

IMPRESSUM

Projektpartner und Träger:

Regionalverband Hochrhein-Bodensee (D)
Land Vorarlberg, Überörtliche Raumplanung, Abteilung Raumplanung und Baurecht (A)
Kanton St. Gallen, Amt für Raumentwicklung und Geoinformation (CH)
Kanton Schaffhausen, Planungs- und Naturschutzamt (CH)

Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Internationales Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (CH)

Förderung durch Land Baden-Württemberg (D)

Interreg Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein 2014-2020

Leadpartner:

Regionalverband Hochrhein-Bodensee
Verbandsdirektor: Karl Heinz Hoffmann; Dr. Sebastian Wilske
Waldshut-Tiengen (D)

Bearbeitung:

HHP.raumentwicklung
BearbeiterInnen: Anna Gold, G. Hage, Renate Galandi, Jacqueline Rabus,
Rottenburg a.N. (D)

Wissenschaftliche Beratung:

JRU – Jacoby Raum- und Umweltplanung
Prof. Dr. C. Jacoby
Brunnthal b. München (D)

Ergänzende GIS Analysen:

GIS+, Dipl.-Geogr. Jonas Daumann

Ergänzende Klimaanalyse:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) (Institut für Meteorologie und Klimaforschung,
Department Troposphärenforschung - IMK-TRO, Süddeutsches Klimabüro)
Bearbeiter: Hendrik Feldmann, Dr. Hans Schipper

Graphiken:

Titelbild: Ausschnitt des Graphic Recordings der Auftaktveranstaltung 2020, Dr. Wolfgang Irber
Kapitelanfänge: Ausschnitte aus Graphic Recording
Weitere Darstellungen: HHP.raumentwicklung

Stand März 21

Hinweise: nach Abschluss der Bearbeitung Dez. 2020 sind weitere für den DACH+ Raum und die Thematik relevante Arbeiten veröffentlicht worden. Hervorzuheben ist hierbei insbesondere der Leitfaden zu einer hitzeangepassten kommunalen Siedlungsentwicklung des Kanton Aargau 2021. Für die konkretere, kommunale Planungsebene im Kap. 5.4 können hier wertvolle Ansätze gefunden werden.

https://www.ag.ch/de/verwaltung/bvu/umwelt_natur_landschaft/klimawandel/klimaanalyse/hitzeangepasste_siedlungsentwicklung/hitzeangepasste_siedlungsentwicklung.jsp

INHALT

	Zusammenfassung	1
1	Einleitung.....	2
1.1	Zielsetzung.....	3
1.2	Lösungsansatz.....	4
2	Klimaanpassung in der regionalen Planung	5
2.1	Anpassungsstrategien und Aktionspläne.....	5
2.1.1	Übergeordnete Anpassungsstrategien und Massnahmen.....	5
2.1.2	Regionale Anpassungsstrategien und Massnahmen.....	7
2.2	Klimaanpassung in den regionalen Planwerken	8
2.2.1	Raumplanung im DACH+ Raum	8
2.2.2	Raumplanung auf nationaler Ebene	9
2.2.3	Raumplanung auf regionaler Ebene	10
2.2.4	Klimawandel und -anpassung im Planungsrecht	11
2.2.5	Klimawandel und -anpassung in den regionalen Planwerken des DACH+ Raums.....	11
2.3	Leitfäden, Arbeitshilfen, Handlungsempfehlungen	12
3	Klimaveränderungen im DACH+ Raum	14
3.1	Klimamodelle und Szenarien	14
3.2	Studien und Projekte.....	15
3.3	Klimasimulationen DACH+ Raum	18
3.4	Auswertung klimatischer Veränderungen im DACH+ Raum	18
3.4.1	Änderungen Lufttemperatur	19
3.4.2	Änderungen Niederschlag	24
4	Klimawandelfolgen und Anfälligkeit des DACH+ Raums	29
4.1	Hitze und Dürren	30
4.1.1	Regionale Relevanz.....	31
4.1.2	Exposition DACH+ Raum	31
4.1.3	Empfindliche Raumstrukturen DACH+ Raum	32
4.1.4	Anfälligkeit der Schwerpunkträume DACH+ Raum	37
4.2	Hochwasser	38
4.2.1	Regionale Relevanz.....	38
4.2.2	Exposition DACH+ Raum	38

4.2.3	Empfindliche Raumstrukturen DACH+ Raum	40
4.2.4	Anfälligkeit der Schwerpunkträume DACH+ Raum	42
4.3	Starkregen und Sturm	43
4.3.1	Regionale Relevanz	43
4.3.2	Exposition DACH+ Raum	43
4.3.3	Empfindliche Raumstrukturen DACH+ Raum	45
4.3.4	Anfälligkeit der Schwerpunkträume DACH+ Raum	49
4.4	Massenbewegungen	50
4.4.1	Regionale Relevanz	50
4.4.2	Exposition DACH+ Raum	50
4.4.3	Empfindliche Raumstrukturen DACH+ Raum	51
4.4.4	Anfälligkeit der Schwerpunkträume DACH+ Raum	52
4.5	Verschiebung von Lebensräumen	54
4.5.1	Regionale Relevanz	54
4.5.2	Exposition DACH+ Raum	54
4.5.3	Empfindliche Raumstrukturen DACH+ Raum	55
4.5.4	Anfälligkeit der Schwerpunkträume DACH+ Raum	58
4.6	Analyse der Schwerpunkträume DACH+ Raum	59
4.6.1	Schwerpunktraum Siedlung	60
4.6.2	Schwerpunktraum Tourismus	61
4.6.3	Schwerpunktraum Kulturlandschaft	62
4.6.4	Schwerpunktraum Naturlandschaft	64
4.6.5	Vergleich der Schwerpunkträume	66
5	Handlungserfordernisse und regionale Planungspraxis	67
5.1	Aufgaben der Raumplanung	67
5.2	Handlungsmöglichkeiten und Instrumente der Raumplanung	68
5.3	Zentrale Handlungsfelder und Schnittstellen der regionalen Raumplanung	68
5.4	Hitze und Dürren	69
5.4.1	Themen der regionalen Raumplanung	69
5.4.2	Massnahmen und Handlungserfordernisse	70
5.4.3	Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung	72
5.4.4	Gute Beispiele und Innovationen	74
5.5	Hochwasser	80
5.5.1	Themen der regionalen Raumplanung	80
5.5.2	Massnahmen und Handlungserfordernisse	80
5.5.3	Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung	82
5.5.4	Gute Beispiele und Innovationen	84
5.6	Starkregen und Sturm	87
5.6.1	Themen der regionalen Raumplanung	87
5.6.2	Massnahmen und Handlungserfordernisse	87

5.6.3	Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung.....	89
5.6.4	Gute Beispiele und Innovationen	90
5.7	Massenbewegungen.....	93
5.7.1	Themen der regionalen Raumplanung	93
5.7.2	Massnahmen und Handlungserfordernisse	93
5.7.3	Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung.....	94
5.7.4	Gute Beispiele und Innovationen	96
5.8	Verschiebungen von Lebensräumen	98
5.8.1	Themen der regionalen Raumplanung	98
5.8.2	Massnahmen und Handlungserfordernisse	98
5.8.3	Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung.....	99
5.8.4	Gute Beispiele und Innovationen	101
5.9	Multifunktionalität	103
5.9.1	Gute Beispiele und Innovationen	104
5.10	Planungsprozesse und-strategien	106
5.10.1	Gute Beispiele und Innovationen	106
5.11	Netzwerke	107
5.11.1	Gute Beispiele und Innovationen	108
6	Anpassung in den regionalen Planungen Regionen im Vergleich	111
6.1	Raumbilder, Strategien und Planinhalte	111
6.2	Monitoring und Controlling.....	113
6.3	Umweltprüfung und Wirkungsbeurteilung	113
6.4	Umgang mit Naturgefahren.....	115
6.5	Regionale und kommunalen Ebene.....	117
6.6	Fokus Hitzewellen und Dürren.....	117
6.6.1	Urbane Hitzebelastungen	117
6.6.2	Waldbrandgefahr	128
6.7	Fokus Starkregen.....	134
6.7.1	Sturzfluten.....	134
6.7.2	Erosion und Rutschungen.....	140
7	Empfehlungen	145
7.1	Schwerpunkträume DACH+ Raum	146
7.1.1	Schwerpunktraum Siedlung.....	146
7.1.2	Schwerpunktraum Tourismus	146
7.1.3	Schwerpunktraum Kulturlandschaft	147
7.1.4	Schwerpunktraum Naturlandschaft.....	148
7.2	Klimaanpassung in den regionalen Planungen.....	148

8	Glossar.....	153
9	Quellen und Literatur.....	156
9.1	Gesetze.....	156
9.2	Regionale Planungen in den Modellregionen	156
9.3	Literatur und Internetquellen	156
9.4	Datengrundlagen der Karten und Abbildungen.....	168
9.5	Gute Beispiele und Innovationen	171
ANHANG I	Zusätzliche Informationen zu den Praxisbeispielen	
ANHANG II	Ausführliche Klimasimulationen des DACH+ Raums	

ZUSAMMENFASSUNG

Im internationalen Erfahrungsaustausch verdeutlicht das Interreg-Projekt „Klimawandel und -anpassung im DACH+ Raum“ wie Maßnahmen zur Klimaanpassung in der regionalen Raumplanung im gemeinsamen Grenzgebiet von Deutschland (D), Österreich (A), der Schweiz (CH) und Liechtenstein (+) integriert werden können. Das Projekt gibt einen Überblick zum Klimawandel und seinen Folgen, bündelt wichtige Informationen und zeigt konzeptionelle Vorschläge für die Planungspraxis auf. Zentraler Bestandteil ist die exemplarische Analyse der regionalen Planungen in vier Modellregionen: Region Hochrhein-Bodensee (D), Land Vorarlberg (A), Kanton St. Gallen (CH) und Kanton Schaffhausen (CH).

Grundlage der raumplanerischen Auswertung sind die räumlichen Auswirkungen des Klimawandels im DACH+ Raum (**Baustein I** vgl. Kap.3) sowie eine hierauf aufbauende Analyse der Anfälligkeit bzw. Betroffenheit des Raumes und seiner Raumnutzungen gegenüber den Folgen des Klimawandels (**Baustein II** vgl. Kap.4). Im Handlungsfeld der Raumplanung können fünf zentrale Klimawandelfolgen identifiziert werden: Hitze und Dürren, Hochwasser, Starkregen und Sturm, Massenbewegungen sowie die Verschiebung von Lebensräumen. Hierauf aufbauend werden die Handlungserfordernisse der Planungspraxis im DACH+ Raum verglichen sowie Beispiele für einzelne Handlungsfelder zusammengestellt (**Baustein III** vgl. Kap 5).

Die grenzüberschreitenden Übersichten dienen einerseits der Raumb Beobachtung DACH+ sowie andererseits der Diskussion planerischen Handels in den regionalen Planungen. Entsprechend der Ausgangslage und Rahmenbedingungen muss jede Region prüfen, mit Hilfe welcher raumplanerischen Instrumente die Anpassung an die Folgen des Klimawandels konkret umgesetzt werden soll. Hierzu wurden aufbauend auf dem Erfahrungsaustausch exemplarisch die regionalen Planungen der vier Modellregionen näher untersucht und Potenziale aufgezeigt, Aspekte der Klimaanpassung zu verankern (**Baustein IV** vgl. Kap.6).

Die Ergebnisse des Projektes verdeutlichen im internationalen Vergleich, wie die regionale Planung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beitragen kann. Je nach politischem Rahmen, Planungssystem und regionaler Anfälligkeit gibt es hierbei zum Teil Unterschiede, jedoch überwiegen die inhaltlichen Gemeinsamkeiten für die Raumplanung im DACH+ Raum.

Auch wenn zum Teil noch planerische Defizite bestehen, können viele Aspekte zur Klimaanpassung in der regionalen Planung bereits berücksichtigt werden. Hierzu sind nicht unbedingt neue Instrumente oder Datengrundlagen erforderlich. Eine Schlüsselrolle nehmen Freiräume ein, die aufgrund von Synergieeffekten auf vielfältige Weise zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können.

Die Raumplanung muss sich auf die tiefgreifenden Veränderungen und die zu erwartenden Auswirkungen auf die räumlichen Systeme einstellen bzw. nach dem Vorsorgeprinzip steuernd agieren. Dies kann nur erreicht werden, wenn die Aspekte der Klimaanpassung in die gesamte Planung integriert werden, d.h. also auch auf konzeptioneller und strategischer Ebene. Als querschnittsorientierte Planung besitzt die Raumplanung die Fähigkeit einen umfassenden Überblick zu den räumlichen Themen des Klimawandels zu geben. Hierzu können informelle Instrumente, wie Hinweiskarten oder Risikokarten, ideal genutzt werden. Um der Dynamik der klimatischen Veränderungen begegnen zu können, sind ein risikobasierter Ansatz und ein dynamisches Planungssystem mit einem integrierten Monitoring und Controlling von großem Vorteil. Eine Unterstützung können hierbei auch die strategische Umweltprüfung oder die Wirkungsbeurteilung darstellen.

Das Projekt verdeutlicht sowohl die Stärken als auch die Verbesserungspotenziale der verschiedenen Planungen. Der internationale Austausch ist essenziell, um Perspektiven zu weiten und den Prozess der Weiterentwicklung der Raumplanung begleitend zu unterstützen.

1 EINLEITUNG

Der „DACH+ Grenzraum“, das gemeinsame Grenzgebiet von Deutschland, Österreich, der Schweiz und Liechtenstein, verfügt über große wirtschaftliche Potenziale; er hat hohe landschaftliche und kulturelle Qualitäten und dadurch auch eine besondere Bedeutung für Erholung und Tourismus. Eine besondere Chance für die Weiterentwicklung dieses Raumes liegt in der Kooperation: Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit in Politik und Verwaltung ist in den vergangenen Jahren aufgrund stetig steigender Vernetzungen in allen Bereichen des öffentlichen Lebens immer wichtiger geworden. Mit gemeinsamen Vorstellungen zur Raumentwicklung können die hohen Qualitäten dieses Raumes noch besser zur Geltung gebracht werden.

Grenzüberschreitende Zusammenarbeit benötigt Informationen: Nur mit vergleichbaren Grundlagen und Übersichten kann eine grenzüberschreitende Diskussion zielführend erfolgen. Hinsichtlich der räumlichen Gestaltung unseres Lebensraumes ist es die Aufgabe der Raumplanung, diese Informationen bereitzustellen. Mit einem fortlaufend aktualisierbaren raumplanerischen Informationssystem können die wichtigsten Daten und Übersichten grenzüberschreitend aufbereitet werden.

Ein großes Defizit besteht derzeit hinsichtlich grenzüberschreitender Aussagen zum Klimawandel in der regionalen Raumplanung. Es fehlen grenzüberschreitend abgestimmte Konzepte zur Klimaanpassung, mit denen die entsprechenden Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Anpassungsplanung und -steuerung in räumlichen Planungen aufgezeigt sowie entsprechende Projekte der Regionalentwicklung angestoßen werden. Auch die Erstellung einer Übersicht von guten Projektbeispielen zur Klimaanpassung kann den weiteren Prozess der Klimaanpassung im DACH+ Raum unterstützen.

Eine Vielzahl an Forschungsberichten bestätigt eindeutig die Erwärmung des Klimasystems. Sie verdeutlichen klar den Einfluss des Menschen auf das Klima, mit zu beobachtenden Folgen in allen Kontinenten und Ozeanen. Die Klimaveränderungen werden zukünftig verstärkt spürbar werden. Für die Raumplanung sind insbesondere solche Veränderungen relevant, die eine Erhöhung des Naturgefahrenpotenzials, eine Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit, eine Gefährdung der Wasser- und Energieversorgung sowie Raumnutzungskonflikte zur Folge haben. Hierzu zählen sowohl extreme Wetterereignisse als auch langfristige klimatische Veränderungen. Durch den globalen Anstieg der Temperaturen sind räumliche und saisonale Verschiebungen von Niederschlägen mit Stark- und Dauerregen, eine Zunahme heftiger Stürme, extreme Nassperioden im Winter und Trockenperioden im Sommer sowie eine damit verbundene steigende Wahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen, Sturzfluten, Murenabgängen, aber auch von Waldbränden zu erwarten. Zudem ist mit längeren und stärkeren sommerlichen Hitzeperioden zu rechnen, die in besonderem Maße die Gesundheit der Bevölkerung in den Städten belasten. Andererseits können sich in der Folge des Klimawandels auch in Teilbereichen neue Chancen für die Regionalentwicklung ergeben, so z.B. für die Landwirtschaft oder den Tourismus.

