkte Gewässer- und Auenentwicklung für den Natur- und Hochwasserschutz. Außerdem sollen bestehende Seitengewässer besser angebunden sowie die Gewässerstruktur und Durchgängigkeit weiter verbessert werden. Auch neue Seitenarme als Lebensraum für Fische und andere Gewässerlebewesen sind geplant. Durch Deichrückverlegungen soll die Iller wieder mehr Raum bekommen und stärker erlebbar werden. https://www.agile-iller.de/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Projekt INADAR (Innovative approach for dam restoration) wird der Einbau von sogenannten „Öko-Bermen“ während der Dammsanierung getestet. Die Dämme werden auf diese Weise ertüchtigt und der Hochwasserschutz verbessert. Gleichzeitig entstehen durch die naturnahe Gestaltung der Uferbereiche neue Lebensräume für Tiere und Pflanzen. Im Rahmen des Projekts werden im Staubereich der Donaukraftwerke Oberelchingen und Offingen jeweils 500 Meter lange Pilotstrecken gebaut. https://www.lew.de/media/3329/pm-bew-abschluss-inadar.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Projekt ISOBEL (Integrated Solutions für Bed Load Management), siehe Tab. 64: Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern https://wasserkraft.lew.de/lew-wasserkraft/oekoprojekte/isobel aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bundesprogramm „Blaues Band Deutschland“, siehe Tab. 63: Biotopverbund sichern https://www.blaues-band.bund.de/Projektseiten/Blaues_Band/DE/neu_05_Informationen/Fachinformationen/Eckpunkte_Fachkonzept_BBD.pdf?__blob=publicationFile&v=1 aufgerufen am 28.07.2021
<p>Quellen, weiterführende Informationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2013): Merkblatt Nr. 5.1/3 „Gewässerentwicklungskonzepte (GEK)“, Stand 15. November 2013“ ■ LfU (2013): Merkblatt Nr. 5.1/4 „Umsetzungskonzepte (UK)“, Stand Dezember 2017“ ■ LfU, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2012): Gewässerunterhaltung – der richtige Umgang mit dem Hochwasser ■ Arbeitshilfen der Gewässernachbarschaften Bayern: Stand 22.06.2012 ■ LAWA (2017): Verfahrensempfehlung „Typspezifischer Flächenbedarf für die Entwicklung von Fließgewässern“ ■ LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Tab. 71:
Betriebliches Engagement für die
Artenvielfalt

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Betriebliches Engagement für die Artenvielfalt
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	VL_21, EE_03
Ziel	Unternehmen und kommunale Betriebe sind auf verschiedenste Weise mit Biodiversität und Ökosystemen verbunden. Einerseits sind sie direkt oder indirekt von intakten Ökosystemen abhängig. Andererseits haben Unternehmen und Betriebe insbesondere des Primärsektors einen starken Einfluss auf Ökosysteme. Die Beeinträchtigung der Ökosysteme und der Verlust an biologischer Vielfalt, nicht zuletzt durch den Klimawandel, sind Basis für eine vielfältige –und teils sehr individuelle – Betroffenheit von Unternehmen. Zur Abmilderung der negativen Folgen durch den Klimawandel und der damit einhergehende Verlust an Ökosystemdienstleistungen sollen Geschäftsprozesse nachhaltig gestaltet werden.
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen, verstärktes Auftreten von Niedrigwasserabflüssen, Zunahme von Hochwasserabflüssen
Umsetzungsgrundlage	BNatSchG; BayNatSchG; FFH-Richtlinie
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten im Lieferkettenmanagement (detaillierte Bewertung zur Berücksichtigung von Ökosystemleistungen und Biodiversität bei Lieferanten) und Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment; Abbildung des gesamten Stoffkreislaufes in der Wertschöpfungskette eines Produktes) ■ Mitarbeiterengagement als Freiwilligenarbeit, Spendenaktionen für Naturschutzeinrichtungen und Förderung von Naturschutzprojekten ■ Umweltbezogene Gewinn- und Verlustrechnung, um Externalitäten beim Einkauf, der Fertigung, der Produktentwicklung oder dem Nachhaltigkeitsmanagement aufzudecken ■ Umweltmanagement, inklusive Liegenschaftsmanagement ■ Steigerung der Ressourceneffizienz und Integration der Biodiversität in das Ressourcenmanagement (z. B. durch Verarbeitung von Rohstoffen aus zertifiziert nachhaltigem Anbau) ■ Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten bei Investitionen in den Bau neuer Anlagen oder Standorte ■ Standortbezogene Maßnahmen mit Wirkung im direkten Umfeld: <ul style="list-style-type: none"> ■ Blumenwiesen mit autochthonem Material anlegen ■ Dach- und Fassadenbegrünungen (siehe Tab. 3: Dach- und Fassadenbegrünungen) ■ Habitatstrukturen (Nahrungs- und Brutmöglichkeiten) für wildlebende Arten, wie beispielsweise Wildbienen schaffen ■ Einsatz insektenfreundlicher Beleuchtungsanlagen und Begrenzung der Lichtemissionen auf Zielflächen ■ (Temporäre) ökologische Aufwertung von ungenutzten Flächen (gewerbliche Reserve- oder Erweiterungsflächen, Industriebrachen oder Flächen des rohstoffabbauenden Gewerbes) ■ Nist- und Fledermauskästen anbringen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Naturschutzrechtliche Rahmenbedingungen: https://www.umweltpakt.bayern.de/natur/fachwissen/378/naturschutzrechtliche-rahmenbedingungen aufgerufen am 28.07.2021 ■ Wirksamkeit von unterschiedlichen Handlungsansätzen im Hinblick auf den Beitrag zum Schutz der Biodiversität und auf die Werttreiber aus Sicht des Unternehmens (Risikosenkung, Kostenreduktion, Erschließung von Märkten und Kunden sowie Steigerung der Reputation (siehe Naturkapital Deutschland TEEB DE 2013 S. 44)
Akteure	Unternehmen, Kommunen, Fachbehörden
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bodenschutz ■ Hochwasserschutz ■ Förderung eines natürlichen Abflussregimes und somit Unterstützung der Zielerreichung WRRL (wenn FFH-Gebiete → Unterstützung Natura 2000-RL) und der Bayerischen Biodiversitätsstrategie ■ Wiederherstellung eines naturnahen Bodenwasserhaushaltes ■ Imagegewinn, Verbesserung der Reputation (allerdings reicht Engagement für die biologische Vielfalt außerhalb des Kerngeschäfts nicht aus; sonst kann es schnell als »Greenwashing« aufgefasst werden) ■ Durchgrünung urbaner Räume und positive stadtklimatische Effekte ■ Schaffung von betrieblichen Pausen- und Erholungsräumen für die Belegschaft