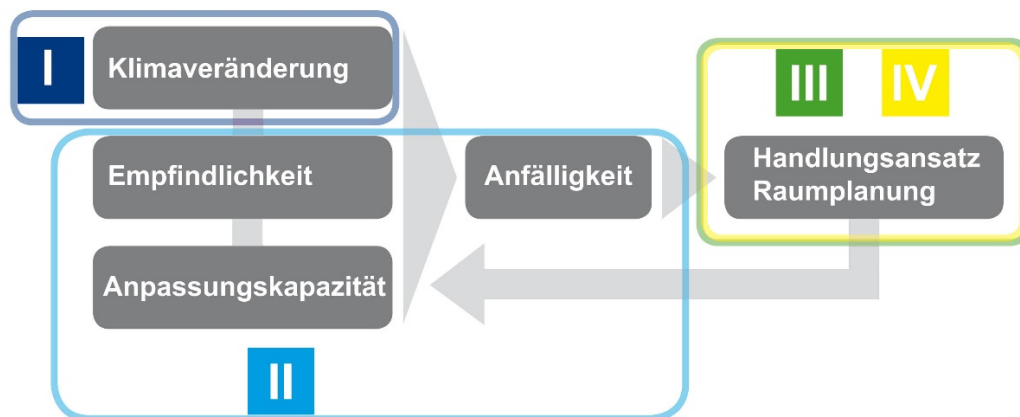
Generell gilt es jedoch dem Klimawandel entgegen zu treten und seine Risiken zu begrenzen und mögliche negative Folgen durch Klimaanpassung zu bewältigen. „Jedoch erfordert eine Stabilisierung des Temperaturanstiegs auf unter 2 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau eine dringende und fundamentale Abkehr vom business-as-usual. Mehr noch – je länger wir zögern zu handeln, umso mehr Kosten werden wir zu tragen haben, und umso größer werden die technologischen, wirtschaftlichen, sozialen und institutionellen Herausforderungen sein, denen wir gegenüberstehen.“ (IPCC 2014). Der aktuelle IPCC Sonderbericht 2018 warnt sogar, dass die globale Erwärmung um 1,5°C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau nicht übersteigen sollte. Die Prognosen zeigen drastische Folgen, sollte dieses Ziel nicht erreicht werden (IPCC 2018). Der Weltklimarat weist auch auf die Dringlichkeit der Klimafolgenbewältigung hin, welche in den letzten Jahren intensiv in Öffentlichkeit, Politik und Wissenschaft diskutiert wurde. Betont wird auch, dass umfassende Maßnahmen in allen Bereichen notwendig sind (IPCC 2018).

Die Thematik Klimawandel und Klimaanpassung wird in der DACH+ Region seit längerem insbesondere von der Internationalen Bodensee Konferenz (IBK) diskutiert (IBK Klimaschutzkongress Friedrichshafen 2005, Winterthur 2007, Kanton Aargau 2009, Kanton St. Gallen 2011, Dübendorf 2016). Eine erste gesamthafte Standortbestimmung zu den möglichen Auswirkungen des Klimawandels und möglichen Anpassungsstrategien wurden 2007 vorgelegt (AWEL und Kommission Umwelt IBK 2007). Eine Aktualisierung und eine Ausrichtung auf die raumplanerischen Handlungsfelder und -instrumente stehen jedoch aus.

1.1 ZIELSETZUNG

Vorrangiges Ziel muss es sein, einen Wandel von Einstellungen und Verhaltensweisen sowie des konkreten Handelns der Menschen angesichts der wachsenden Herausforderungen durch den Klimawandel zu erreichen und praktische Lösungen für die damit verbundenen Herausforderungen zu finden. Dabei steht nicht nur die Stärkung von Partnerschaften unterschiedlicher Akteure der beteiligten Regionen im Vordergrund. Vielmehr sollen gemeinsame Antworten auf die Herausforderungen des Klimawandels in Stadtregionen und für die ländlichen Regionen gefunden werden.

Strategien zur Klimaanpassung zielen meist darauf, die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) gegenüber Veränderungen zu erhöhen und gleichzeitig die Anfälligkeit (Vulnerabilität) des betrachteten Systems zu verringern. Räumlich liegt hier z.B. der Fokus im Bereich von Stadtregionen vor allem auf einem klimagerechten Stadtumbau und der Sicherung von Freiräumen, während in ländlichen Räumen Landnutzungsänderungen und die Prävention von Naturgefahren von größerer Bedeutung sind. Nicht zuletzt liegt auch eine Herausforderung in der Abstimmung unterschiedlicher Raumentwicklungsstrategien und in der Frage, inwieweit sie Stadtregionen und auch die ländlichen Regionen wirtschaftlich, ökologisch und sozial auf die Auswirkungen des Klimawandels vorbereiten.



Hier setzt dieses Projekt an, das sich grenzüberschreitend mit dem Klimawandel und seinen Folgen sowie den räumlichen Anpassungsstrategien beschäftigt.

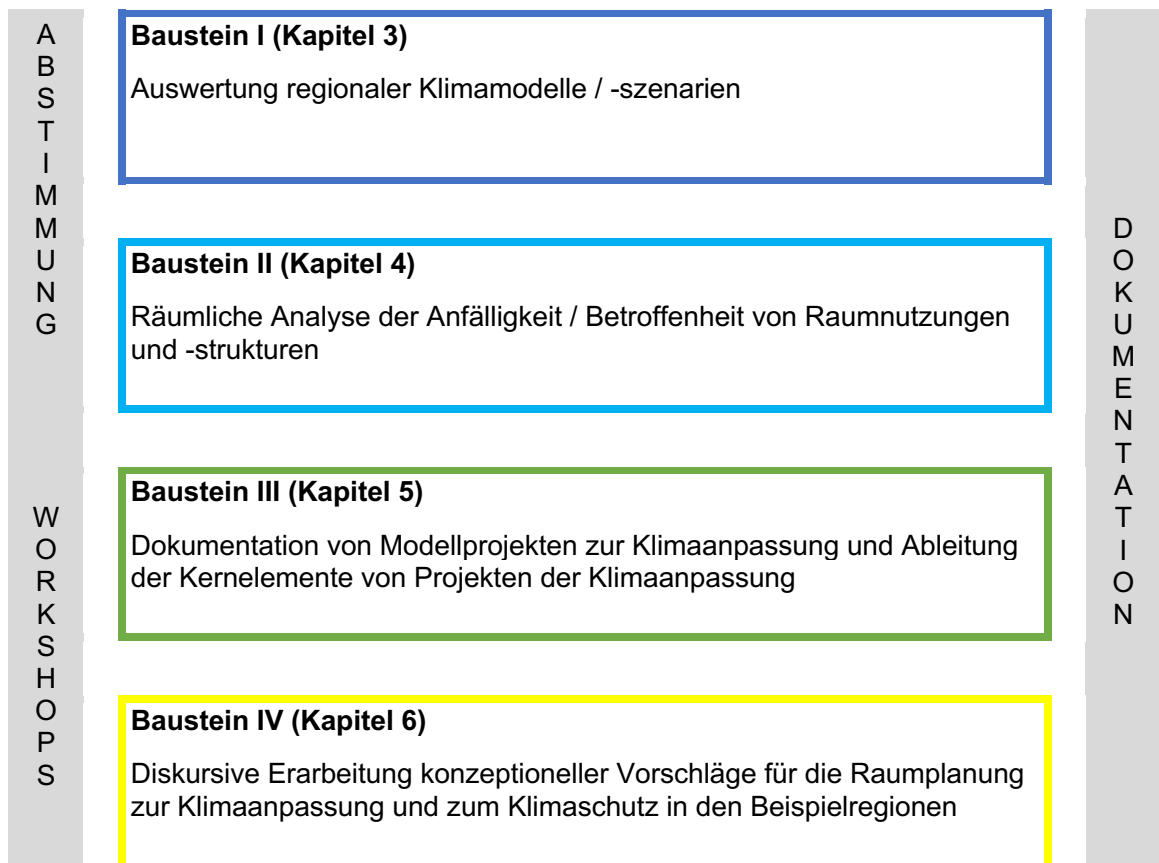
Ziel des Projektes ist, aufbauend auf einem Erfahrungsaustausch, eine raumplanerische Auswertung der vorliegenden regionalisierten Klimamodelle / -szenarien und regionalen Klimauntersuchungen für den DACH+ Raum (**Baustein I** vgl. Kap.3) und eine hierauf aufbauende Analyse der Anfälligkeit / Betroffenheit des Raumes und seiner Raumnutzungen gegenüber dem Klimawandel (**Baustein II** vgl. Kap.4). Diese Übersichten dienen einerseits der Raumbesichtigung DACH+ sowie andererseits der Diskussion planerischen Handels in den Richtplänen und Regionalplänen. Aus den Betrachtungen werden Anforderungen an die Raumplanung abgeleitet und diskutiert sowie gute Beispiele für einzelne Handlungsfelder zusammengetragen und dokumentiert (**Baustein III** vgl. Kap 5). Die Diskussion der Handlungsansätze der Raumplanung erfolgt an den Beispielen der Region Hochrhein-Bodensee

(D), des Lands Vorarlberg (A) sowie der Kantone St. Gallen und Schaffhausen (CH) (**Baustein IV** vgl. Kap.6).

Der Erfahrungsaustausch zum Klimaschutz und Klimaanpassung ist auch ein Projektansatz der IBK Strategie. Er war in der IBK bislang eine von drei Stoßrichtungen der IBK-Strategie Klimaschutz und Energie (2014). Dazu haben 2013-2016 mehrere Workshops zu Themen wie „Ladeinfrastruktur E-Mobilität“, „Bürgerbeteiligung und -aktivierung“, „Sanierung“, „intelligente Netze und Speicherung“ sowie zwei Klimaschutzkongresse stattgefunden. Dieses Projekt kann somit eine Fortsetzung des Erfahrungsaustauschs zu weiteren aktuellen Themen zur Klimaanpassung sein. Die Aufgabe ist somit die diskursive Erarbeitung konzeptioneller Vorschläge für die Raumplanung im DACH+ Raum zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz sowie die Dokumentation von guten Beispielen für einzelne Handlungsfelder.

Der inhaltliche Schwerpunkt liegt auf der Klimaanpassung, wobei der Klimaschutz nicht ausgeblendet werden darf. Er soll mitbetrachtet werden, um eine sinnvolle Integration der vielfältigen Maßnahmen vornehmen zu können und mögliche Konflikte zwischen den beiden Aufgabenbereichen zu vermeiden bzw. aufzudecken und einer Lösung zuzuführen.

1.2 LÖSUNGSANSATZ



2 KLIMAANPASSUNG IN DER REGIONALEN PLANUNG

Die Raumplanung als Querschnittsdisziplin kann eine Schlüsselrolle zur Anpassung an den Klimawandel übernehmen. Es bestehen Bezugspunkte zu vielen anderen relevanten Sektoren. Vernetzungen finden sich zu den Themen Wasser, Bodenschutz und Georisiken, Straßenbau und Verkehr, Landwirtschaft, Wald, Naturschutz, Ökosystemleistungen, Tourismus, Energie, Gesundheit, Industrie und Gewerbe sowie zum Versicherungswesen. Anpassungsstrategien (vgl. Kap.2.1), aber auch Leitfäden zeigen Handlungserfordernisse auf und geben Empfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung (vgl. Kap.2.3).

Alle Planungsebenen sind gefordert die Anpassung an den Klimawandel und den Klimaschutz in der räumlichen Planung zu berücksichtigen. Der regionalen Planung stehen je nach Rahmenbedingungen unterschiedliche Instrumente zur Verfügung (vgl. Kap.5).

2.1 ANPASSUNGSSTRATEGIEN UND AKTIONSPLÄNE

Um den zu erwartenden Folgen des Klimawandels zu begegnen, werden Strategien und Maßnahmen zur Anpassung ausgearbeitet. Die Bewertung von Auswirkungen, Vulnerabilität und Anpassung ist essenziell für den Erfolg der Implementierung und die Weiterentwicklung von Anpassungskonzepten. Aufbauend auf der Strategie werden Aktionspläne mit Maßnahmen erarbeitet. Zur gelungenen Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen sind ein Monitoringkonzept und eine Evaluation unerlässlich.

Grundsätzlich ähneln sich die Strategien, die auf der Analyse der Ausgangssituation, der zu erwartenden Änderungen des Klimas sowie anderer möglicher Entwicklungen basieren. Es werden unterschiedliche Sektoren, die vom Klimawandel beeinflusst werden, betrachtet. Hierzu zählen z.B. Themenfelder wie Bevölkerung, Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Verkehr- und Infrastruktur, Biodiversität und Forstwirtschaft, aber auch die räumliche Planung.

2.1.1 ÜBERGEORDNETE ANPASSUNGSSTRATEGIEN UND MASSAHMEN

Die Entwicklung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen erfolgt auf unterschiedlichen Ebenen. Die EU fördert gezielt die Abstimmung regionaler Anpassungsaktivitäten sowie den Erfahrungsaustausch zwischen den Mitgliedsstaaten.

EU: Mit dem **Weißbuch** "Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen" wurde bereits 2009 von der EU-Kommission eine erste Grundlage zur Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel veröffentlicht. Fortgeführt wird dies durch „Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ (EU-Kommission 2013). Das European Institute of Innovation and Technology (EIT) soll die Forschung auf dem Gebiet der Klimaanpassung fördern. Um den Informationsaustausch über Anpassungsmaßnahmen und die Zusammenarbeit untereinander zu verbessern, wurde 2012 von EU-Kommission und EEA die länderübergreifende Internetplattform "Climate-ADAPT" ins Leben gerufen.

Plattform **Climate-ADAPT**: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

Im DACH+ Raum sind für alle Nationen Anpassungsstrategien und dazugehörige Maßnahmen entwickelt worden (vgl. Tab.1). Auf regionaler und lokaler Ebene liegen bereits viele Konzepte vor oder sind in Bearbeitung (vgl. Kap.2.1.2).

Tabelle 1: Anpassungsstrategien und -maßnahmen auf nationaler Ebene im DACH+ Raum

	D Deutschland	A Österreich	CH Schweiz	+ Liechtenstein
Anpassungsstrategie	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) (Deutsche Bundesregierung 2008)	Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel/ Teil 1 - Kontext (BMNT 2017)	Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: 1. Teil der Strategie: Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder (BAFU 2012)	Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Liechtenstein (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018)
Aktionspläne	Aktionsplan I Anpassung der DAS an den Klimawandel (Deutsche Bundesregierung 2011) Aktionsplan II Anpassung der deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (im Rahmen des Fortschrittsberichts zur DAS veröffentlicht) (Deutsche Bundesregierung 2015)	Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel/ Teil 2 - Aktionsplan (BMNT 2017)	Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: 2. Teil der Strategie: Aktionsplan 2014-2019 (BAFU 2014)	
Analysen (Risiken und Verwundbarkeit)	Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel (dt. UBA 2015)	Assessment Report 2014 - österreichische Sachstandbericht 2014 (APCC 2014)	Klimabedingte Risiken und Chancen. Eine schweizweite Synthese (BAFU 2017)	
Monitoring und Evaluation	Monitoringbericht 2019 zur deutschen Anpassungsstrategie (dt. UBA 2019) Zweiter Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (BMUB 2020)	Fortschrittsbericht zur Klimawandelanpassung (BMLFUW 2015)	Evaluation der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel: Modul A (Interface 2017)	

Alle nationalen Anpassungskonzepte beziehen sich auch auf die räumliche Planung. Hier unterscheiden sich zum Teil die Gliederung der Sektoren, die Begrifflichkeiten oder die betrachteten Planungsebenen. In Deutschland werden z.B. die Landesplanung, die Regionalplanung oder die Bauleitplanung bzw. die Stadtplanung betrachtet. Hier zeigen sich auch die Unterschiede in der Raumplanung der verschiedenen Länder des DACH+ Raums (vgl. Kap. 2.2.1).

Anpassungsstrategien unterscheiden sich zwar zum Teil durch Schwerpunktsetzung und Ausarbeitung, jedoch entsprechen sich die Grundaussagen. Klimaanpassung soll in der räumlichen Planung verstärkt berücksichtigt werden. Die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit der Raumstrukturen gegenüber den Folgen des Klimawandels soll gefördert werden, wobei auch Synergieeffekte genutzt werden sollen.

Für die Raumplanung wird vor allem die prognostizierte Zunahme von Extremereignisse als besonders relevant eingestuft. Daher liegt inhaltlich der Fokus im Aufgabenfeld Raumplanung stark auf dem Umgang mit Naturgefahren, vor allem mit Hochwassern und gravitativen Naturgefahren im alpinen Raum, wie Muren oder Steinschlag. Neben der Risikovorsorge wird gerade im urbanen Kontext die Anpassung an Hitzebelastungen beleuchtet. Darüber hinaus werden auch mögliche naturräumliche Veränderungen und Schwankungen des

Grundwasserspiegels thematisiert. Möglichen Landnutzungskonflikten durch veränderte klimatische Bedingungen soll vorgebeugt werden.

2.1.2 REGIONALE ANPASSUNGSSTRATEGIEN UND MASSNAHMEN

Basierend auf den übergeordneten Konzepten (vgl. Kap.2.1.2) haben die meisten Regionen Strategien, Analysen und Maßnahmen sowie Monitoringansätze zur Anpassung an den Klimawandel erarbeitet. Zum Teil liegen bereits Anpassungsstrategien vor, werden gerade erarbeitet bzw. sind in Planung oder werden diskutiert. Vereinfachend wird in diesem Bericht von „regionalen Publikationen zur Klimaanpassung“ gesprochen, wenn folgende Publikationen gemeint sind (vgl. Tab. 2):

Tabelle 2: Regionale Publikationen im DACH+ Raum zum Thema Klimaanpassung (Stand 2020)

Region	Publikationen zur Klimaanpassung	Jahr
Kanton Aargau (CH)	Auswirkungen des Klimawandels auf die Aufgabengebiete des Departements Bau, Verkehr und Umwelt	2010
	Anpassung an den Klimawandel im Bereich Biodiversität im Kanton Aargau	2016
	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau	2013
Kanton Appenzell Ausserrhoden (CH)	Klimabericht Kanton Appenzell Ausserrhoden	2020
Land Baden-Württemberg (D)	Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg; Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern	2015
	Monitoring-Bericht zum Klimaschutzgesetz BW	2017
	Monitoringbericht 2020*	2021
Land Bayern (D)	Bayerische Klimaanpassungsstrategie	2017
Kanton Glarus (CH)	Bericht über den Umgang mit den Klimaveränderungen im Kanton Glarus	2019
Kanton Graubünden (CH)	Klimawandel Graubünden (Arbeitspapier 1-4)	2015
Fürstentum Liechtenstein (+)	Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Liechtenstein	2018
Kanton Schaffhausen (CH)	Bericht Klimaadaptation Schaffhausen	2011
	Bericht 2019 zur Klimaanpassung im Kanton Schaffhausen	2019
	Klimastrategie Kanton Schaffhausen*	2020
Kanton St.Gallen (CH)	<i>Klimastrategie zurzeit in Bearbeitung</i>	
Kanton Thurgau (CH)	Anpassung an die Klimaänderung im Kanton Thurgau, Grundlagenbericht	2012
	<i>Klimastrategie Projektauftrag erteilt</i>	
Land Vorarlberg (A)	Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg - Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder	2015
	Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg – Aktionsplan 2018	2018
	Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg – Aktionsplan 2020	2020
Kanton Zürich (CH)	Klimawandel im Kanton Zürich	2018

* konnte auf Grund des Erscheinungszeitpunktes nicht in der Analyse berücksichtigt werden

Mit Ausnahme des Kantons Appenzell Innerrhoden, behandeln alle Regionen des DACH+ Raums das Thema Klimaanpassung.

Die regionalen Publikationen zur Anpassung an den Klimawandel dienen als Grundlage zur Analyse der Betroffenheit des DACH+ Raums (vgl. Kap.4). Inwieweit die untersuchten Klimawandelfolgen in den Publikationen für die Region als relevant eingestuft wurden, ist in Kapitel 4 zusammenfassend dargestellt. In Kapitel 5 wurde zudem gegenübergestellt, inwieweit die regionalen Betrachtungen Handlungserfordernisse für die räumliche Planung formulieren.

Die regionalen Anpassungsstrategien, Aktionspläne und Analysen sind unterschiedlich alt, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die beschriebenen Maßnahmen z.T. bereits umgesetzt wurden. Die Maßnahmen, die das Handlungsfeld Raumplanung betreffen, werden exemplarisch aufgezeigt (vgl. Kap.5). Schwerpunkte liegen bei den Themenfeldern Hochwasser sowie Hitzewellen und Dürren. Die Maßnahmen betreffen unterschiedliche Planungsebenen und haben teilweise Bezug zu verschiedenen Fachplanungen. Hier zeigt sich auch, dass der Aufgabenbereich der Raumplanung je nach Region variieren kann. Der Fokus der Betrachtung soll jedoch grundsätzlich auf der regionalen Planung liegen.

2.2 KLIMAANPASSUNG IN DEN REGIONALEN PLANWERKEN

Die Raumplanung kann auf den unterschiedlichen Planungsebenen zur Umsetzung der Anpassung an den Klimawandel beitragen. Gegenstand dieser Untersuchung ist die regionale Planungsebene, die mit den anderen Planungsebenen verknüpft ist (vgl. Tab. 3). Dieses Kapitel gibt einen Überblick zur Klimaanpassung in der räumlichen Planung, wobei die Analyse der Planwerke sowie der raumplanerischen Instrumente und rechtlicher Rahmenbedingungen in Kapitel 5 erfolgt.

2.2.1 RAUMPLANUNG IM DACH+ RAUM

Der DACH+ Raum umfasst Regionen aus Deutschland, Österreich, der Schweiz und Liechtenstein. Die räumliche Planung der vier Länder unterscheidet sich wie in Tabelle 3 dargestellt. Insbesondere die Planungsebenen sind unterschiedlich gestaltet, aber auch die Verbindlichkeit der Instrumente unterscheidet sich.

Analog Tabelle 3 sind für Vorarlberg folgende Planungen ergänzend zu nennen:

- *Regionale Ebene:* Raumbild Vorarlberg 2030 (März 2019)
- *Lokale Ebene:* Räumlicher Entwicklungsplan der Gemeinde (REP) (Novelle RPG 2019, § 11, Aufstellung bis Ende 2022) – als Grundlage für Flächenwidmungs- und Bebauungspläne anstelle eines (fakultativen) räumlichen Entwicklungskonzepts (REK)

Tabelle 3: Raumplanung im DACH+ Raum

		Deutschland	Österreich	Schweiz	Liechtenstein
Hoheitliche und administrative Gliederung	Nationale Ebene Staaten	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Instrument: Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland	Österreichische Raumordnungskonferenz Instrument: Österreichisches Raumentwicklungskonzept	Bundesamt für Raumentwicklung Instrumente: Raumkonzept Schweiz Konzepte und Sachpläne	Stabstelle für Landesplanung
	Regionale Ebene Regionen, Kantone, Bundesländer	Für Raumplanung zuständige Landesministerien Instrumente: Landesentwicklungsprogramm (Bayern) Landesentwicklungsplan (Baden-Württemberg) Regionalverbände Instrument: Regionalplanung	Amt der Vorarlberger Landesregierung Abt. Raumplanung & Baurecht Instrumente: Landesraumplan Teilkonzepte	Kantonale Fachstellen für Raumplanung Instrument: Richtplan	
	Lokale Ebene Gemeinden	Kommunale Planungsbehörden Instrumente: Flächennutzungsplan Bebauungsplan	Kommunale Planungsbehörden Instrumente: Flächenwidmungsplan Bebauungsplan	Kommunale Planungsbehörden Instrumente: Nutzungsplan Sondernutzungsplan	Kommunale Planungsbehörden Instrument: Kommunalplan

Quelle: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014)

2.2.2 RAUMPLANUNG AUF NATIONALER EBENE

Die Raumplanung auf nationaler Ebene berücksichtigt das Thema Klimawandel und -anpassung. Der Landesrichtplan des Fürstentums Liechtenstein wird in Kapitel 2.2.5 berücksichtigt. Inhaltlich werden die Leitbilder und Programme in Kapitel 5 aufgegriffen.

Deutschland

Leitbilder für die Raumentwicklung

Die Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) hat fünf strategische Leitbilder für die Raumentwicklung in Deutschland verabschiedet. Die Leitbilder richten sich in erster Linie an die Entscheidungsträger in Bund und Ländern, aber auch an regionale Planungsträger, an die Gemeinden und Gemeindeverbände (MKRO 2016). Das strategische Steuerungsinstrument ist nicht rechtsverbindlich. Das Leitbild "Klimawandel und Energiewende gestalten" behandelt explizit die Thematik Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel (ebd.).

Landesentwicklungsprogramm Bayern

Das Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) ist das fachübergreifende Zukunftskonzept der Bayerischen Staatsregierung für die räumliche Ordnung und Entwicklung Bayerns. Es dient nicht nur als Orientierungsrahmen und Entscheidungshilfe, sondern beinhaltet auch verbindliche Festlegungen. Der LEP geht auf raumplanerische Herausforderungen im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels explizit ein (StMWI 2020).

Landesentwicklungsplan Baden-Württemberg

Der Landesentwicklungsplan (LEP) ist eine Verordnung der Landesregierung Baden-Württembergs. Wie auch der LEP Bayern dient der Plan nicht nur als Orientierungsrahmen und Entscheidungshilfe, sondern beinhaltet auch verbindliche Festlegungen. Hier werden der Klimawandel und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels nicht explizit thematisiert (WM BW 2002).

Österreich: Österreichisches Raumentwicklungskonzept

Das österreichische Raumentwicklungskonzept (ÖREK) wird von der österreichischen Raumordnungskonferenz erarbeitet. Es stellt ein strategisches Steuerungsinstrument dar und ist ein gemeinsames Leitbild sowie Handlungsprogramm auf gesamtstaatlicher Ebene für raumrelevante Planungen und Maßnahmen von Bund, Ländern, Städten und Gemeinden in Österreich (ÖROK 2011). Das strategische Steuerungsinstrument ist nicht rechtsverbindlich.

Hier wird das Thema Klimawandel, Anpassung und Ressourceneffizienz explizit behandelt. Für die zurzeit entstehende Aktualisierung „ÖREK 2030 – Raum für Wandel“ wird betont, sich insbesondere raumbezogene Herausforderungen wie dem Klimawandel und der Anpassung an den Klimawandel verstärkt widmen zu wollen.

Schweiz: Raumkonzept Schweiz

Das Raumkonzept Schweiz bietet einen Orientierungsrahmen und eine Entscheidungshilfe für die künftige Raumentwicklung der Schweiz. Es wurde von allen Staatsebenen gemeinsam entwickelt und getragen. Das strategische Steuerungsinstrument ist nicht rechtsverbindlich. Das Raumkonzept Schweiz sieht im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels große raumplanerische Herausforderungen (Schweizerischer Bundesrat, KdK, BPUK, SSV, SGV 2012).

2.2.3 RAUMPLANUNG AUF REGIONALER EBENE

Betrachtungsgegenstand sind die Mindestinhalte der regionalen Planwerke im DACH+ Raum, die sich grundsätzlich aus den Vorgaben der jeweiligen Gesetzgebungen ergeben, werden betrachtet. Die Planungen für Bayern und Baden-Württemberg wurden bereits im vorherigen Kapitel behandelt.

Mindestinhalte der regionalen Planwerke

D In Deutschland sind dies gemäß § 13 Abs.5 ROG im Wesentlichen die Festlegungen zur anzustrebenden Siedlungsstruktur, zur anzustrebenden Freiraumstruktur und zu den zu sichernden Standorten und Trassen für Infrastruktur

A Die überörtliche Raumplanung ist eine Aufgabe des Landes Vorarlberg. Der Fachbereich der überörtlichen Raumplanung unterstützt Gemeinden und Regionen bei grenzüberschreitenden Fragen der Raumplanung. Insbesondere initiiert und erarbeitet der Fachbereich raumrelevante Planungen und Materialien, wie beispielsweise Landesraumpläne, regionale Planungen, Karten etc. Im Mittelpunkt der Landesraumpläne stehen derzeit Grünzonen, Blauzonen, Einkaufszonen. Zu beachten sind insbesondere auch die regionalen Entwicklungspläne und Entwicklungskonzepte mit ihren Aussagen zu Siedlung, Freiraum und Boden sowie Verkehr und Infrastruktur.

CH In der Schweiz werden mit den Richtplänen aufgezeigt, wie in ihrem Gebiet die zahlreichen raumwirksamen Tätigkeiten des Bundes, des Kantons und der Gemeinden aufeinander abgestimmt werden. Gegenstand des Richtplans ist ferner die Frage, zu welchem Zeitpunkt und mit welchen Mitteln die raumwirksamen öffentlichen Aufgaben erfüllt werden sollen. Im Kern betreffen die Aussagen jedoch auch die Siedlungsentwicklungen, den Freiraum und die Infrastrukturen.

Dieses Projekt fokussiert auf die regionale Planungsebene. Welcher Maßstab und welche Maßnahmen als Teil der regionalen Planung gesehen werden, unterscheidet sich zwischen den Ländern.

Neben dem klassischen raumordnerischen Instrumentarium (Festlegungen zur Siedlungs-, Freiraum- und Infrastruktur) wurde auch die im Rahmen der Aufstellung der Regionalpläne (D) und Landesraumpläne (A) durchzuführende Strategische Umweltprüfung (SUP) im Hinblick auf ihre Weiterentwicklungserfordernisse und -möglichkeiten überprüft. Ausgehend von der Überlegung, dass ein zusätzliches formelles Prüfungsinstrument zur Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Folgen des Klimawandels und der Erfordernisse zur Anpassung daran („Klimaverträglichkeitsprüfung“ / „climate proofing“) nicht sinnvoll bzw. erforderlich ist, wurde untersucht, welche Inhalte und Erkenntnisse in einen Umweltbericht zum Entwurf der Regionalpläne und Richtpläne einfließen sollten (vgl. Kap 6.3).

2.2.4 KLIMAWANDEL UND -ANPASSUNG IM PLANUNGSRECHT

Zum Teil sind die Themen Klimawandel und Klimaanpassung in den rechtlichen Grundlagen der regionalen Raumplanung festgelegt.

Das Deutsche Raumordnungsgesetz regelt als Teil der Grundsätze der Raumordnung, dass den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes Rechnung zu tragen ist, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 Satz 7 ROG). Hier werden die Anforderungen an die Raumplanung in Bezug auf den Klimawandel klar betont. Die Landesplanungsgesetze basieren auf dem ROG.

Für Baden-Württemberg sieht das Landesplanungsgesetz (LplG) zum Beispiel vor, dass bei der Konkretisierung der Grundsätze der Raumordnung (§ 2 ROG) im Regionalplan auch das Klimaschutzgesetz für Baden-Württemberg ergänzend zu berücksichtigen ist (§ 11 Abs. 2 Satz 2 LplG). In diesem Gesetz ist geregelt, dass die unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels im Rahmen einer landesweiten Anpassungsstrategie durch vorsorgende Anpassungsmaßnahmen zu begrenzen sind (§ 4 Abs. 2 Klimaschutzgesetz BW).

Im Gegensatz zu Deutschland gibt es in Österreich kein Gesetz zur Raumplanung des Bundes. Die gesetzliche Grundlage für die überörtliche und örtliche Raumordnung und Raumplanung bilden die Landesgesetze. Das Gesetz über die Raumplanung des Landes Vorarlberg (Raumplanungsgesetz - RPG) sieht vor, dass der räumliche Entwicklungsplan grundsätzliche Aussagen zur angestrebten Siedlungsentwicklung enthalten muss und dabei insbesondere auch die Erfordernisse des Klimawandels mit zu berücksichtigen sind (§ 11 Abs. 1 V-RPG). Ansonsten wird nicht explizit auf die Thematik eingegangen.

Im Schweizer Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) sowie der kantonalen Rechtsprechung werden weder direkt auf den Klimawandel noch auf die Klimaanpassung eingegangen. Im Fürstentum Liechtenstein gibt es kein Fachgesetz für die Raumplanung.

2.2.5 KLIMAWANDEL UND -ANPASSUNG IN DEN REGIONALEN PLANWERKEN DES DACH+ RAUMS

Insgesamt wird der Klimawandel in den regionalen Planungen des DACH+ Raums noch selten explizit als Thema behandelt. Grundsätzlich gilt, dass viele Aspekte der Planungen, wie die Sicherung von Grünflächen oder das Freihalten von Überflutungsflächen, zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können, auch wenn diese nicht explizit als Anpassungsmaßnahmen aufgeführt werden.

Die kantonalen Richtpläne der Schweizer DACH+ Regionen widmen sich dem Thema Klimawandel und -anpassung meist indirekt, insbesondere im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien, der Siedlungsentwicklung nach Innen oder Naturgefahren als Folge des Klimawandels (Jerjen 2020). Ähnliches gilt auch für den Landesrichtplan von Liechtenstein.

Der Regionalplan des Allgäus beinhaltet Festlegungen, die zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können, jedoch wird auch hier nicht explizit auf das Thema eingegangen (MORO 2015). Dies trifft auch auf die Regionalpläne der Regionen Hochrhein-Bodensee und Schwarzwald-Baar-Heuberg zu. Die sich zurzeit in Anhörung befindliche Fortschreibung des Regionalplans Region Bodensee-Oberschwaben geht im Speziellen auf das Thema Klimawandel und -anpassung ein. Im Umweltbericht zu dieser Planung werden Aspekte des Klimaschutz und der Klimaanpassung ausführlich behandelt (RVBO 2020).

„Vorarlberg 2030“ ist das strategische Leitbild für eine umfassende Landesplanung zur räumlichen Entwicklung (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2019). Hier werden Klimawandel und -anpassung explizit thematisiert, v.a. im Zusammenhang mit Naturgefahren wie Starkregen, Hochwasser, Lawinen, Steinschlag oder Erdrutschen (ebd.), aber z.B. auch im Zusammenhang mit Grünflächen.

Vor allem die neueren Planungen gehen auf den Klimawandel und die Anpassung an den Klimawandel ein. Grundsätzlich gilt zu beachten, dass die Planungen zum Teil sich in der Überarbeitung befinden und davon auszugehen ist, dass bei einer Fortschreibung oder Neuaufstellung den Aspekten der Klimaanpassung mehr Bedeutung zukommen wird.

Die regionalen Planungen der vier Modellregionen Hochrhein-Bodensee, Vorarlberg, Kt. St.Gallen und Kt. Schaffhausen wurden in Kap. 6 genauer im Hinblick auf das Thema beleuchtet. Auf diese Weise können unterschiedliche Herangehensweisen exemplarisch verglichen werden.

2.3 LEITFÄDEN, ARBEITSHILFEN, HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Tabelle 4: Zentrale Veröffentlichungen zum Thema Klimaanpassung und Raumplanung (2020)

Publikation	Jahr	Region
Megatrends und Raumentwicklung Schweiz (ROR)	2019	CH
Handlungshilfe Klimawandelgerechter Regionalplan - Ergebnisse des Forschungsprojektes KlimREG für die Praxis (BMVI)	2017	D
Praxishilfe – Klimaanpassung in der räumlichen Planung (UBA)	2016	D
Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel – ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte (Umweltbundesamt GmbH)	2014	A
Klimawandel und Raumentwicklung - Eine Arbeitshilfe für Planerinnen und Planer (ARE)	2013	CH
Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderungen für die räumliche Planung (Birkmann et al.)	2013	D
Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung (BMVBS)	2013	D
Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung: Ein Leitfaden für PlanerInnen (Pütz et al.)	2011	Alpen
Planungs- und Steuerungsinstrumente zum Umgang mit dem Klimawandel (ARL)	2010	D

Zur Unterstützung der Umsetzung von Klimaanpassung in der Raumplanung gibt es verschiedene Untersuchungen und Hilfestellungen. Die wichtigsten Leitfäden, Praxishilfen und Handlungsempfehlungen werden im Folgenden aufgeführt. Die Darstellungen enthalten nicht nur Handlungsempfehlungen, sondern auch hilfreiche Beispiele. Inhaltlich werden diese Informationen in Kapitel 5 aufgegriffen.