Tab. 71 (Fortsetzung):
Betriebliches Engagement für
die Artenvielfalt

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ökonomische und zeitliche Risiken für die Unternehmen bei der Wiederaufnahme der Nutzung müssen überwunden werden: „einfach – schnell – kostenlos“ ist bei derzeitiger Rechtsunsicherheit nicht möglich (insbesondere: Artenschutzrecht) ■ Ökologische Falle für „immobile“ Lebewesen kann nicht völlig ausgeschlossen werden; Beeinträchtigungen auch für mobile Arten, wenn keine Ausweichbiotope vorhanden und erreichbar sind
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Auf Vorschlag der Bäckerei Hopffisterei erklärten sich Naturland-Bauern bereit, an der gemeinsam mit dem Landesbund für Vogelschutz organisierten Lerchenfenster-Aktion zum Schutz dieser heimischen Vogelart, teilzunehmen. https://www.umweltpakt.bayern.de/download/pdf/praxisbeispiel_hopffisterei.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Die Firma SALUS unterstützt die Erhaltung eines Auwaldbiotops auf dem Firmengelände. ■ Praxisbeispiel Salus (bayern.de) aufgerufen am 28.07.2021 ■ Die Neumarkter Lammsbräu finanziert jährlich für zwei oder drei landwirtschaftliche Partnerbetriebe sogenannte „Kulturlandpläne“. Dabei handelt es sich um maßgeschneiderte Maßnahmenpakete, die die Biodiversität bewahren und steigern. ■ Praxisbeispiel Lammsbräu (bayern.de) aufgerufen am 28.07.2021 ■ Die Initiative engagiert sich für mehr biologische Vielfalt. Sie ist ein Zusammenschluss von Unternehmen. Im Rahmen der Initiative finden zum Beispiel Dialogforen statt. Weiterhin wurden fünf Infomodule und ein Handbuch veröffentlicht, die den Einstieg in das Thema Biodiversitätsmanagement erleichtern. http://www.business-and-biodiversity.de/ aufgerufen am 28.07.2021
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ LfU (2018): Vielfalt am Standort – Schritte zu einem nachhaltigen Biodiversitätsmanagement https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/biodiversitaet/module.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ ANL (2018): Unternehmen Natur: http://www.anl.bayern.de aufgerufen am 28.07.2021 ■ Umweltpakt Bayern: Zusammenstellung von Links und Literatur zu Biodiversität und Unternehmen https://www.umweltpakt.bayern.de/download/pdf/Linkliste_Biodiversitaet.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2013): Die Unternehmensperspektive – Auf neue Herausforderungen vorbereitet sein. Berlin, PricewaterhouseCoopers; Leipzig, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ; Bonn, Bundesamt für Naturschutz http://www.ufz.de/export/data/global/190498_TEEB_DE_Die_Unternehmensperspektive_dt.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Einstiegswissen Unternehmen und biologische Vielfalt – Handlungsfelder und praktische Tipps https://www.umweltpakt.bayern.de/natur/publikationen/1309/einstiegswissen-unternehmen-biologische-vielfalt-handlungsfelder-praktische-tipps aufgerufen am 28.07.2021 ■ Handbuch Biodiversitätsmanagement – Ein Leitfaden für die betriebliche Praxis https://www.bmu.de/pressemitteilung/biologische-vielfalt-neues-handbuch-fuer-unternehmen/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (2003): Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft. Ein Leitfaden. https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/ingriffe/bauleitplanung/index.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Blühpakt Bayern: http://www.bluehpakt.bayern.de/ aufgerufen am 28.07.2021 ■ DVL-Pilotprojekt „natürlich.Bayern“ (2018–2023) ■ Wellens, C. und Muchow, Th. (2017): „Natur auf Zeit“ – neue Wege für eine naturnahe Flächennutzung? Ergebnisse aus dem F&E-Vorhaben „Natur auf Zeit“: Rechtliche und fachliche Rahmenbedingungen. Vortrag auf dem Dialogforum „Unternehmen und Biologische Vielfalt“ am 23.03.2017 in Berlin. https://www.business-and-biodiversity.de/fileadmin/ubi2020/documents/Pr%c3%a4sentationen_DF_2017/Muchow_Wellens_Natur-auf-Zeit_UBI-2020_Final_1.pdf aufgerufen am 28.07.2021