Darüber hinaus gibt es z.B. auch hilfreiche Online-Angebote, wie die Seite des Modellvorhabens der Raumordnung - Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel (KlimaMORO www.klimamoro.de) oder das Webtool von KlimREG (klimreg.de). Auch das Pilotprogramm vom BAFU beinhaltet hilfreiche Projekte für die räumliche Planung (BAFU 2020). Anwendungsorientierte Ergebnisse aus Forschungsprojekten verschiedener Bereiche, auch mit räumlichem Bezug, sind auf der Homepage klimawandelanpassung.at zu finden. Auch das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) und das KLiVO bietet eine umfangreiche Datenbank an Projekten und Maßnahmen.

3 KLIMAVERÄNDERUNGEN IM DACH+ RAUM

Baustein I

Auswertung regionaler Klimamodelle / -szenarien

In Zukunft ist von einer weiteren Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperatur im DACH+ Raum auszugehen (vgl. Kap.3.4.1). Setzen sich die Entwicklungen wie bisher fort, muss sich auf drastische Folgen eingestellt werden. Ein aktiver Klimaschutz ist essenziell, um die Auswirkungen so gering wie möglich zu halten. Eine Veränderung des Klimas ist für alle Szenarien zu erwarten. Ausgegangen wird von einer Zunahme extremer Ereignisse, wie Starkregen und Hitzewellen. Tendenziell werden die Sommer heißer und trockener und die Winter milder und feuchter. Klimaveränderungen wirken sich auf die gesamte Umwelt aus und beeinflussen z.B. auch die Vegetationsperiode oder alpine Vegetationsstufen. Lokal können unterschiedliche Veränderungen auftreten, die sowohl mit positiven als auch mit negativen Auswirkungen verbunden sein können (vgl. Kap.4). Die Erkenntnisse der Forschung beruhen zum einen auf der Beobachtung des Klimas, zum anderen werden Modelle genutzt, um Aussagen über zukünftige Entwicklungen treffen zu können.



3.1 KLIMAMODELLE UND SZENARIEN

Klimamodelle und Emissionsszenarien dienen dazu die möglichen Auswirkungen des Klimawandels aufzuzeigen. Globale Modelle verdeutlichen, wie sich das Klima weltweit in Zukunft verändern könnte. Um räumlich genauere Aussagen treffen zu können, werden für die unterschiedlichen Erdteile höher aufgelöste regionale Klimamodelle verwendet. Die Modelle dienen der Berechnung von Klimaprojektionen, die mögliche Entwicklungen bestimmter klimatischer Kenngrößen und Parameter abbilden. Eine Simulation basiert immer auf der Berechnung und Auswertung verschiedener Klimaprojektionen, um die Aussagekraft zu erhöhen. Hierzu werden sogenannte Ensembles genutzt, die verschiedene Klimamodelle umfassen.

Für Europa stellt EURO-CORDEX das aktuelle Modell-Ensemble dar. Darüber hinaus gibt es für Deutschland und die Einzugsgebiete der großen Flüsse das ReKliEs-De Ensemble. Die Simulationen werden fortlaufend verbessert, sodass beispielsweise eine höhere Auflösung differenziertere Aussagen und die Modellierung komplexerer Fragestellungen, wie z.B. zu Starkregenereignissen oder Stürmen, zulassen.

Um Aussagen über das künftige Klima treffen zu können, werden verschiedene Zeiträume betrachtet. Zur Modellierung wird ein Referenzzeitraum betrachtet, der 30 Jahre in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts umfasst. Mit Hilfe des Referenzzeitraumes können die klimatischen Veränderungen für die nahe Zukunft (Mitte dieses Jahrhunderts) und für die ferne Zukunft (Ende dieses Jahrhunderts) modelliert werden.

Die Veränderungen des Klimas werden für verschiedene Szenarien simuliert, um den Einfluss des Menschen auf die Entwicklungen zu verdeutlichen (vgl. Tab. 5). Aktuell werden international die RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways – RCPs) verwendet, die die sogenannten SRES-Szenarien abgelöst haben. Im Zuge des nächsten IPCC Berichts (IPCC AR6 2021) soll eine neue Generation von Szenarien veröffentlicht werden.

Tabelle 5: Beschreibung der RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways)

Quelle: DWD 2019b

RCP-Szenario	Szenario	Eigenschaften
RCP8.5	Kein Klimaschutz	Ohne Klimaschutzmaßnahmen nehmen die Treibhausgasemissionen stetig zu. Der Strahlungsantrieb im Jahr 2100 beträgt 8,5 W/m ² im Vergleich zu 1850.
RCP4.5	Begrenzter Klimaschutz	Der Ausstoß von Treibhausgasemissionen wird zwar eingedämmt, aber der Gehalt in der Atmosphäre steigt noch weitere 50 Jahre. Das Zwei-Grad-Ziel wird verfehlt. Der Strahlungsantrieb im Jahr 2100 beträgt 4,5 W/m ² im Vergleich zu 1850.
RCP2.6	Konsequenter Klimaschutz	Klimaschutzmaßnahmen werden ergriffen. Mit einer umgehend eingeleiteten Senkung der Emissionen wird der Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre bis in etwa 20 Jahren gestoppt. Damit lassen sich die Ziele des Pariser Klimaabkommens 2016 erreichen. Der Strahlungsantrieb im Jahr 2100 beträgt 2,6 W/m ² im Vergleich zu 1850.

3.2 STUDIEN UND PROJEKTE

Alle Länder des DACH+ Raums haben Analysen zu den klimatischen Veränderungen erstellt und Klimamodelle ausgewertet. Im Folgenden wird eine Übersicht zu den unterschiedlichen Studien und einzelnen Projekten gegeben.

EU

Impact 2 C ist ein Online-Atlas, der die Folgen des Klimawandels für verschiedene Themenfelder verdeutlicht.

Weitere Infos unter: <https://www.atlas.impact2c.eu>

Deutschland

In Deutschland gibt es viele unterschiedliche Projekte, die sich mit Klimasimulationen beschäftigen. Im Rahmen der Studie „**Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel**“ (Umweltbundesamt 2015) wurden für ganz Deutschland die zukünftigen Klimaveränderungen betrachtet. Die Simulationen beruhen auf den SRES-Szenarien und den ENSEMBLES Modellen, sodass sie nicht dem aktuellsten Stand entsprechen.

Der deutsche Klimaatlas (DWD 2019a) stellt online aktuelle Informationen zu den zu beobachtenden Veränderungen des Klimas in Deutschland zur Verfügung. Dargestellt werden die Entwicklung unterschiedlicher Kenngrößen für verschiedene Szenarien. Der deutsche Klimaatlas wird für die RCP-Szenarien überarbeitet.

Weitere Infos unter: <https://www.dwd.de>

GERICS-Bundesländer-Check: Das Climate Service Center Deutschland stellt im „GERICS-Bundesländer-Check“ die Klimaänderungen in den einzelnen Bundesländern für die aktuellen RCP-Szenarien dar (GERICS 2018).

Weitere Infos unter: <https://www.climate-service-center.de>

Regionaler-Klimaatlas: Des Weiteren stellen die Regionalen Klimabüros der Helmholtz Gemeinschaft Modellberechnungen aus unterschiedlichen Forschungsprojekten für ganz Deutschland im Regionalen-Klimaatlas zur Verfügung.

Weitere Infos unter: <https://www.regionaler-klimaatlas.de>

Die einzelnen Bundesländer widmen sich dem Thema aber auch individuell. Die Analysen für Bayern und Baden-Württemberg werden zurzeit aktualisiert.

Bayern: Der Klimabericht Bayern (LfU 2012) wertet regionale Klimaprojektionen für Bayern aus. Bezugszeitraum der Simulationen ist 1971-2000. Die Aussagen fokussieren sich auf den Zeitraum 2021-2050. Die Simulationen beruhen auf den SRES-Szenarien und älteren Modell-Ensembles und entsprechen daher nicht mehr dem aktuellsten Stand. Der Untersuchungsraum umfasst auch Gebiete des DACH+ Raums, die im Regionalbericht Iller-Lech betrachtet werden. Im Zuge des Projektes Klimazukunft Bayern (BayKliZ) werden RCP-Szenarien ausgewertet. Diese Auswertung standen im zeitlichen Rahmen des Projektes nicht zur Verfügung. Teil ist das Bayerische Klimainformationssystem (BayKIS), das Anwenden Informationen zugänglich machen soll. Im April 2020 wurde zudem Das Bayrische Klimaprojektionsensemble – Audit und Ensemblebildung (LfU 2020) veröffentlicht. Das Klimaprojektionsensemble umfasst eine Plausibilitätsprüfung der regionalen Klimaprojektionen.

Weitere Informationen: <https://www.lfu.bayern.de>

Baden-Württemberg: Die Studie „Zukünftige Klimaentwicklungen in Baden-Württemberg“ (LUBW 2013) wertet regionale Klimaprojektionen für Baden-Württemberg aus. Die Simulationen beruhen auf den SRES-Szenarien und älteren Modell-Ensembles und entsprechen daher nicht mehr dem aktuellen Stand. Im Zuge des Monitoringberichtes 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg wurden Untersuchungen zu den RCP-Szenarien integriert. Auf Grund der Veröffentlichung im Dezember 2020 konnten die Ergebnisse nicht im Rahmen des DACH+ Projekts berücksichtigt werden.

Weiterführende Informationen: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>

Österreich

ÖKS 15: Die Studie „ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich“ (2015) bietet eine flächendeckende Analyse des Klimas, der Klimaveränderungen und der zukünftigen Entwicklungen. Zur Verfügung gestellt werden Daten und Fakten zum Klimawandel in Österreich. ÖKS15 soll als Grundlage für darauf aufbauende Detailstudien dienen und die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels für ganz Österreich abbilden. Untersucht werden die Szenarien RCP 8.5 und RCP 4.5 für die nahe (2021-2050) und ferne (2071-2100) Zukunft. Für die einzelnen Bundesländer, auch Vorarlberg, liegen Factsheets vor. Das CCCA (Climate Change Center Austria) bündelt alle Informationen zum Thema.

Weiterführende Informationen: <https://ccca.ac.at>

Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel: Der österreichische Sachstandsbericht Klimawandel (AAR 2014) zeigt Erkenntnisse zum Klimawandel für Österreich auf. In Anlehnung an das International Panel on Climate Change (IPCC) wurde in Österreich das „Austrian Panel on Climate Change“ (APCC) eingerichtet, unter dessen Dach renommierte ExpertInnen der österreichischen Klimaforschungsgemeinschaft in regelmäßigen Abständen den aktuellen Stand der Forschung zusammentragen, wie der Klimawandel Österreich verändert hat und noch verändern wird. Die Tätigkeiten rund um das APCC stehen in engem Zusammenhang mit dem CCCA (Climate Change Center Austria).

Schweiz

Die Analyse **CH 2018** zeigt die möglichen Entwicklungen des Klimas in der Schweiz. Die zu erwartenden Auswirkungen werden erläutert und Daten zur weiteren Nutzung bereitgestellt. Untersucht werden die Szenarien RCP 8.5, RCP 4.5 und RCP 2.6 für die Zeiträume 2020 – 2049, 2045-2074 und 2070-2099. Zur näheren Analyse wurde die Schweiz in fünf verschiedene Gebiete gegliedert. Der DACH+ Raum umfasst Gebiete der Untersuchungsräume CHNE (Nord-Ost) und CHAE (Schweizer Alpen Ost). Das NCCS (National Center for Climate Services) bündelt die Informationen zum Thema.

Weiterführende Informationen unter: <https://www.nccs.admin.ch>

Liechtenstein

Die Analyse für das Fürstentum Liechtenstein basiert auf den Auswertungen der Schweiz. Der Bericht „Zahlen und Fakten zum Klima in Liechtenstein“ (Amt für Umwelt Fürstentum Liechtenstein, MeteoSchweiz 2016) beruht auf der vorangegangenen Schweizer Analyse CH 2011. Entsprechend der Ergebnisse von CH 2018 wird für Liechtenstein eine aktuelle Analyse erstellt.

Alpen

AdaptAlp: Im Rahmen des Interreg IV B, Alpine Space Projektes „Adaptation to Climate Change in the Alpine Space“ wurden auch Klimamodellierungen ausgewertet. Die Laufzeit des Projektes war von 2008 bis 2011.

Weiterführende Informationen: https://www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/projekte/adaptalp

HighEnd:Extremes: Das Projekt “The Future of Extreme Precipitation Events in the Alpine Region under High End Climate Change Conditions (HighEnd:Extremes)” untersucht die Auswirkungen starker globaler Erwärmung auf Extremniederschlagsereignisse im Alpenraum bis zum Ende des 21. Jahrhunderts. Betreut wird das Projekt vom Wegener Center der Universität Graz in Partnerschaft mit dem Climate Service Centre Germany (GERICS).

Weiterführende Informationen: <https://wegcenter.uni-graz.at/de/forschen/forschungsgruppe-regionales-klima/projekte/highendextremes/>

WETRAX+ (Weather Patterns, Cyclone Tracks and related precipitation Extremes): WETRAX+ untersucht die Auswirkungen des Klimawandels auf großflächige Starkniederschläge in Süddeutschland und Österreich durch die Analyse der Veränderungen von Zugbahnen und Wetterlagen. Projektträger ist das Landesamt für Umwelt.

Weiterführende Informationen: https://www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/projekte/wetrax/index.htm

Wasserhaushalt

Die regionalen Klimamodelle werden von unterschiedlichen Fachrichtungen genutzt, um Prozesse, die durch die klimatischen Veränderungen beeinflusst werden, zu modellieren. Vor allem das Zusammenspiel von Klima und Wasserhaushalt ist sehr komplex. Veränderungen des Wasserhaushaltes können sehr viele Sektoren betreffen.

KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft): KLIWA befasst sich mit den Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft. Es ist eine Kooperation des deutschen Wetterdienstes (DWD) Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz.

KlimEx (ClimEx): Klimawandel und Hydrologische Extremereignisse – Risiken und Perspektiven für die Wasserwirtschaft in Bayern (KlimEx). Laufzeit 2015-2019, LMU und BaySt-MUV

Hydro-CH2018: „Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel“ (Hydro-CH2018) beinhaltet verschiedene Forschungsprojekte zur Verbesserung des hydrologischen Prozessverständnisses, um bestehende Wissenslücken bezüglich Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserressourcen in der Schweiz zu füllen.

3.3 KLIMASIMULATIONEN DACH+ RAUM

Für alle Länder des DACH+ Raums liegen Auswertungen von Klimasimulationen vor. Eine Klimasimulation besteht aus verschiedenen Klimaprojektionen (vgl. Kap.3.1). Die grundlegenden Parameter Lufttemperatur und Niederschlag werden von allen Studien untersucht, jedoch unterscheiden sich oftmals die verwendeten Kennzahlen. Aussagen zur Änderungen der Jahresdurchschnittstemperatur sowie der Niederschläge werden in allen Studien getroffen.

Grundsätzlich sind die Auswertungen vergleichbar, jedoch sind die Veröffentlichungen unterschiedlich alt, liegen in unterschiedlicher Auflösung vor und betrachten zum Teil unterschiedliche Zeiträume und Parameter. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass für Bayern und Baden-Württemberg zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Analyse noch nicht die Auswertungen basierend auf der aktuellen Generation regionaler Klimamodelle und Emissionsszenarien (vgl. Tab.5 Kap. 3.1) vorlagen. Um diese zeitliche Lücke zu überbrücken, wurden im Rahmen des Projektes das aktuelle Modellensemble für den gesamten DACH+ Raum durch das IMK-TRO und das Süddeutsche Klimabüro am Karlsruher Institut für Technologie einheitlich ausgewertet. Diese Daten dienten als Analysegrundlage zur Bewertung des Gesamttraumes. Die genaue Methodik wird im Anhang II erläutert. Das 50. Perzentil stellt den Median der Auswertung dar und wird als Kennzahl genannt. Zwischen dem 25. Perzentil und dem 75. Perzentil liegen 50% der Projektionsergebnisse.

Die erstellten Klimasimulationen für den DACH+ Raum basieren auf demselben Modellensemble wie die Simulationen für Österreich (ÖKS 15) und die Schweiz (CH 2018), was grundsätzlich eine gewisse Vergleichbarkeit ermöglicht (vgl. Kap. 2.1). Allerdings sind die Auswertungen von Österreich (ÖKS 15) und der Schweiz (CH 2018) wesentlich präziser und weisen eine höhere räumliche Auflösung auf, was gerade bei starker Topographie genauere Aussagen zulässt. Um diese präzisierten Informationen zu nutzen, beruht die Auswertung der klimatischen Veränderungen auf allen drei Studien. Wenn möglich wurden für die Auswertung der klimatischen Veränderungen im DACH+ Raum die Ergebnisse der Analyse des Gesamttraums sowie die Ergebnisse für Österreich (ÖKS 15) und die Schweiz (CH 2018) in einer Karte dargestellt.

Für die Analyse des Gesamttraums wurde der Fokus auf das RCP 8.5 Szenario (vgl. Tab.5 Kap.3.1) für den Zeitraum in der nahen Zukunft (2021-2050) gelegt. Für diesen Zeitraum gilt, dass die Veränderungen sehr wahrscheinlich sind, auch wenn die Klimaschutzmaßnahmen greifen. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Szenarien ist in der nahen Zukunft noch relativ gering, sodass hier das „worst-case“ Szenario RCP 8.5 gewählt wurde.

Die klimatischen Veränderungen für die ferne Zukunft (2051-2100) werden in dieser Analyse nicht betrachtet, da für diesen Zeitraum nur die Auswertungen für Österreich (ÖKS 15) und die Schweiz (CH 2018) vorliegen. Hier zeigen sich deutlichere Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Szenarien, wobei die beobachteten Trends sich auf lange Sicht verstärken. Eine umfassende Senkung des weltweiten Treibhausgasausstoßes könnte den zukünftigen Klimawandel eindämmen. So ließe sich bis Ende des Jahrhunderts rund zwei Drittel der möglichen Klimaveränderungen vermeiden (CH 2018).

3.4 AUSWERTUNG KLIMATISCHER VERÄNDERUNGEN IM DACH+ RAUM

Der DACH+ Raum liegt im Übergangsbereich vom maritimen Klima Westeuropas und kontinentalem Klima Osteuropas. Das Gebiet zeichnet sich durch unterschiedliche klimatische Bedingungen aus, z.B. dem Bodenseegebiet (atlantisch-getönt, feucht-kühl) und dem kontinental-beeinflussten, trocken-warmer Klima der inneralpinen Trockeninseln. Beobachtungen und Modellierungen zeigen die Veränderungen des Klimas im Untersuchungsraum. Betrachtet wurden die Veränderung der Lufttemperatur und die Veränderung von Niederschlägen. Zur Auswertung der Klimaänderungen wurden die Simulationen für den Gesamttraum genutzt, ergänzt durch die Ergebnisse der einzelnen nationalen und regionalen Studien

(vgl. Kap.3.3). Die Karten zeigen den Beobachtungszeitraum 1971-2000 sowie die Modell-ergebnisse für die Veränderungen in der nahen Zukunft (2021-2050). Die ferne Zukunft (2051-2100) wurde für den Gesamttraum nicht analysiert, jedoch ist grundsätzlich von einer Verstärkung der beobachteten Trends auszugehen. Um diese Tendenz zu veranschaulichen, werden die Ergebnisse der Studien der Schweiz (CH 2018) und Österreichs (ÖKS 15) für die ferne Zukunft exemplarisch aufgeführt.

3.4.1 ÄNDERUNGEN LUFTTEMPERATUR

Beobachtungen und Simulationen zeigen eine Erhöhung der Jahresdurchschnittstemperaturen. Für den DACH+ Raum zeigt sich für die nahe Zukunft (2021-2050) ein durchschnittlicher Temperaturanstieg von 1,4°C. Frosttage nehmen ab und Hitzewellen nehmen zu. Die Erkenntnisse über Temperaturveränderungen werden generell als verlässlich bewertet.

Temperaturzunahme

Für den Beobachtungszeitraum (1971-2000) liegt die mittlere Lufttemperatur im gesamten DACH+ Raum bei ca. 5,8°C (vgl. Abb.1). Je nach Höhenlage und naturräumlichen Gegebenheiten können sich die Temperaturen im DACH+ Raum erheblich unterscheiden. Am wärmsten sind das Bodenseebecken, das Mittelland und das Hochrheintal mit durchschnittlich ca. 9°C (1971-2000) (vgl. Abb.1). Am kältesten sind die Höhenlagen der Alpen mit z.T. Jahresdurchschnittstemperaturen unter 0°C.

Klimabeobachtungen in der Schweiz, Vorarlberg, Bayern, Liechtenstein und Baden-Württemberg zeigen seit dem ausgehenden 20. Jahrhundert einen deutlichen Trend zu steigenden Temperaturen¹. Die Temperaturerwärmung im DACH+ Raum war im letzten Jahrhundert um +0,85 °C höher als im globalen Mittel². Die Lufttemperatur weist große räumliche und jahreszeitliche Variationen auf. Die Topographie der Alpen ist sehr prägend, so wurden in Tallagen in Graubünden Anfang dieses Jahrhunderts jährliche Mitteltemperaturen um 10 bis über 12°C, in montanen Lagen um 5,5 bis 7°C, in subalpinen Lagen um 1 bis 3,6 °C erreicht (MeteoSchweiz 2012). Dies verdeutlicht den großen Temperaturunterschied verschiedener Höhenlagen, doch auch die Exposition und kleinklimatische Bedingungen spielen eine Rolle.

Die Modellsimulationen zeigen für die nahe Zukunft eine Zunahme der Temperaturen von durchschnittlich 1,4°C im gesamten DACH+ Raum (vgl. Abb. 1). Die mittlere Temperaturzunahme im Winter- und Sommerhalbjahr ist annähernd gleich. Alle Modelle und Analysen zeigen diese signifikante Temperaturzunahme auf³. Räumlich am stärksten vom Erwärmungstrend betroffen sind die Alpen und deren Vorland (LfU 2013). Auch die Simulationen für den DACH+ Raum zeigen für das 50.Perzentil eine stärkere Temperaturzunahme für den Alpenraum (vgl. Abb. 1).

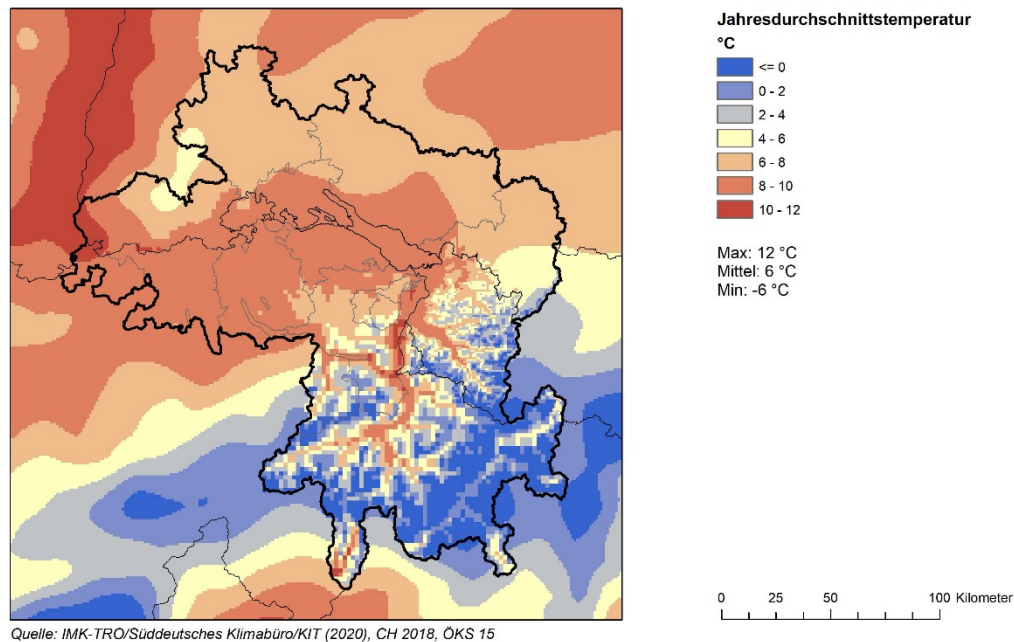
Für die ferne Zukunft zeigt sich eine Verstärkung der Temperaturzunahme. Die Analysen von Schweiz (CH 2018) und Vorarlberg (ÖKS 15) zeigen eine weitere Zunahme der Jahresdurchschnittstemperatur um ca. 4°C für das 8.5 Szenario.

¹ z.B. CH 2018; Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, LUBW 2013, Amt für Umwelt Fürstentum Liechtenstein 2012, LfU 2012

² ebd.

³ CH 2018; Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, LUBW 2013, Amt für Umwelt Fürstentum Liechtenstein 2012, LfU 2012

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)



Modellsimulationen für die nahe Zukunft (2021-2050)

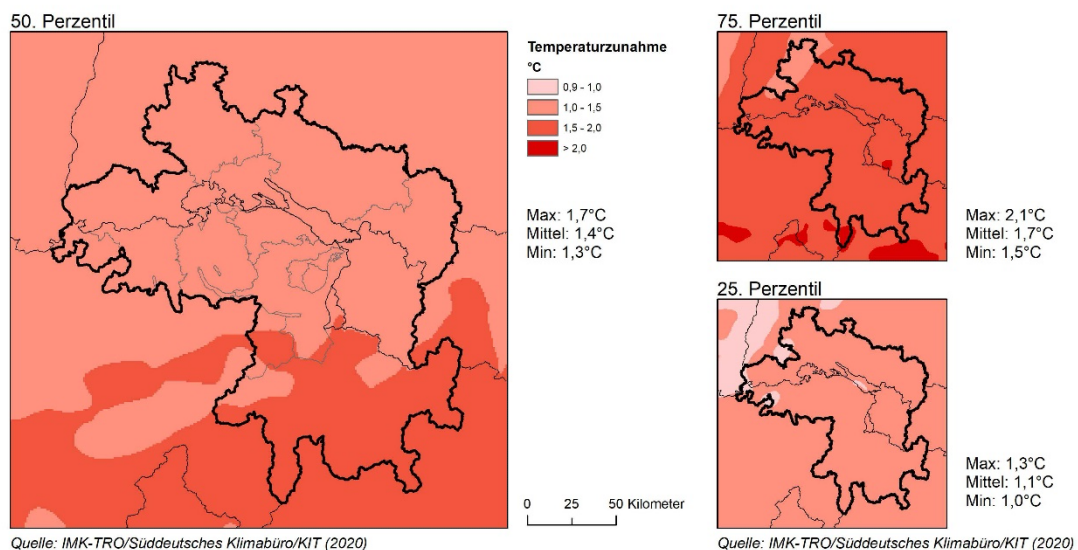
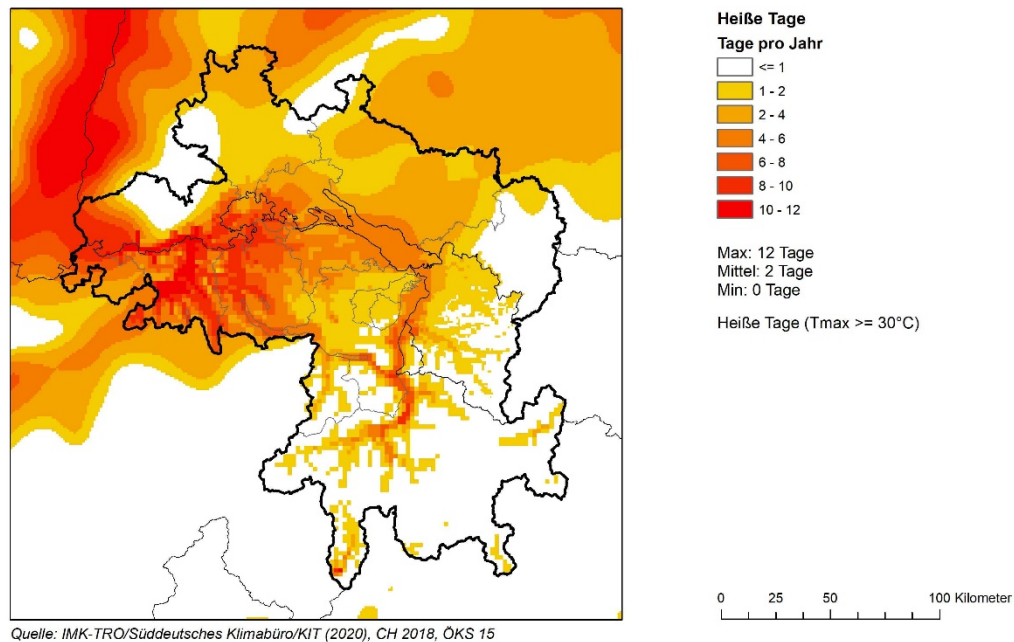


Abbildung 1 Veränderungen Lufttemperatur in der nahen Zukunft (2021-2050) RCP 8.5 (Darstellung HHP.raumentwicklung)

Hitzetage

Hitzetage oder heiße Tage sind Tage an denen das Temperaturmaximum mindestens 30 °C erreicht. Auf Grund der hohen Lagen im DACH+ Raum ergibt sich für den Gesamtraum ein Jahresdurchschnitt von ca. 1,8 heißen Tagen pro Jahr für den Beobachtungszeitraum (vgl. Abb. 2). In tieferen Lagen treten deutlich mehr heiße Tage auf. Vor allem der westliche DACH+ Raum stellt einen Schwerpunkt dar.

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)



Modellsimulationen für die nahe Zukunft (2021-2050)

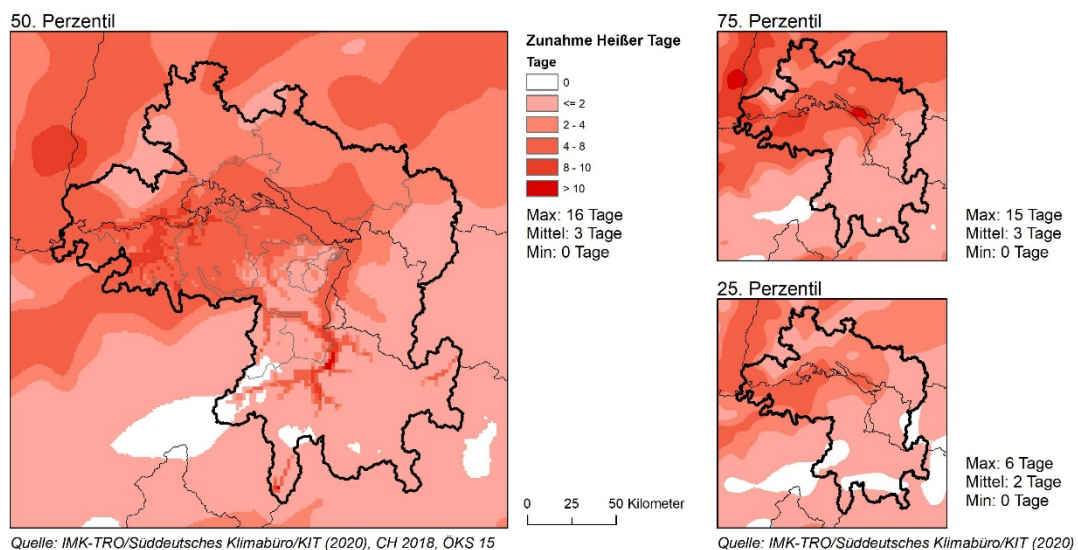


Abbildung 2 Veränderungen der Anzahl heißer Tage ($T_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) in der nahen Zukunft (2021-2050) RCP 8.5 (Darstellung HHP.raumentwicklung)

Klimabeobachtungen zeigen, dass es nicht nur wärmer geworden ist, sondern auch die Anzahl der Hitzetage zugenommen hat. Für Baden-Württemberg haben sich in den letzten 30 Jahren die mittlere Anzahl heißer Tage fast verdoppelt (LUBW 2017).

Auch die Beobachtungen für die Schweiz und Österreich zeigen, dass intensive Hitzeperioden in den letzten Jahrzehnten insgesamt häufiger geworden sind (MeteoSchweiz 2015, ÖKS 15). In der Schweiz haben Hitzewellen hier seit 1901 in Intensität und Häufigkeit um 200% zugenommen (CH 2018).

Alle Modelle und Analysen zeigen eine signifikante Zunahme von heißen Tagen⁴. Der Durchschnitt für den Gesamtraum liegt in der nahen Zukunft bei einer Zunahme von ca. 3 Tagen. Es wird von einer zunehmenden Frequenz, Intensität und Dauer der Hitzewellen ausgegangen, auch in höheren Lagen⁵.

Für Lagen > 1.000 m ü.M. wird sich erst gegen Ende des Jahrhunderts ein signifikanter Trend einstellen (ÖKS 15, CH 2018). Entsprechend des Lokalklimas kann es hierbei deutliche Unterschiede geben. Die Modellsimulationen zeigen, vor allem für die Gebiete, die bereits von Hitzewellen betroffen sind, eine verstärkte Zunahme von heißen Tagen auch schon in der nahen Zukunft.

Für die ferne Zukunft zeigt sich für den Schweizer Nord-Osten (CH 2018) und Vorarlberg (ÖKS 15) eine Zunahme von durchschnittlich ca. 12 heißen Tagen und eine Zunahme von 21 Tagen für die östlichen Schweizer Alpen unter Annahme des RCP 8.5.

Frosttage

Die tiefsten Tagesmitteltemperaturen werden in der Regel in den Monaten Dezember, Januar oder Februar erreicht. Am kältesten ist der südliche Teil des DACH+ Raums, der von den Alpen geprägt ist. Hier liegen auch die meisten Frosttage vor, Tage an denen das Temperaturminimum kleiner als 0 °C ist, bis hin zu hochalpinen Gebieten mit Dauerfrost. Das restliche Gebiet weist im Mittel deutlich weniger Frosttage auf. Für den Beobachtungszeitraum liegt der Durchschnitt für das Gesamtgebiet bei ca. 140 Tagen Frost pro Jahr (vgl. Abb. 3).