Tab. 72:
Waldumbau

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Waldumbau
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	OF_03-06
Ziel	Zentrales Ziel des Waldumbaus ist die Erhaltung und Entwicklung von klimatoleranten zukunftsfähigen Waldbeständen gegenüber den zu erwartenden Klimaveränderungen unter Wahrung der natürlichen biologischen Vielfalt. Mischbestände sind wegen der verschiedenen Baumarten und ihrer besonderen Bestandsstruktur widerstandsfähiger gegen Schadereignisse wie Sturm, Insekten und Klimaextreme.
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen; Einhaltung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie
Umsetzungsgrundlage	BayWaldG, StaatsforstenG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Umbau von anpassungsbedürftigen Beständen (insbesondere reiner Fichten- oder Kiefernbestände) in klimatolerantere Mischbestände mit Tanne, Buche, Eiche oder anderen Baumarten entsprechend der heutigen potenziellen natürlichen Vegetation (hPNV), bzw. der zukünftig zu erwartenden PNV ■ ggf. Verkürzung der Umtriebszeit bei Nadelwäldern
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerisches Standortinformationssystem (BaSIS) der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF): Anbaurisiken der wichtigsten Waldbäume auf unterschiedlichen Standorten ■ Orientierung an zukünftiger natürlicher Waldgesellschaft, wobei ein ausreichender Abstand von den Rändern der sog. „Klimahüllen“ der jeweiligen Baumart einzuhalten ist
Akteure	Privatwaldbesitzerinnen und -besitzer, BaySF, Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF), Forstliche Zusammenschlüsse, Kommunen, Jägerinnen und Jäger
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Naturschutz, v. a. Habitate für Tiere und Pflanzen ■ Erholung und Tourismus ■ Schutz vor Bodenerosion und Verkarstung (Schutzwald) ■ Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit ■ hohe Nachfrage am Holzmarkt nach schwachen und mittelstarken Nadelholzsortimenten
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hohe Kosten für die Begründung von Mischwäldern, insbesondere für die Einbringung des Laubholzanteils ■ Höhere Kosten für die Mischwuchsregulierung ■ Sicherung der Waldverjüngung durch angepasste Schalenwildbestände (gesetzlicher Grundsatz „Wald vor Wild“) ■ Verringerung des finanziellen Werts der Waldbestände nach heutigen Maßstäben
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerisches waldbauliches Förderprogramm (WALDFÖPR) ■ Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm Wald (VNPWald) ■ Förderrichtlinie Waldklimafonds ■ Naturschutzfachlicher Waldumbau als Kompensationsmaßnahme
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Jahr 2015 wurde die Initiative Zukunftswald Bayern ins Leben gerufen. Die IZW verleiht dem notwendigen Waldumbau weiteren Schwung. Mit vielfältigen regionalen Projekten soll das Interesse der Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer geweckt werden, Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel in ihren Wäldern durchzuführen. Der erfolgreich eingeschlagene Weg wird 2017/2018/2019/2020 weitergeführt. ■ Im Rahmen der Bergwaldoffensive (BWO) werden Maßnahmen zur Stabilisierung und nachhaltigen Anpassung der Bergwälder an den Klimawandel in speziell ausgewiesenen Projektgebieten intensiviert und im Einklang mit den Zielen der Alpenkonvention umgesetzt (z. B. Waldumbau, Intensivierung von Schutzwaldpflege und -sanierung in Verbindung mit einer effektiven Schalenwildregulierung; inklusive Beteiligung aller Betroffenen). Projektgebiete sind u. a.: Anatswald-Leiterberg, Hirschberg, Balderschwang, Grünten und Immenstädter Horn. ■ Im Jahr 2013 wurde in den ostbayerischen Mittelgebirgen – analog zur Bergwaldoffensive – die Waldinitiative Ostbayern (WIO) gestartet. In abgegrenzten Projektgebieten werden möglichst breit übergreifend verschiedene forstliche Maßnahmen umgesetzt. Diese reichen von der Pflanzung und Sicherung von Mischwäldern über den naturverträglichen Bau von Rückewegen zur Erschließung der Bestände bis hin zu Naturschutzmaßnahmen. Die ersten Projekte konnten im Jahr 2016 bereits erfolgreich abgeschlossen werden, z. B. in Schörgendorf, Kapfham oder Ederlsdorf-Donaualeiten. ■ Im Rahmen der Schutzwaldsanierung, und Schutzwaldpflege werden seit drei Jahrzehnten Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Schutzwälder durchgeführt. Die Wälder wurden und werden dadurch an den Klimawandel angepasst.

Tab. 72 (Fortsetzung):
Waldumbau

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Waldinitiativen Bayern: https://www.stmelf.bayern.de/wald/forstpolitik/117563/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Projektübersicht der Initiative Zukunftswald Bayern (IZW) 2017/18: https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/wald/forstpolitik/dateien/projektübersicht_der_initiative_zukunftswald_bayern_izw_2017-2018.pdf aufgerufen am 28.07.2021 ■ Informationen und Projektgebiete Bergwaldoffensive (BWO): https://www.lwf.bayern.de/waldbau-bergwald/schutzwaldmanagement/010316/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Staatsregierung (2015): Klimaschutzprogramm 2050. ■ Gömann et al. (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Thünen Report 30 ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2016): Der Berg- und Schutzwald in den bayerischen Alpen https://www.bestellen.bayern.de/shoplink/08001116.htm aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2014): Voranbau von Mischbaumarten LWF-Merkblatt 26

Tab. 73:
Schädlingsbekämpfung (Borkenkäfer)

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Schädlingsbekämpfung (Fallbeispiel Borkenkäfer)
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	<p>Erhalt gefährdeter Waldbestände und ihrer Waldfunktionen (u. a. Holzproduktion, Lebensraum) sowie schwerer wirtschaftlicher Risiken für die Forstbetriebe durch Vermeidung von gefährlichen Massenvermehrungen.</p> <p>Die bedeutendsten Schädlinge sind die Fichtenborkenkäfer (s. nachfolgendes Fallbeispiel), der Schwammspinner an den Eichen, das durch Pilze verursachte bayernweit verbreitete Eschentriebsterben sowie das Diplodiatriebsterben an der Kiefer.</p>
Anlass	Zunehmender Hitze- und Trockenstress schwächt die Bäume; Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen; Veränderung der Verbreitungsschwerpunkte von Schadinsekten aufgrund günstigerer Klimabedingungen
Umsetzungsgrundlage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pflanzenschutzgesetz (PflSchG), Landesverordnung zur Bekämpfung der schädlichen Insekten in den Wäldern
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einschlag, Entrindung oder Abfuhr der befallenen Fichten ■ Anlage von Holzlagerplätzen außerhalb des Waldes ■ Entzug bruttauglichen Materials (durch Mulchen, Hacken oder Verbrennen) ■ notfalls Behandlung des im Wald gelagerten Holzes mit Pflanzenschutzmitteln, sollte jedoch aus ökologischen und gesundheitlichen Gründen vermieden werden ■ Organisationsrahmen: <ul style="list-style-type: none"> ■ Privatwaldorganisation vor Ort mit Borkenkäferbekämpfung beauftragen und ggf. Waldpflegevertrag abschließen ■ Mitteilung von entdecktem Befall und Aufforderung zur Bekämpfung durch das Amt für Ernährung, Land- und Forstwirtschaft (AELF) an die Waldbesitzer (notfalls kostenpflichtige Ersatzvornahme) ■ Waldumbau naturferner Fichtenforste entsprechend der heutigen potenziellen natürlichen Vegetation (siehe Tab. 1-71)
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Borkenkäfermonitoring in Bayern: http://www.fovgis.bayern.de/borki/ aufgerufen am 28.07.2021
Akteure	Privatwaldbesitzerinnen und -besitzer, Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF), Forstliche Zusammenschlüsse, Jägerinnen und Jäger

Tab. 73 (Fortsetzung):
Schädlingsbekämpfung
(Borkenkäfer)

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Schutz vor Massenbewegungen und Erosion (Schutzwald) ■ Vermeidung von Freiflächensituation mit Abbau und Verkarstung des Bodens ■ Waldumbau (Zeitgewinn, Baumartenwahl, Kosten)
Abwägungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zeit-, arbeits- und kostenaufwändig ■ Waldumbau trotzdem erforderlich
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bayerisches waldbauliches Förderprogramm (WALDFÖPR) ■ FORSTWEGR (Lagerplätze)
Praxisbeispiele	■ -
Quellen, weiterführende Informationen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Borkenkäferinfoportal der LWF: https://www.lwf.bayern.de/waldschutz/monitoring/065609/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Hinweise zu erforderlichen Waldschutzmaßnahmen in Abhängigkeit von den Phasen der Buchdruckerentwicklung: https://www.sbs.sachsen.de/infos-fuer-waldbesitzer-zum-borkenkaefer-26421.html aufgerufen am 28.07.2021 ■ Bayerischer Waldbesitzerverband e.V.: Forstschutz und Forstschädlinge. Infoblatt 13. ■ Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie ■ LWF Merkblatt 14: Rindenbrütende Borkenkäfer an der Fichte

Tab. 74:
Grundlagenforschung
Klima – Forst – Holz

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Erarbeitung von Grundlagen durch Klimaforschung Wald – Forst – Holz
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	GF_01-05
Ziel	Forschung und Entwicklung sollen die Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen sowie die Prävention, Abwehr und Schadensbewältigung unterstützen. Dabei sollen vor allem fachliche Grundlagen zu Prognoseinstrumenten, Entscheidungshilfen (z. B. Bayerisches Standortinformationssystem BaSIS) sowie zur Baumarteneignung, zur Forstgenetik, zum Standort, Waldumbau und Waldnaturschutz sowie zu Extremereignissen bereitgestellt werden.
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	■ BWaldG; BayWaldG; Forschungsprogramme; KLIP 2050
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Betreiben und bei Bedarf Weiterentwicklung und Ergänzung von Monitoringsystemen (z. B. Bundeswaldinventur, Waldklimastationen, Waldzustands- und Bodenzustandserhebung, Etablierung eines forstgenetischen Monitorings) ■ Kooperationsprojekte der bayerischen Landesämter zur Schaffung einer gemeinsamen Datengrundlage für Bayern (z. B. Vereinheitlichung der verwendeten Klimaprojektionsdaten), Vermeidung von Doppelarbeit und Nutzung von fachlichen Synergien (z. B. Kooperationen der LWF mit dem LfU zur Einschätzung des Borkenkäferbefallrisikos in der Zukunft, des zukünftigen Bodenwasserhaushalts auf Forststandorten oder der zukünftigen Waldbrandgefahr) ■ Forschung und Anbauversuche zu möglichen alternativen Baumarten im Klimawandel durch LWF und ASP ■ Beobachtung, Bewertung und Information der Öffentlichkeit bzgl. biotischer und abiotischer Kalamitätsrisiken für die Wälder und Betriebe ■ Entwicklung von innovativen Holzprodukten aus klimatoleranteren Baumarten als Anreiz für Waldbesitzer zum Waldumbau und als Alternative für die Holzwirtschaft ■ Förderung des Wissens- und Erfahrungstransfers zwischen Forschung und Praxis durch Forschungsprogramme, Regionalkonferenzen, forstliche Beratung für Privatwaldbesitzer, Akteursbeteiligung bei staatlichen Maßnahmenprogramme

Tab. 74 (Fortsetzung):
Grundlagenforschung
Klima – Forst – Holz

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ressortforschungsrahmen des StMELF ■ Bayerisches Standortinformationssystem (BaSIS) der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ■ Auswertung von Klimaprojektionen
Akteure	Bund, StMELF, StMUV, StMWi, Kommunen, Forschungseinrichtungen, Privatwaldbesitzerinnen und -besitzer, Forstliche Zusammenschlüsse, Jägerinnen und Jäger, Architektinnen und Architekten
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Langfristig effizientere inter-institutionelle Zusammenarbeit; Vernetzung ■ Umweltbildung
Abwägungsbedarf	Etablierung von Kooperationsprojekten zeit- und arbeitsintensiv in der Anfangsphase
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ressortforschung des StMELF ■ Förderrichtlinie Waldklimafonds (Förderschwerpunkt 4 „Forschung einschließlich Monitoring“ und 5 „Information und Kommunikation“) ■ Innovationsförderung des BMEL ■ BioÖkonomie 2030 ■ Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt ■ LIFE – EU-Programm für die Umwelt und Klimapolitik (2014–2020)
Praxisbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> ■ Die LWF entwickelt im Vorhaben „Nischenmodelle“ für eine Auswahl seltener heimischer und nicht-heimischer Baumarten Nischenmodelle ähnlich der bereits bestehenden Modellierungen der abgeschlossenen bzw. laufenden Vorhaben KLIP3 und MARGINS. Diese sollen validiert und in BayWIS (Bayerisches Waldinformationssystem) im Modul BaSIS implementiert werden. Damit soll das (klimatische) Risiko eines möglichen Anbaus realistisch beurteilt werden können https://www.lwf.bayern.de/boden-klima/baumartenwahl/144538/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Zuge des Projekts „ModEPSKlim“ soll ein Online-Frühwarnsystem zur regional differenzierten Einschätzung der aktuellen Entwicklungsbedingungen (Phänologie) und Populationsdichten des EPS sowie der daraus resultierenden Gefahren für Wald und menschliche Gesundheit entwickelt werden https://www.nw-fva.de/forschen/projekte/modeps klim aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Forschungsprojekt „GenMon - Entwicklung eines genetischen Monitorings für Rotbuche und Fichte in Deutschland“ wird ein Monitoringsystem zur Untersuchung der Veränderungen in der genetischen Ausstattung von Waldbeständen ausgearbeitet. Dieser soll vor dem Hintergrund des Klimawandels als Frühwarnsystem für später eintretende Veränderungen in der Vitalität von Waldbaumpopulationen fungieren. Das Verbundprojekt wird im Rahmen der Förderrichtlinie Waldklimafonds gefördert durch ein Konsortium von mehreren forstlichen Landesbehörden bearbeitet https://www.awg.bayern.de/179989/index.php aufgerufen am 28.07.2021 ■ Im Forschungsprojekt KLIP 18 werden auf zwei Dauerversuchsflächen in Nordbayern die Etablierung der Baumarten Bornmüllers Tanne (<i>Abies bornmuelleriana</i>), Orientbuche (<i>Fagus orientalis</i>), Libanonzeder (<i>Cedrus libani</i>), Silberlinde (<i>Tilia tomentosa</i>), Westliche Hemlocktanne (<i>Tsuga heterophylla</i>) und Riesen-Lebensbaum (<i>Thuja plicata</i>) erfasst. Das Projekt wird zusammen mit Kooperationspartner aus Österreich, der Schweiz und aus Thüringen durchgeführt. ■ Tagung der Bayerischen Forstverwaltung „Laubholz - Produkte, Perspektiven“ am 23.04.2018 in Nürnberg. Unterlagen unter: https://www.stmelf.bayern.de/wald/holz/vom-baum-zum-holz/185699/index.php aufgerufen 28.07.2021 ■ Jährlicher Schreinerpreis des StMELF
Quellen, weiterführende Informationen	Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie