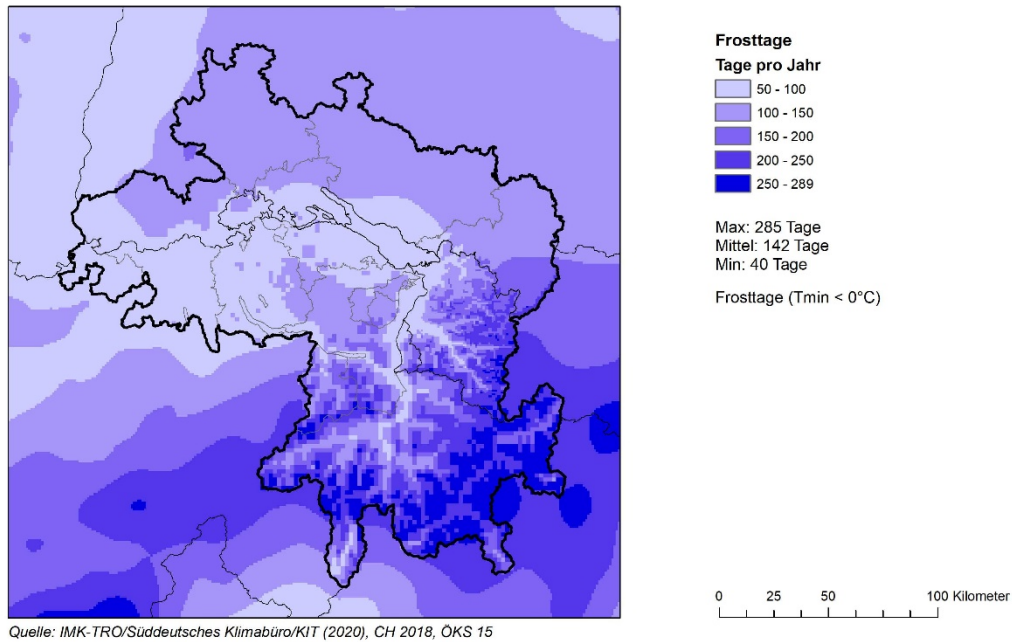
Nicht nur die mittleren Temperaturen im Winter steigen, sondern auch die Zahl von Frosttagen nimmt ab. Für Bayern wurde z.B. für den Zeitraum von 1931 bis 2010 eine hochsignifikante Abnahme von 18 Frosttagen beobachtet (LfU 2012). In der Schweiz haben seit 1961 die Frosttage um 60% abgenommen (CH 2018). Dabei zeigt sich, dass nicht nur die absolute Höhe, sondern vor allem die Topografie eine bedeutende Rolle spielt. Je nach Lokalklima können die Beobachtungen stark variieren (ANU 2015a).

Die Modellsimulationen zeigen für die nahe Zukunft im Mittel eine Abnahme von ca. 23 Frosttagen. Das Bild für den Gesamtraum ist hier eher einheitlich (vgl. Abb. 3).

⁴ ebd.

⁵ ebd.

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)



Modellsimulationen für die nahe Zukunft (2021-2050)

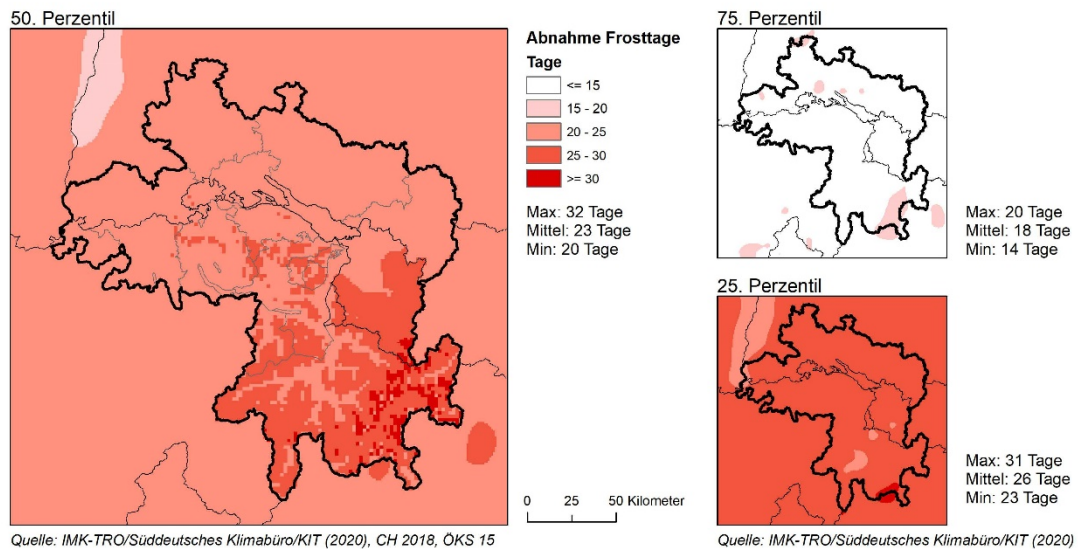


Abbildung 3 Veränderungen der Anzahl von Frosttagen ($T_{min} < 0^{\circ}C$) in der nahen Zukunft (2021-2050) RCP 8.5 (Darstellung HHP.raumentwicklung)

3.4.2 ÄNDERUNGEN NIEDERSCHLAG

Eine Zunahme der Niederschläge während der Wintermonate gilt als wahrscheinlich. Starke und extreme Niederschlagsereignisse werden vermutlich zunehmen. Gesicherte Aussagen über Veränderungen der Niederschläge, insbesondere zu Extremereignissen, können nicht getroffen werden.

Durchschnittliche Niederschläge

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)

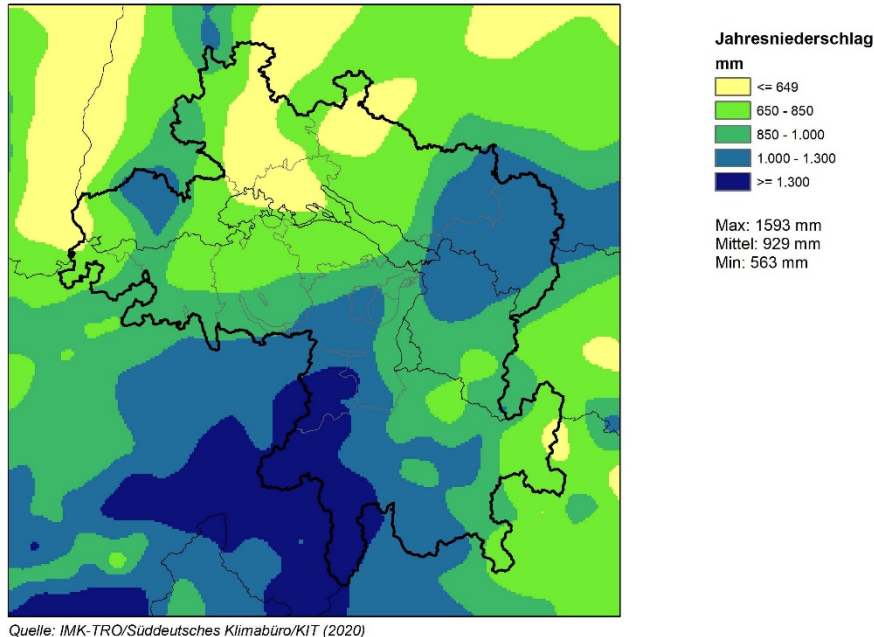


Abbildung 4 Durchschnittliche Jahresniederschlagssumme im Beobachtungszeitraum (1971-2000) (Darstellung HHP.raumentwicklung)

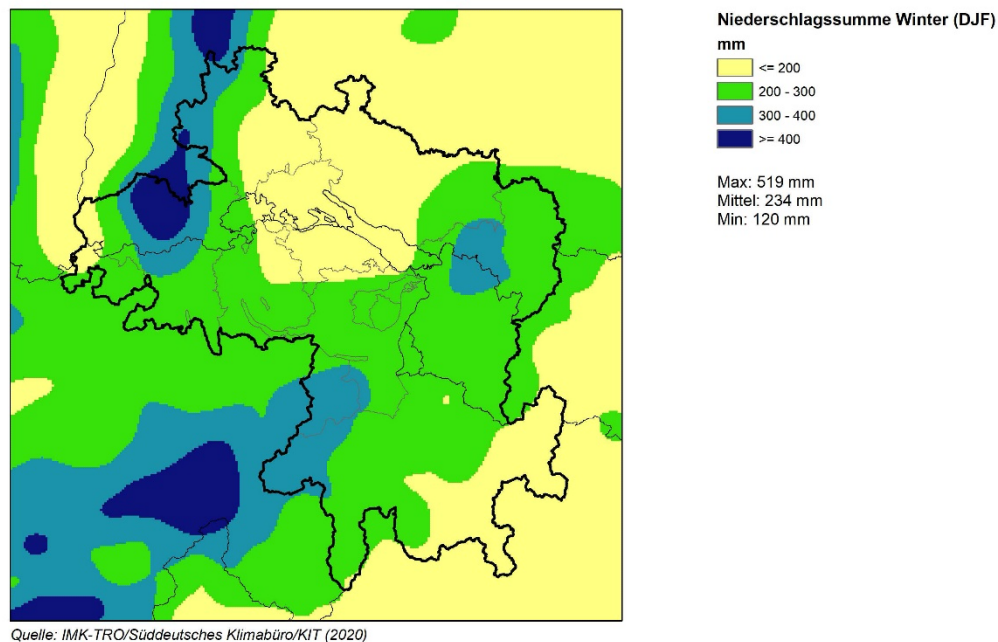
Während der Wintermonate sind die Niederschläge im Durchschnitt deutlich geringer als während der Sommermonate. Für den Beobachtungszeitraum ergibt sich im Mittel ein Niederschlag von ca. 390 mm während der Sommermonate (JJA) und ca. 230 mm während der Wintermonate (DJF) (vgl. Abb. 4). Alpen und Alpenvorland sowie der Schwarzwald weisen höhere Niederschläge auf als das restliche DACH+ Gebiet. Die durchschnittlichen Jahresniederschlagssummen von Alpen und Alpenvorland liegen meist über 1000 mm pro Jahr. Der Anteil von Schnee am Jahresniederschlag nimmt mit der Höhenlage zu. Am trockensten ist der Norden des DACH+ Raums (vgl. Abb. 4). Die Beobachtungen von Messreihen zeigen eine leichte Zunahme des durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge bzw. auch keine signifikanten Veränderungen⁶.

Angenommen wird, dass eine Veränderung der Temperaturen auch zu einer Veränderung des Niederschlagsregimes führen wird. Im Vergleich zu den Auswertungen der Temperaturveränderungen sind statistisch verlässliche Aussagen zur Veränderung von Niederschlägen schwieriger, da sie große räumliche, jahreszeitliche und Variationen von Jahr zu Jahr aufweisen. Klimadaten für Vorarlberg deuten auf eine Zunahme der jährlichen Niederschlagsmenge um etwa 10–15 % hin (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015). Beobachtungen von Baden-Württemberg zeigen eine Zunahme von Winterniederschlägen von ca. 33% bei gleichbleibenden Sommerniederschlägen (LUBW 2013). In der Schweiz haben nördlich der

⁶ CH 2018; Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, LUBW 2013, Amt für Umwelt Fürstentum Liechtenstein 2012, LfU 2012

Alpen die Winterniederschläge um 10 bis 30% zugenommen (BAFU 2013). Im Allgäu werden signifikant erhöhte Winterniederschläge von 14 bis 19% beobachtet (LfU 2012).

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)



Modellsimulationen für die nahe Zukunft (2021-2050)

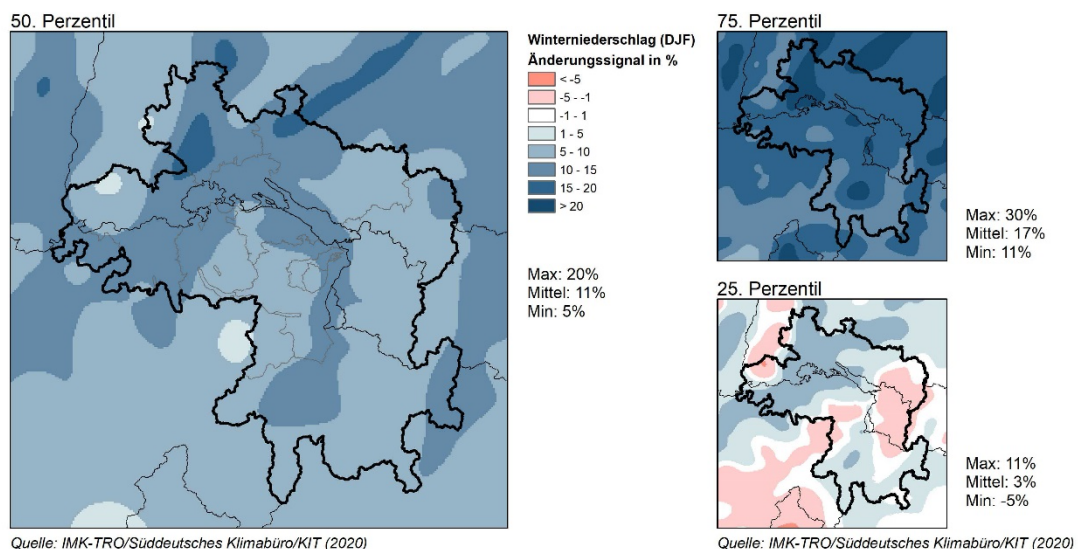
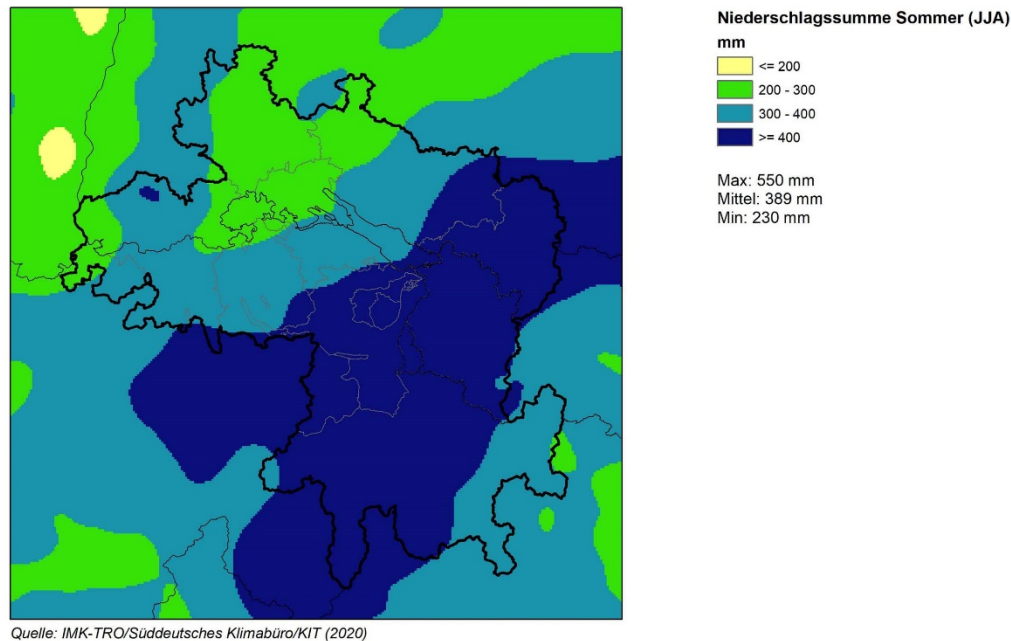


Abbildung 5 Veränderung der Niederschlagssumme während der Wintermonate (Dezember, Januar und Februar) in der nahe Zukunft (2021-2050) RCP 8.5 (Darstellung HHP.raumentwicklung)

Diese saisonale Verschiebung hin zu erhöhten durchschnittlichen Winterniederschlägen zeigt sich auch in den Trends der Klimamodelle für die nahe und ferne Zukunft. Diese Veränderung gilt grundsätzlich für das gesamte DACH+ Gebiet als wahrscheinlich, wobei sich natürlich lokal ein anderes Bild zeigen kann. Die Modellsimulationen zeigen für die nahe Zukunft den Trend einer 10-prozentigen Zunahme von Niederschlägen während der Wintermonate (DJF) für den gesamten DACH+ RAUM (vgl. Abb. 5) auf. Der nördliche Teil des Gebietes könnte von einer stärkeren Zunahme betroffen sein. In ferner Zukunft wird von einer

besonderen Betroffenheit von Schwarzwald und Alpenvorland ausgegangen (LUBW 2013, LfU 2012).

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)



Modellsimulationen für die nahe Zukunft (2021-2050)

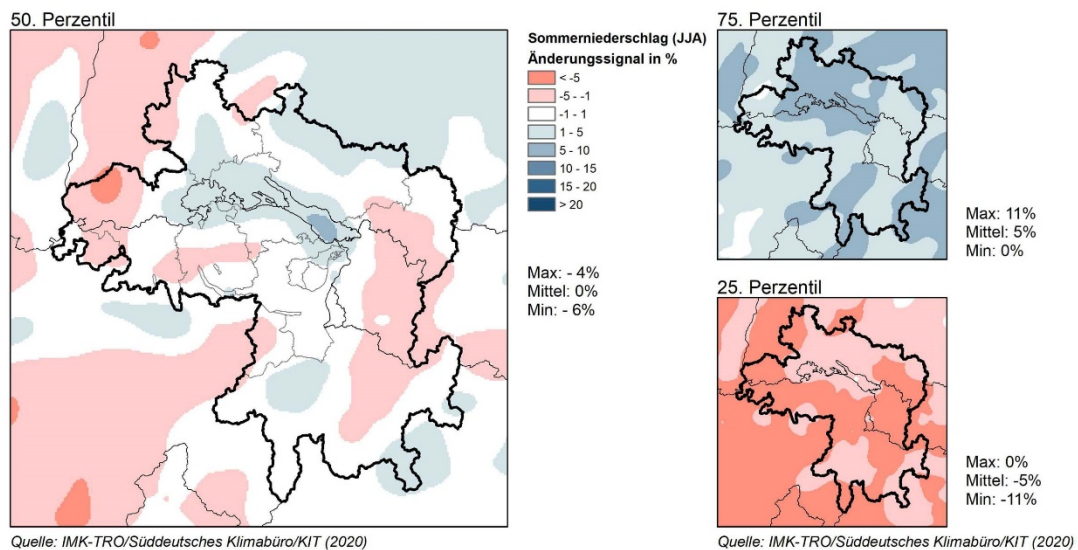


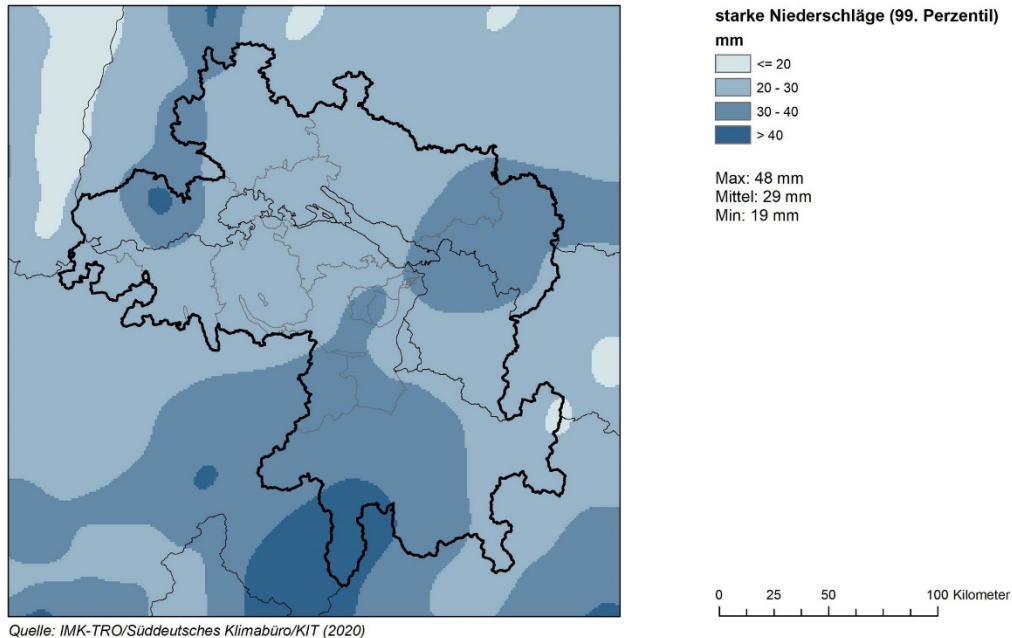
Abbildung 6 Veränderung der Niederschlagssumme während der Sommermonate (Juni, Juli und August) in der nahe Zukunft (2021-2050) RCP 8.5 (Darstellung HHP.raumentwicklung)

Für die Niederschläge während den Sommermonaten (JJA) zeigen die Modellsimulationen für die nahe Zukunft keinen eindeutigen Trend (vgl. Abb. 6). Im Mittel ist keine Veränderung feststellbar. Für die ferne Zukunft zeigen die Analysen tendenziell eine Abnahme der durchschnittlichen Sommerniederschläge um etwa 10 - 20% in Vorarlberg (ÖKS 15) und um etwa 10 - 17% im Norden und Osten der Schweiz (CH 2018).