Tab. 75:
Flankierende Maßnahmen im
Bereich der Forstwirtschaft

Klimawirkung	Gefährdung der Artenvielfalt und Ökosysteme
Klimaanpassungsmaßnahmen	Flankierende Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	FF_01-04
Ziel	Die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen im Bereich Forst soll durch organisatorische Maßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit unterstützt werden.
Anlass	Stärkung von natürlichen Ökosystemen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber Klimaänderungen
Umsetzungsgrundlage	BWaldG; BayWaldG; BayJG
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Information und Dialog mit der Gesellschaft (v. a. Politik, Verbände, Öffentlichkeit) ■ Sicherung der Waldverjüngung durch angepasste Schalenwildbestände ■ Schaffung von Leuchtturm- und Referenzprojekten für vorbildhafte Holzverwendung und innovative Holzprodukte (inklusive Öffentlichkeitsarbeit) ■ Abbau der strukturellen Nachteile im Kleinprivatwald durch: <ul style="list-style-type: none"> ■ Unterstützung effizienter forstlicher Zusammenschlüsse ■ Bedarfsgerechte Erschließung ■ Waldneuordnungen
Entscheidungsgrundlagen	-
Akteure	StMELF, Privatwaldbesitzer, Forstliche Zusammenschlüsse, Jäger, BaySF, Jagdgenossenschaften, Öffentlichkeit
Synergien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vernetzung ■ Umweltbildung
Abwägungsbedarf	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	Bayerische Staatsregierung (2016): Bayerische Klimaanpassungsstrategie

Klimawirkung Georisiken

Tab. 76:
Eigenvorsorge bei Steinschlag-
gefahr

Klimawirkung	Georisiken
Klimaanpassungsmaßnahmen	Eigenvorsorge bei Steinschlaggefahr
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Immobilieeigentümer sollen sich durch Maßnahmen der Eigenvorsorge an entsprechenden Standorten auf eine potentiell erhöhte Steinschlaggefahr einstellen.
Anlass	Möglicherweise erhöhte Auftretswahrscheinlichkeit von Starkregen, Sturm und Frost-Tau-Wechseln und somit günstigere Bedingungen für Steinschläge
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Absammeln von absturzgefährdeten losen Steinen aus steilen, aber noch begehbaren Hängen ■ Entfernen von größeren Bäumen an den oberen Hangkanten oder in steinschlaggefährdeten Felswänden ■ Anlage und Pflege von Steinschlagschutzgehölzen unterhalb von Felswänden ■ Verzicht auf bergseitige Fenster und Türen ■ Massive Ausführung der bergseitigen Rückwand und ggf. des Daches ■ Verzicht auf Spielplätze, Bänke, Gartensitzplätze, Aufenthaltsbereiche, Garagen, Stellplätze etc. im Steinschlagbereich ■ Geländemodellierung mit Ableit- oder Schutzwällen ■ Keine Steinschlagschutzzäune für Neubauten aufgrund des Aufwandes, der begrenzten Lebensdauer und des erheblichen Wartungs- und Pflegeaufwandes
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standortauskunft Georisiken; GEORISK-Objekte ■ Gefahrenhinweiskarten
Akteure	Wasserwirtschaftsämter, Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, private Sachverständige für Ingenieurgeologie, Geotechnik oder Grundbau, Versicherungsgesellschaften, Bauleitplanung
Synergien	-
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	Schutz vor finanziellen Schäden durch eine Elementarschadenversicherung
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	LfU (2017): Eigenvorsorge bei Geogefahren. Merkblatt für Grundeigentümer

Tab. 77:
Eigenvorsorge bei Rutschungs-
gefahr

Klimawirkung	Georisiken
Klimaanpassungsmaßnahmen	Eigenvorsorge bei Rutschungsgefahr
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	-
Ziel	Immobilieeigentümer sollen sich durch Maßnahmen der Eigenvorsorge an entsprechenden Standorten auf eine potentiell erhöhte Rutschungsgefahr einstellen.
Anlass	Möglicherweise erhöhte Auftrittswahrscheinlichkeit von Starkregen und somit günstigere Bedingungen für Rutschungen
Umsetzungsgrundlage	-
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kontrolle von bestehenden Wasser- und Abwasserleitungen auf Dichtigkeit ■ Dränagen im gesamten Bereich der Rutschmasse ■ Die konzentrierte Einleitung oder Versickerung von Oberflächenwasser in gefährdete Hänge vermeiden oder unterbinden ■ Vermeiden von Auflast im Kopfbereich von Rutschungen (Oberhang) ■ Vermeiden von Abgrabungen und Unterschneidungen des Hangfußes, um dessen stützende Wirkung zu erhalten ■ Bepflanzung und Pflege eines Schutzwaldes oder Gehölzes ■ Neubauten im Gefahrenbereich vermeiden ■ Bei Gefahr von flachgründigen Hangabbrüchen vom Oberhang her sollte auf bergseitige bodennahe Fenster und Türen verzichtet werden ■ Geländeeinschnitte in labilen Bereichen sind allenfalls mit größter Umsicht und nur mit Sicherungsmaßnahmen anzulegen
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standortauskunft Georisiken; GEORISK-Objekte ■ Gefahrenhinweiskarten ■ Geotechnisches Gutachten ■ Ingenieurgeologische Detailuntersuchung
Akteure	Wasserwirtschaftsämter, Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, private Sachverständige für Ingenieurgeologie, Geotechnik oder Grundbau, Versicherungsgesellschaften, Bauleitplanung
Synergien	-
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	Schutz vor finanziellen Schäden durch eine Elementarschadenversicherung
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	LfU (2017): Eigenvorsorge bei Geogefahren. Merkblatt für Grundeigentümer

Tab. 78:
Staatliche Vorsorge bei
Geofahren

Klimawirkung	Georisiken
Klimaanpassungsmaß- nahmen	Staatliche Vorsorge bei Geofahren
Verknüpfung Maßnahme zur BayKLAS 2016	G_01-05
Ziel	Die Reduzierung der Schadensanfälligkeit gegenüber Naturgefahren auf ein akzeptables Maß ist durch die Bereitstellung von Daten- und Entscheidungsgrundlagen anzustreben.
Anlass	Möglicherweise erhöhte Auftrittswahrscheinlichkeit von Starkregen und somit günstigere Bedingungen für Massenbewegungen; Alpenkonvention
Umsetzungsgrundlage	BauGB; Forschungsprogramme
Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erarbeitung von Hinweiskarten zu geologischen Gefahren für sensible Gebiete in Bayern ■ Ausweitung des digitalen GEORISK-Katasters des LfU auf das gesamte Gebiet Bayerns zur Erhöhung der Vorsorgesicherheit ■ Dauerhafte Untersuchung der Permafrostentwicklung in den bayerischen Alpen zur Verminderung der lokalen Felssturzgefahr ■ Meidung von durch Georisiken gefährdeten Gebieten bei der Planung neuer Siedlungen und Infrastruktur
Entscheidungsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analyse von Klimaprojektionen ■ Modellierung von Massenbewegungen
Akteure	StMUV, Katastrophenschutz, Forschungseinrichtungen, Alpenländer, Tourismus, Verkehr, Kommunen
Synergien	Langfristig effizientere inter-institutionelle Zusammenarbeit; Vernetzung; Umweltbildung
Abwägungsbedarf	-
Finanzierung	-
Praxisbeispiele	-
Quellen, weiterführende Informationen	LfU (2017): Eigenvorsorge bei Geofahren. Merkblatt für Grundeigentümer

ANHANG 2 FÖRDERPROGRAMME

In diesem Anhang ist eine Auswahl bayerischer (Tab. 1) und nationaler (Tab. 2) Förderprogramme mit Bezug zum Thema Klimaanpassung aufgelistet. Manche der genannten Förderprogramme sind nur lose mit Zielen der Klimaanpassung verknüpft, da sie vorrangig auf den Klimaschutz abzielen, d. h. auf die Vermeidung von CO₂-Emissionen. Sie sind hier trotzdem aufgeführt, sofern Synergien zwischen diesen zwei Zielen vorhanden sind, so z. B. im Bereich der Energieeffizienz von Gebäuden. Die dargestellten Förderprogramme (Stand 01.12.2020) erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

Die gemeinsame Förderdatenbank von Bund, Ländern und der EU (<https://www.foerderdatenbank.de/>) könnte weitere Fördermöglichkeiten zur Klimaanpassung enthalten, wie auch die Förderfibel Umweltschutz und Energie (<https://www.umweltpakt.bayern.de/werkzeuge/foerderfibel/>).

Tab. 1:

Bayerische Förderprogramme. Die Subthemen sind gewählt nach ihrem Bezug zum Thema Klimaanpassung. Sie stellen lediglich eine selektive und unvollständige Themenliste der jeweiligen Förderprogramme dar. Weiterführende Informationen finden Sie unter den entsprechenden Links.

Programm	Subthemen	Zuwendungsempfänger	Link
Bund-Länder-Städtebauförderung: 1) Lebendige Zentren – Erhalt und Entwicklung der Orts- und Stadtkerne, 2) Wachstum und nachhaltige Erneuerung (bisher: Stadtbau), 3) sozialer Zusammenhalt (bisher: Soziale Stadt)	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Grün- und Freiflächen, Wassersensible Planung	Städte und Gemeinden	https://www.stmb.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/foerderprogramme/index.php https://www.gruen-in-die-stadt.de/foerdercheck
Investitionspakt Soziale Integration im Quartier	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Grün- und Freiflächen (von Gemeinbedarfs- und Folgeeinrichtungen der sozialen Integration und des sozialen Zusammenhalts)	Städte und Gemeinden	https://www.stmb.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/foerderprogramme/sozialeintegration/index.php
Bayerisches Städtebauförderprogramm Sonderprogramm Militärkonversion	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Renaturierung	Kleinstädte und Gemeinden im ländlichen Raum	https://www.stmb.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/foederschwerpunkte/militaerkonversion/index.php
Bayerisches Städtebauförderprogramm Sonderprogramm „Revitalisierung von Industrie- und Gewerbebrachen“	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Renaturierung	Kleinstädte und Gemeinden im ländlichen Raum	https://www.stmb.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/foederschwerpunkte/gewerbebrachen/index.php
Bayerisches Städtebauförderprogramm	Stadt- und Gemeindeentwicklung	Kleinstädte und Gemeinden im ländlichen Raum	https://www.stmb.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/foerderprogramme/bayerischesprogramm/index.php
Umwelt- und klimaverträgliche Naturtourismusangebote (FöRNatKom)	Naturverträgliche Freizeit- und Tourismusangebote, schneeunabhängige Tourismuskonzepte	Kommunen, kommunale Zusammenschlüsse	FöRNatKom: Richtlinien zur Förderung von umwelt- und klimaverträglichen Naturerlebnis- und Naturtourismusangeboten in bayerischen Kommunen - Bürgerservice (gesetz-bayern.de)
Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement (Nr. 2.4 RZWas 2018, DorfR, FinR-LE, FORSTWEGR 2016, KULAP B30 & B34-39)	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Sturzflut- und Hochwasserrisikomanagement	Städte und Gemeinden, Verbände für ländliche Entwicklung, Körperschaften, Teilnehmergemeinschaften, Eigentümer sowie Bewirtschafter forstwirtschaftlicher Flächen	https://www.stmuv.bayern.de/themen/wasserwirtschaft/foerderung/doc/infoblatt_sonderprogramm_sturzfluten.pdf