Starke Niederschläge

Kleinräumige (konvektive) Starkregenereignisse können den gesamten DACH+ Raum betreffen, während großräumige (stratiforme) Starkregenereignisse entlang der Staulagen von Höhenzügen wie Alpen und Schwarzwald auftreten. Inneralpine Gebiete können hier weniger betroffen sein (ANU 2015 a). Starkniederschläge können lokal sehr unterschiedlich verteilt sein.

Beobachtungszeitraum (1971 – 2000)



Modellsimulationen für die nahe Zukunft (2021-2050)

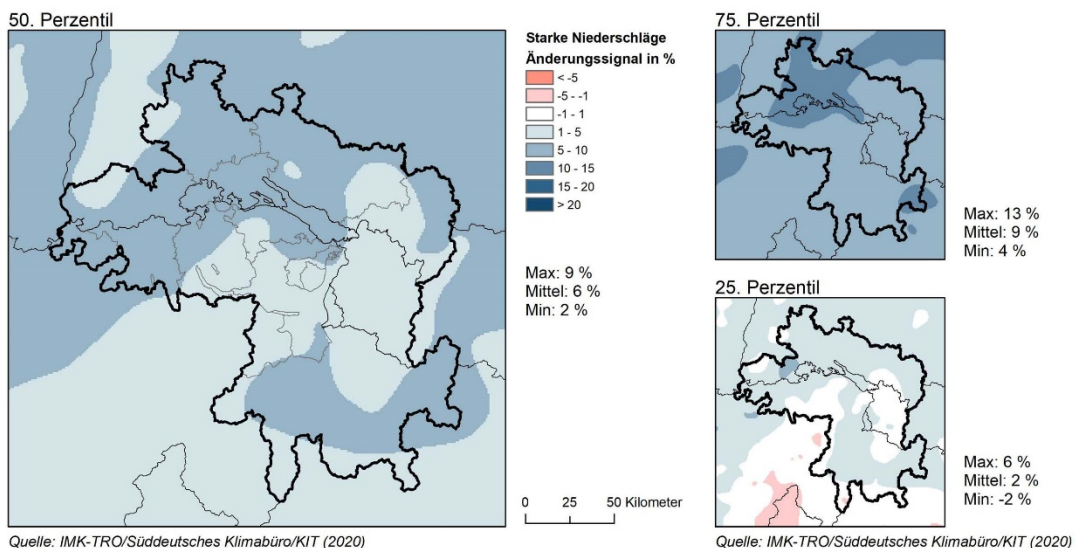


Abbildung 7 Veränderung der Intensität starker Niederschläge (100-tägiges Ereignis) in der nahen Zukunft (2021-2050) RCP 8.5 (Darstellung HHP.raumentwicklung)

Auf Grund der hohen Variabilität von starken Niederschlägen sind statistisch gesicherte Aussagen zu Extremniederschlägen eher schwierig. Für das Allgäu und Vorarlberg kann keine signifikante Zunahme der Extremereignisse festgestellt werden (KLIWA 2016, ÖKS 15).

Für den Süden Baden-Württembergs konnte die Zunahme der Intensität eintägiger Starkregenereignisse im Winterhalbjahr festgestellt werden. Mit hoher Signifikanz haben diese Ereignisse in der Region Hochrhein-Bodensee um ca. 18% zugenommen (KLIWA 2016). Im Sommerhalbjahr sind die steigenden Trends meist nicht signifikant. Für den Oberlauf der Donau konnte jedoch eine signifikante Zunahme von ca. 17% festgestellt werden (KLIWA 2016). Untersuchungen der seit 2001 vorliegenden Radardaten in Deutschland deuten insgesamt auf eine Zunahme von sommerlichen Starkniederschlägen in den letzten zwei Jahrzehnten hin (KLIWA 2019), wobei diese Ergebnisse aufgrund der geringen Länge der Zeitreihen noch vorläufig sind (ebd.).

Auswertungen für die Schweiz zeigen, dass es räumlich konsistente Tendenzen zu zunehmender Intensität (+12%) und Häufigkeit (+30%) von Starkniederschlägen gibt (CH 2018). Hier zeigt sich eine deutliche Zunahme für das Mittelland, sodass insbesondere der Bereich innerhalb des DACH+ Gebietes betroffen ist. Für die Alpen können hingegen nur geringere Zunahmen beobachtet werden (CH 2018).

Die Auswertung der Klimamodelle der unterschiedlichen Länder zeigen eine Tendenz zur Zunahme von starken Regenfällen in naher Zukunft⁷. Auf Grund der hohen Variabilität ist eine gesicherte Aussage schwierig, wobei von einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für Stark- und Extremniederschläge ausgegangen werden kann. Modelliert werden großräumige (advektive) Starkniederschläge, deren Zunahmen als wahrscheinlich betrachtet werden⁸. Basierend auf einer in Zukunft wärmeren und somit absolut feuchteren Atmosphäre, lässt sich das Potenzial für eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von starken Niederschlägen ableiten (KLIWA 2019). Kleinräumige (konvektive) Starkniederschläge und Gewitter könnten in Frequenz und Intensität zunehmen, wobei hier Modellierungen und belastbare Aussagen schwer zu treffen sind (ebd.).

Die Modellsimulationen zeigen im DACH+ Raum für die nahe Zukunft tendenziell eine Zunahme der Intensität stärkerer Regenfälle (99. Perzentil, d.h. der Wert wird einmal in 100 Tagen überschritten) (vgl. Abb. 7). Der DACH + Raum ist mit einer Zunahme von 6% im jährlichen Durchschnitt betroffen. Für den nördlichen Teil des DACH+ Raums und im alpinen Raum konnten insbesondere stärkere Niederschläge modelliert werden.

Die Analysen der Schweiz zeigen, dass verlässlichere Aussagen zur künftigen Änderung starker Niederschläge erst für den Zeitraum der fernen Zukunft möglich sind (CH 2018). Für Ende des Jahrhunderts zeigen sich für die Schweiz Zunahmen von ca. 20% an extremen Niederschlägen (CH 2018). Die stärksten Niederschläge des Jahres könnten sich im Sommer um 20% und im Winter um 10% erhöhen (CH 2018).

⁷ CH 2018; Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, LUBW 2013, Amt für Umwelt Fürstentum Liechtenstein 2012, LfU 2012

⁸ ebd.

4 KLIMAWANDELFOLGEN UND ANFÄLLIGKEIT DES DACH+ RAUMS

Baustein II:

Räumliche Analyse der Anfälligkeit / Betroffenheit von Raumnutzungen und -strukturen

Basierend auf der Auswertung der klimatischen Veränderungen (vgl. Kap.3.4) wird in diesem Kapitel die Anfälligkeit bzw. Betroffenheit des DACH+ Raums gegenüber den ausschlaggebenden Folgen des Klimawandels analysiert.

Die Klimamodellierungen zeigen, dass sich die Trends der klimatischen Veränderungen je nach Szenario Richtung Ende des Jahrhunderts verschärfen könnten, aber auch, dass konsequente Klimaschutzmaßnahmen dazu beitragen können einen Großteil der Folgen zu verhindern oder abzuschwächen (vgl. Kap.3). Die Aussagen zu Klimaveränderungen in der nahen Zukunft (2021-2050) sind sehr stark durch bereits vorhandene Emissionen beeinflusst, sodass sich hier die modellierten Veränderungen mit und ohne Klimaschutz noch ähnlich sind (vgl. Kap.3).

Die aufgezeigten klimatischen Veränderungen (vgl. Kap.3.4) können sich je nach Ausgangssituation direkt oder indirekt auf den Raum auswirken. Durch den Klimawandel verändern sich zum einen klimatische Mittelwerte, zum anderen können die Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen zunehmen. Wirkungsketten ermöglichen es die absehbaren Folgen des Klimawandels darzustellen. Da es sich jedoch um sehr komplexe Systeme handelt, können nicht alle Folgen abgeschätzt werden. Für die Raumplanung sind insbesondere diejenigen Klimafolgen relevant, die sich unmittelbar auf räumliche Strukturen auswirken. Die für die räumliche Planung wichtigsten Auswirkungen stellen die extremen Ereignisse von **Hochwasser** (vgl. Kap.4.2), **Hitze und Dürre** (vgl. Kap.4.1), **Sturm und Starkregen** (vgl. Kap.4.3) sowie **Massenbewegungen** (vgl. Kap.4.4) dar. Darüber hinaus werden die klimatischen Veränderungen auch zu schleichenden räumlichen und zeitlichen **Verschiebungen** führen, wie ein Anstieg der 0°C Grenze oder die Veränderung der Vegetationsperioden, die es zu berücksichtigen gilt (vgl. Kap.4.5).



Um den DACH+ Raum zu charakterisieren, haben sich vier verschiedene Raumtypen, sog. „Schwerpunkträume“ etabliert. Diese definieren sich durch ähnliche Raumstrukturen und Gegebenheiten. Die Betroffenheit bzw. Anfälligkeit des DACH+ Raums gegenüber den beschriebenen Klimawandelfolgen wurde für diese vier Schwerpunkträume analysiert (vgl. Kap.4.6). Die Anfälligkeit (Vulnerabilität) ermittelt sich aus der Exposition gegenüber den Folgen des Klimawandels, der Empfindlichkeit der Raumstrukturen sowie der Anpassungsfähigkeit des Raums. Wird die Anpassungsfähigkeit nicht mitberücksichtigt, so wird von Betroffenheit gesprochen.

Die Analyse zeigt besondere Anfälligkeiten bzw. Betroffenheiten im Gesamttraum auf und verdeutlicht in erster Linie regionale Schwerpunkte. Dies schließt eine lokale Betroffenheit an anderer Stelle jedoch nicht aus. Neben der Analyse der einzelnen Schwerpunkträume in Kapitel 4.6, erfolgt eine vergleichende Betrachtung der Anfälligkeit gegenüber den unterschiedlichen Klimawandelfolgen (vgl. Kap.4.2.4, Kap. 4.1.4, Kap. 4.3.4, Kap. 4.4.4, Kap. 4.5.4).

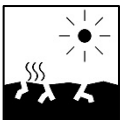
Die Ergebnisse zur Anfälligkeit des DACH+ Raums ermöglichen es, die Handlungserfordernisse der Raumplanung vergleichend zu bewerten und das Instrumentarium zu optimieren (vgl. Kap.5).

Unsicherheiten (BOX)

Aussagen über zukünftige Entwicklungen sind immer auch mit gewissen Unsicherheiten verbunden: Zum einen ist die Aussagekraft der beobachteten und modellierten Klimaveränderungen unterschiedlich stark.

Prognosen zu zukünftigen gesellschaftlichen und räumlichen Entwicklungen konnten bei der Analyse nicht berücksichtigt werden. Es wird davon ausgegangen, dass es zu Änderungen der Landnutzungen, einem Wachstum von Bevölkerung und Wirtschaft sowie tiefgreifenden Veränderungen im Energiesektor kommen wird.

Bei allen Maßnahmen gilt es diese Unsicherheiten zu Berücksichtigen. Empfohlen wird ein proaktiver Umgang mit Unsicherheiten nach dem Vorsorgeprinzip.



4.1 HITZE UND DÜRREN

Bezug zu anderen Fachplanungen: Wasserwirtschaft, Infrastruktur- und Stadtplanung, Forst- und Landwirtschaft, Naturschutz, Naturgefahren

Wie die Untersuchungen zeigen, wird als direkte Folge des Klimawandels die Anzahl heißer Tage im Jahr zunehmen und vermehrt zu Hitzewellen führen. Auch die Durchschnittstemperaturen im Sommer und die Temperaturen extrem heißer Tage werden steigen. Diese Entwicklungen werden durch den Effekt urbaner Wärmeinseln verstärkt.

Bei einem Rückgang der Sommer- und Herbstniederschläge können die Veränderten Temperaturen das Risiko für Sommertrockenheit bzw. Dürre erhöhen. Bei höheren Temperaturen verdunstet Wasser schneller und die Schneeschmelze setzt früher im Jahr ein, was zu Niedrigwasser und lokalem Wassermangel führen kann (ANU 2015 c, KLIWA 2017).

Trockenheit und Dürre werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Wichtige Einflussgröße ist neben Temperatur und Niederschlag bzw. Wasserverfügbarkeit, z.B. auch die Bodenbeschaffenheit, insbesondere in Hinblick auf die Aufnahme- und Speicherkapazität von Wasser. Darüber hinaus haben die Landnutzung und der Umgang mit Wasserressourcen einen entscheidenden Einfluss auf die Anfälligkeit gegenüber den klimatischen Veränderungen.

4.1.1 REGIONALE RELEVANZ

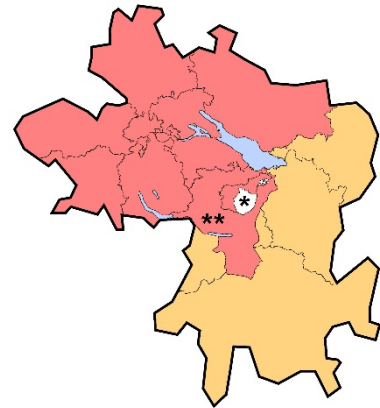
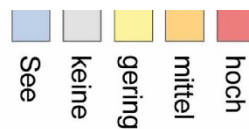
Alle regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen thematisieren die Zunahme von Hitzewellen und Trockenheit⁹ (vgl. Kap.2.1.2). Hitzewellen werden vor allem als urbanes Thema betrachtet. Besonders hohe Relevanz hat die Zunahme von Hitzewellen und Trockenheit in den flacheren Regionen des DACH+ Raums. Die Relevanz des Themas hat auch in alpinen Regionen zugenommen. Hier sind insbesondere Ballungsgebiete in Tallagen durch Hitze betroffen. Im alpinen Raum kann Trockenheit auch ein Problem darstellen.

Regionale Relevanz

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen
(siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020



4.1.2 EXPOSITION DACH+ RAUM

Hitzewellen und Sommertrockenheit werden von allen regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen im DACH+ Raum berücksichtigt¹⁰. Alle Studien zeigen, dass die Zunahme heißer Tage in Zukunft sehr wahrscheinlich ist (vgl. Kap.3.4.1). Vor allem bereits betroffene Gebiete werden stärker belastet werden. Grundsätzlich weisen die Höhenlagen von Alpen und Schwarzwald im Durchschnitt nur sehr wenige bzw. gar keine heißen Tage auf, während in flacheren Lagen vermehrt heiße Tage auftreten. Je nach Topographie kann die klimatische Situation lokal variieren, zum Beispiel können auch südexponierte Täler in alpinen Lagen betroffen sein (ANU 2015a). Im Gesamttraum sind insbesondere das Bodenseebecken, das Rheintal, aber auch ein Großteil des Mittellandes von Hitzewellen betroffen. Besonders stark betroffen ist der Bereich Hochrhein.

Der Anstieg der Sommertemperaturen kann zu Trockenheit bzw. Dürre führen, insbesondere bei einem Rückgang der Niederschläge. Da die modellierten Niederschläge tendenziell weniger eindeutige Aussagen zulassen als die Temperaturveränderungen, sind auch die Aussagen zu Sommertrockenheit mit gewissen Unsicherheiten verbunden (vgl. Kap.3.4.2). Es ist davon auszugehen, dass wärmere Gebiete, wie das Bodenseebecken, Rheintal, Mittelland und Jura, stärker betroffen sein werden. So gehen auch die Kantone Aargau, Schaffhausen und Thurgau, aber auch das Land Baden-Württemberg gezielt auf das Problem ein.