Tab. 1 (Fortsetzung):

Programm	Subthemen	Zuwendungsempfänger	Link
Dorferneuerung (Bayerisches Dorfentwicklungsprogramm DorfR)	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Renaturierung, Hochwasserschutz, Bodenordnung, Artenvielfalt	Gemeinden, Verbände für ländliche Entwicklung, natürliche und juristische Personen, Teilnehmergemeinschaften	https://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/004011/
Klimaschutz in Kommunen (Förderrichtlinie Kommunaler Klimaschutz - KommKlimaFöR)	Kommunales Klimaanpassungskonzept, Stadt- und Gemeindeentwicklung, Schutz vor Naturgefahren, Energieeffizientes Bauen und Sanieren	Gemeinden, Kommunalunternehmen, kommunale Zweckverbände, Partner der Bayerischen Klima-Allianz	https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_2129_1_U_10828
Förderrichtlinien für Wanderwege, Unterkunftshäuser und Grün- und Erholungsanlagen (FöR-WaGa)	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Grün- und Freiflächen	Gemeinden, Verbände	https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/gartenschauen/index.htm
Bayerischer Naturschutzfonds	Naturschutz, Landschaftspflege, Artenvielfalt, Biotopverbund, Schutz von Boden, Wasser und Luft	Kommunale Körperschaften, Naturschutzverbände, Bildungseinrichtungen, juristische sowie natürliche Personen	https://www.naturschutzfonds.bayern.de/foerderung/doc/foerderrichtlinien_2017_11_28.pdf
Landschaftspflege- und Naturpark-Richtlinien (LNPR)	Artenvielfalt, Biotopverbund, Moorschutz	Kommunale Körperschaften, Träger der Naturparke, Verbände und Vereine zum Naturschutz und der Landschaftspflege, Grundstücksbesitzer	https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/naturschutzfoerderung/landschaftspflege_naturparkrichtlinien/index.htm
Regionale Initiativen für Zukunftsprojekte der Landesentwicklung (Förderrichtlinie Landesentwicklung - FöRLa)	Landesentwicklung, Regionalmanagement, Stadt- und Gemeindeentwicklung	Öffentliche oder privatrechtliche Träger regionaler Initiativen (einzurichten in Abstimmung mit dem Staatsministerium)	https://www.landesentwicklung-bayern.de/instrumente/regionalmanagement/ https://www.verkuendung-bayern.de/baymb/2020-90/
VNP (Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm)	Umweltschonende Landwirtschaft, Artenvielfalt	Inhaber und -zusammenschlüsse landwirtschaftlicher Betriebe, Verbände (z. B. zum Naturschutz, zur Landschaftspflege)	https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/massnahmenuebersicht_vnp.pdf https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/naturschutzfoerderung/vertragsnaturschutzprogramm_wald/index.htm
Masterplan Moore und Auwald (1. Moorwildnisprogramm, 2. Moorwaldprogramm, 3. Moorbauernprogramm 4. Auenlandschaft erhalten)	Moorschutz, Renaturierung, Artenvielfalt, Wasserrückhalt, Boden- und Hochwasserschutz	Körperschaften, Landwirte, Forstwirte	https://www.stmuv.bayern.de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz/doc/klimaschutzoffensive_lang.pdf
KULAP (Kulturlandschaftsprogramm)	Umweltschonende Landwirtschaft (z. B. Boden- und Gewässerschutz, Artenvielfalt), Erhalt der Kulturlandschaft, ökologischer Landbau	Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe (auch des Wein- und Gartenbaus, der Teichwirtschaft oder von Sonderkulturbetrieben)	https://www.stmelf.bayern.de/kulap
WALDFÖPR (Waldbauliches Förderprogramm)	Waldbau	Waldeigentümer	https://www.waldbesitzer-portal.bayern.de/048719/index.php
10.000 Häuser Programm	Energieeffizientes Bauen und Sanieren	Privatpersonen (Eigentümer eines selbst genutzten oder teilweise vermieteten Wohngebäudes)	www.energiebonus.bayern
Ökokredit / Energiekredit / Klimaschutz (ehemals Bayerisches Umweltkreditprogramm)	Umweltschutz (z. B. Boden- und Gewässerschutz), Schutz vor Naturgefahren, Ressourcenschutz	Mittelständische Unternehmen, Angehörige der freien Berufe	https://ifa.de/website/de/foerderangebote/umweltschutz/was/index.php

Tab. 2

Nationale Förderprogramme und EU-LIFE-Programm. Die Subthemen sind gewählt nach ihrem Bezug zum Thema Klimaanpassung. Sie stellen lediglich eine selektive und unvollständige Themenliste der jeweiligen Förderprogramme dar. Weiterführende Informationen finden Sie unter den entsprechenden Links

Programm	Subthemen	Zuwendungsempfänger	Link
Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel	Anpassungskonzepte, Bildungsmodule, kommunale Leuchtturmvorhaben, lokale und regionale Kooperation	Städte und Gemeinden, Unternehmen, Verbände, Forschungs- und Bildungseinrichtungen	https://www.z-u-g.org/aufgaben/foerderung-von-massnahmen-zur-anpassung-an-den-klimawandel/
Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo)	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Beratung, Anpassungskonzepte, Grüne Stadt, Bauliche Maßnahmen an Gebäuden, Grün- und Freiflächen sozialer Einrichtungen	Städte und Gemeinden, gemeinnützige Organisationen, Unternehmen im Gesundheits- und Sozialwesen	https://www.z-u-g.org/aufgaben/klimaanpassung-in-sozialen-einrichtungen/
Interreg B	Raum- und Regionalentwicklung, Umweltschutz, Energie- und Ressourceneffizienz	Städte und Gemeinden, öffentliche Stellen, Unternehmen, Forschung, Zivilgesellschaft	https://www.interreg.de/INTERREG2014/DE/Bundesfoerderung/BundesprogrammTransnationaleZusammenarbeit/bundesprogrammtransnationalezusammenarbeit-node.html
Bund-Länder-Städtebauförderung: 1) Lebendige Zentren – Erhalt und Entwicklung der Orts- und Stadtkerne, 2) Wachstum und nachhaltige Erneuerung (bisher: Stadtbau), 3) sozialer Zusammenhalt (bisher: Soziale Stadt)	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Grün- und Freiflächen, Wassersensible Planung	Städte und Gemeinden	https://www.bmi.bund.de/DE/themen/bauen-wohnen/stadt-wohnen/staedtebau/staedtebaufoerderung/staedtebaufoerderung-node.html
Investitionspakt Soziale Integration im Quartier	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Grün- und Freiflächen (von Gemeinbedarfs- und Folgeeinrichtungen der sozialen Integration und des sozialen Zusammenhalts)	Städte und Gemeinden	https://www.investitionspakt-integration.de/
Kommunalrichtlinie (Nationale Klimaschutzoffensive)	Energieeffizientes Bauen und Sanieren, Wärme- und Kältenutzung	Kommunen und kommunale Zusammenschlüsse, Betriebe, Hochschulen, Kindertagesstätten, Körperschaften	https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen
Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager	Stadt- und Gemeindeentwicklung, energieeffizientes Bauen und Sanieren	Kommunale Körperschaften, kommunale Eigenbetriebe, Landkreise, Gemeindeverbände	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/
IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung	Stadt- und Gemeindeentwicklung, Wasserver- und Abwasserentsorgung, Wärme- und Kälteversorgung, Infrastruktur	Kommunale Körperschaften, kommunale Eigenbetriebe, Gemeindeverbände (z. B. Zweckverbände)	https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-Kommunen-(201)/
Zukunft Bau (Forschungsförderung des BMI)	Energie- und Ressourceneffizientes Bauen und Sanieren	Forschungs- und Bildungseinrichtungen, Unternehmen, Einzelpersonen	https://www.zukunftbau.de/foerderung/foerderaufruf/richtlinien-und-aufrufe
Erhaltung und innovative Nutzung der biologischen Vielfalt	Artenvielfalt, genetische Ressourcen, Diversifizierung der Agrarproduktion, nachhaltige ländliche Entwicklung	Mittelständische Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen, Bundes- und Landeseinrichtungen, natürliche und juristische Personen	https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Modellvorhaben/Biologische-Vielfalt/biologische-vielfalt.html?cms_pos=1

Tab. 2 (Fortsetzung):

Programm	Subthemen	Zuwendungsempfänger	Link
Erhalt und Ausbau des CO ₂ -Minderungspotenzials von Wald und Holz (Waldklimafonds)	Waldumbau, Holzproduktespeicher	Natürliche oder juristische Personen des Privat- oder öffentlichen Rechts, forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse	Waldklimafonds: https://www.waldklimafonds.de/
Bundesprogramm Biologische Vielfalt	Artenvielfalt, Ökosystemleistungen	Natürliche und juristische Personen	https://biologischevielfalt.bfn.de/fileadmin/NBS/documents/Bundesprogramm/BPV_23022018.pdf
Projekte von Verbänden im Umweltschutz und im Naturschutz (Verbändeförderung)	Bewusstseinsbildung, umweltpolitische Vernetzung und Kooperation, Umweltschutz, Naturschutz	Verbände, Initiativen und Organisationen, die im Umwelt- oder Naturschutz tätig werden	https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BfN/verbaendefoerderung-bund.html
Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	Energie- und Ressourceneffizientes Bauen und Sanieren, Gewässerschutz, Naturschutz, nachhaltige Naturnutzung, Quartiersentwicklung, Bewusstseinsbildung	Mittelständische Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen, Kommunen, öffentliche Einrichtungen, Privatpersonen, Verbände und Vereinigungen	https://www.dbu.de/antragstellung
EU-LIFE-Programm	Umweltschutz, Artenvielfalt, Biotopverbund, Bodenschutz, Ressourcenschutz	Öffentliche und private Institutionen	https://www.z-u-g.org/aufgaben/beratung-zum-eu-life-programm/

Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)
Rosenkavalierplatz 2
81925 München
E-Mail: poststelle@stmuv.bayern.de
Internet: www.stmuv.bayern.de

Text/Redaktion: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):
Padia Lariu, Susann Schwarzak, Rebekka Eichstädt, Manuel Wiffling, Dr. Michael Joneck

Gestaltung: LfU

Bildnachweis: Alle LfU außer: Matteo Ceruti – stock.adobe.com: Titelbild, S. 9; Esch, Wasserwirtschafts-
amt Ansbach: S. 11; LfU, Sophia Pospiech: Grafiken S. 11, S. 101; Nürnberg Luftbild,
Hajo Dietz: S. 14; Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt:
Abb. 14; alotofpeople – fotolia.com: S. 78; sarymsakov.com – stock.adobe.com: S. 98;
Hessisches Landesamt für Naturschutz und Geologie: Abb. 17; Alexanderoberst –
fotolia.com: S. 121; Martin Lauterbach: S. 124; Manfred Bauer: Abb. 20, 21;
Umweltamt Stadt Nürnberg, Abt. Umweltplanung: Abb. 22; Christoph Bücheler: Abb. 23;
Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt: Abb. 24; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
(LfL), Martin Schulz: Abb. 25; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Peter
Strobl: Abb. 26; Animaflora PicsStock – stock.adobe.com: S. 27; Franz Kastenmeier, Stadt
Regensburg: Abb. 27, 28, 29; Christian Kölling: Abb. 30; Amt für Ernährung, Landwirt-
schaft und Forsten Roth (AELF): Abb. 31; Lang Hugger Rampp GmbH & ZAE Bayern:
Abb. 32; Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG): Abb. 33, 34;
Ferdinand Reb, Tourismuszentrale Fichtelgebirge: Abb. 35; Armin Friedrich, Amt für
Ländliche Entwicklung Oberpfalz: Abb. 36; Georg Guggenberger, Amt für Ländliche
Entwicklung Oberpfalz: Abb. 37

Druck: Joh. Walch GmbH & Co. KG, Im Gries 6, 86179 Augsburg
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier, zertifiziert nach dem „Blauen Engel“

Stand: Oktober 2021

© StMUV, alle Rechte vorbehalten

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. 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 Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 12 22 20 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.