Auch Gebirgslagen wie z.B. in den Kantonen Glarus (Kt. Glarus 2019) und Graubünden (ANU 2015a), können einem Wassermangel ausgesetzt sein. Gerade im alpinen Raum kommen der Rückgang der Gletscher und eine frühere Schneeschmelze zum Tragen (KHR/CHR 2016).

Die Exposition für Sommertrockenheit hängt stark von den lokalen Gegebenheiten ab, wie z.B. von der Beschaffenheit der Böden und dem Wasserhaushalt. Das Land Vorarlberg sieht Trockenheit z.B. als lokales Problem, grundsätzlich jedoch kein Wassermangel zu erwarten (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015) ist.

⁹ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011/ 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

¹⁰ ebd.

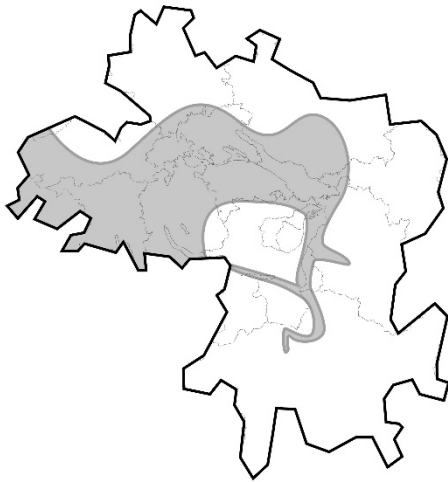


Abbildung 8 Schwerpunkt Exposition (grau): Hitze im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung) ¹¹

4.1.3 EMPFINDLICHE RAUMSTRUKTUREN DACH+ RAUM

Belastung Bevölkerung

Von Hitzewellen sind insbesondere urbane Räume betroffen. Urbane Wärmeinseln führen zu einer besonders hohen Wärmebelastung im Stadtgebiet¹². Auch die Belastung durch Feinstaub und Ozon kann zunehmen. Besonders sensibel gegenüber den Belastungen reagieren ältere Menschen und Kinder¹³.

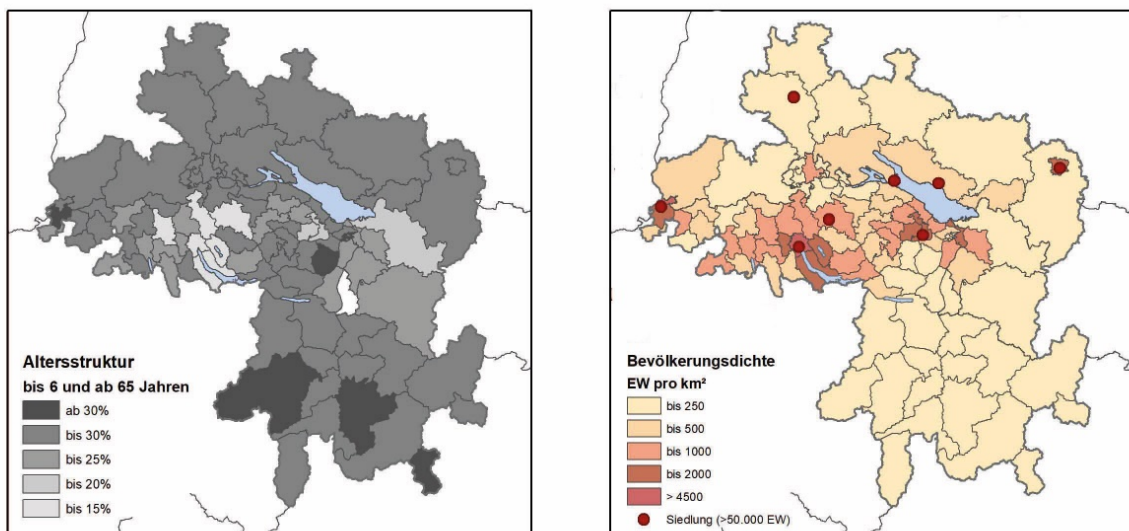


Abbildung 9 Sensitivität der Bevölkerung gegenüber Hitzebelastungen anhand der Altersstruktur (links) und der Bevölkerungsdichte (rechts) (Darstellung HHP.raumentwicklung) ¹⁴

¹¹ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), KIT 2020, CH 2018, ÖKS 15

¹² Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011/ 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

¹³ ebd.

¹⁴ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GovData, BFS, Amt für Statistik Fürstentum Lichtenstein, STATISTIK AUSTRIA

Im Schnitt liegt im DACH+ Raum der Anteil von Menschen mit einem Alter jünger sechs und älter 65 Jahren bei ca. 24%. Gebiete mit einem Anteil von 30 - 33% befinden sich, mit Ausnahme von Basel, in schwächer besiedelten Bereichen (vgl. Abb. 9). Eine Ausnahme stellt hier Basel dar. Besonders sensible Bevölkerungsgruppen sollten vor allem bei lokalen Betrachtungen der Sensitivität gegenüber Hitzebelastungen berücksichtigt werden. Da die Belastung vor allem durch die Bildung urbaner Wärmeinseln entsteht, sind die Bevölkerungsdichte und die Dichte der Bebauung in diesem Zusammenhang zur Bewertung sensibler Siedlungsstrukturen entscheidend (vgl. Abb. 10).

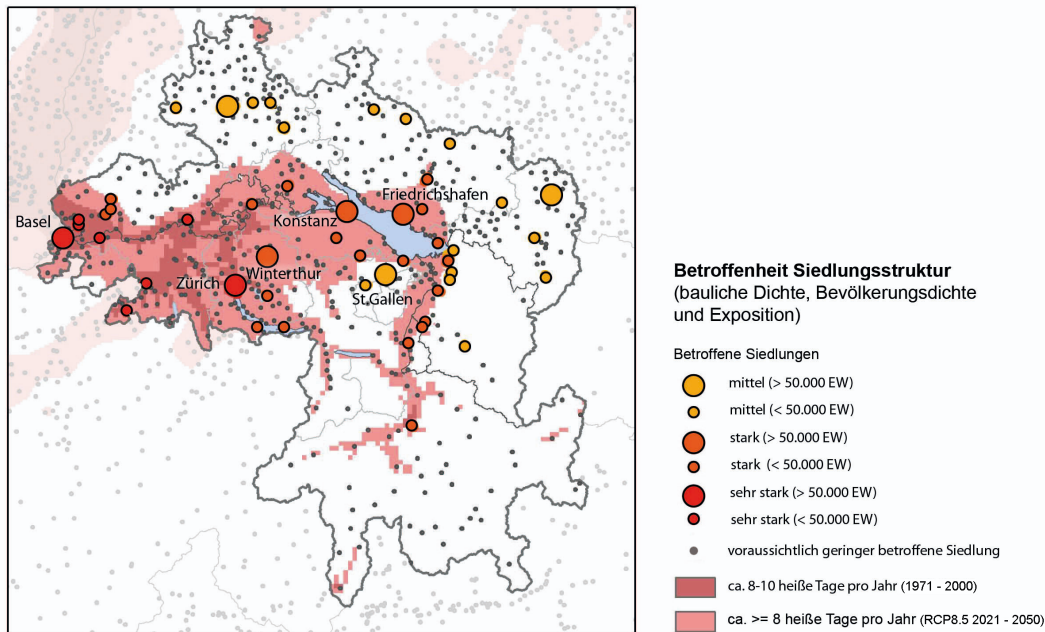


Abbildung 10 Betroffenheit von Siedlungsstrukturen gegenüber starker Hitze in der nahen Zukunft (2021-2050) (Darstellung HHP.raumentwicklung)¹⁵

Betroffen sind vor allem wärmere Gebiete mit einer hohen Siedlungsdichte, für die von einer weiteren Zunahme heißer Tage ausgegangen wird (vgl. Abb. 10). Hierzu zählen meist flachere Lagen, insbesondere das Bodenseebecken, das Rheintal, aber auch ein Großteil des Mittellandes. Hier liegen viele Ballungsgebiete, insbesondere auch die Agglomerationen Zürich und Basel. Je größer die Ballungsgebiete sind, desto stärker kann sich der urbane Wärmeinseleffekt auswirken (BAFU 2017). Für die Zukunft wird ein weiteres Wachstum der Ballungsgebiete prognostiziert (ROR 2019), wodurch mehr Menschen betroffen sein könnten. Weniger dicht besiedelte Gebiete und Gebirgslagen sind weniger betroffen, wobei auch süd-exponierte Alpentäler anfällig für Wärmebelastungen sein können (ANU 2015a).

Entsprechend der zu erwartenden thermischen Belastung, der baulichen Dichte und der Bevölkerungsdichte wurden besonders betroffene Siedlungen im DACH+ RAUM dargestellt, was eine lokale Betroffenheit anderer Siedlungen jedoch nicht ausschließt (vgl. Abb. 10). Hervorzuheben sind die größeren Städte der DACH+ Raums Basel, Zürich, Konstanz und Friedrichshafen.

Für einen kleinen Teil des DACH+ Raums zeigen sich im Durchschnitt für den Beobachtungszeitraum ein Maximum von 8 bis 10 heißen Tagen pro Jahr ($T_{\max} \geq 30^\circ$). Dahingegen wird in der nahen Zukunft ca. 25% des Gesamtgebietes dies oder mehr erreichen (vgl. Kap.3.4.1). Lokal könnten schon in naher Zukunft in den bereits jetzt stark belasteten Gebieten im Durchschnitt bis zu 28 heiße Tage pro Jahr auftreten (CH 2018). Das Thema wurde für die Modellregionen tiefer beleuchtet (vgl. Kap.6.6.1).

¹⁵ Grundlegendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018, CH 2018, ÖKS 15, KIT 2020

Beeinträchtigung von Böden und besonderen Standorten

Die Sensitivität gegenüber den klimatischen Veränderungen wird maßgeblich durch Bodenbeschaffenheit und Landnutzung bestimmt. Böden mit einer geringen Wasserspeicherfähigkeit sind besonders empfindlich gegenüber Trockenheit, so z.B. die flachgründigen Böden steiler Hanglagen im Gebirge. Auch Regionen in denen relativ viel Regen fällt, wie das Jura, können auf Grund eines karsthaltigen Untergrundes sehr empfindlich auf Trockenheit reagieren. Trockene Standorte, wie z.B. Trockentäler, können trotz guter Anpassung an die trockenen Bedingungen bei einer Zunahme von Trockenheit auch betroffen sein. Trockenheitsliebende Arten könnten jedoch durch einen vergrößerten Lebensraum auch profitieren.

Wasserabhängige Ökosysteme wie Fließ- und Stillgewässer, Moore, Feucht- und Nasswiesen, Sumpf-, Bruch-, Moor- und Auenwälder sind gegenüber diesen zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels als besonders empfindlich einzuschätzen (LUBW 2013).

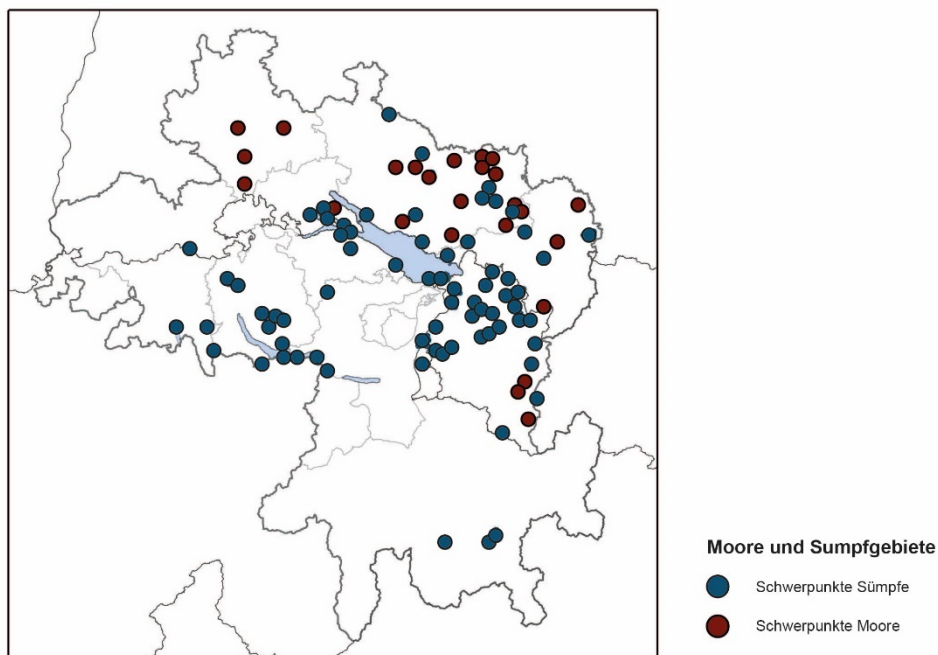


Abbildung 11 Schwerpunkte von Mooren und Sumpfgebieten im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)¹⁶

Je nach Ausgangssituation kann eine erhöhte Verdunstung durch steigende Temperaturen zur Austrocknung führen. Gerade Moore sind wichtige Kohlenstoffspeicher. Durch klimatische Veränderungen kann es zur Freisetzung des gespeicherten Kohlenstoffs kommen (LUBW 2013). Das Hudelmoos im Kanton Thurgau ist ein Beispiel für ein Hochmoor, wo die notwendigen Niederschläge nicht bzw. kaum noch erreicht werden (Kt. Thurgau 2012). Vor allem Hochmoore werden betroffen sein (LUBW 2013). Im DACH+ Raum findet sich ein vermehrtes Vorkommen der Moore in der Region Hoahrhein- Bodensee, im Allgäu und in Vorarlberg (vgl. Abb. 11). Sümpfe liegen vor allem in Vorarlberg, im Bodenseebecken, im Allgäu und in der Region Bodensee-Oberschwaben, aber auch im Mittelland (vgl. Abb. 11).

Auch aquatische Lebensräume können durch Niedrigwasser, Austrocknung und steigende Wassertemperaturen betroffen sein (KLIWA 2016). Die Wasserqualität von Stillgewässern kann sich verschlechtern. Gerade kleinere Fließgewässer können empfindlich auf unterschiedliche Speisung reagieren (ebd.). Auch der Bodensee kann durch klimatischen Veränderungen Einfluss nehmen (IGKB 2015, KLIWA 2016).

¹⁶ Grundlegenden: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

Lokaler Wassermangel

Eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität bei starker Trockenheit ist je nach Ausgangssituation möglich (KLIWA 2016). Eine Senkung des Grundwasserspiegels (ebd.), die bis hin zu lokalen Versorgungsschwierigkeiten bei der Trinkwasserversorgung führen können. Hierbei ist anzumerken, dass alle Regionen im DACH+ Raum grundsätzlich von einer gesicherten Trinkwasserversorgung ausgehen¹⁷. Im alpinen Raum kann es zu einem Trockenfallen von Quellen kommen (ANU 2015b).

Wassermangel kann zu Konflikten um die Ressource führen, insbesondere von Trinkwasser, Nutzwasser und Wasser zur Energiegewinnung (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015). Es ist davon auszugehen, dass es zu einer zunehmenden Bewässerung in der Landwirtschaft kommen wird, wie z.B. im Obstanbau (LUBW 2013).

Trockenheit und Erosion landwirtschaftlicher Standorte

Insbesondere landwirtschaftlich genutzte Flächen zeigen eine hohe Sensitivität gegenüber Trockenheit. Ackerbau, aber auch Obstanbau reagieren besonders empfindlich auf Wassermangel. Schwerpunkte für Obstanbau liegen in Baden-Württemberg (vgl. Kap.4.5.3 Abb. 33). Starke Trockenheit erhöht auch die Erosionsgefahr von Böden. Hier sind vor allem die landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiete, wie z.B. im Mittelland, besonders betroffen.

Ausgetrocknete Böden zeichnen sich durch eine extrem geringe Wasseraufnahmefähigkeit aus. Da Niederschläge nur noch im geringen Maße aufgenommen werden kann, fließt ein Großteil als Oberflächenabfluss ab und wird nicht in der Fläche gehalten. Dies kann nicht nur zu Erosion, sondern auch zu Überschwemmungen und Hochwassern führen.

Waldschäden durch Hitze und Trockenheit

Durch Hitze und Trockenheit steigt die Gefahr der Vernichtung der Wälder mitsamt ihren ökologischen Funktionen. Wie Moore sind auch Wälder wichtige Kohlenstoffspeicher. Ein Anstieg der Waldbrandgefahr stellt zudem eine Gefährdung von Siedlungen als auch Infrastrukturen dar. Der inhaltlich-räumliche Zusammenhang zwischen Gefährdungen von Wäldern und Infrastrukturen etc. wird in Kapitel 4.3.3 (Sturmwurf) näher dargestellt. Darüber hinaus wurde das Thema für die Modellregionen tiefer beleuchtet (vgl. Kap.6.6.2).

Betroffen sind vor allem Wälder unter 1000 m ü.M. (ANU 2015). Aber auch höher gelegene Wälder könnten betroffen sein (ebd.). Gerade im alpinen Raum erfüllen Wälder auch Schutzfunktionen gegenüber Naturgefahren, sodass eine Beeinträchtigung dieser Wälder durch klimatische Veränderungen hier negativ auswirken haben könnte.

Vor allem die borealen und im Gebirgsraum beheimateten Baumarten werden unter dem Klimawandel zu leiden haben, wenn sich in Zukunft wärmere und niederschlagsarme Klimabedingungen einstellen sollten (vgl. Kap.3.4 und Kap.4.5.3) (FVA-BW 2019). Zum Beispiel reagiert die Fichte empfindlich auf steigende Temperaturen und Dürre (FVA-BW 2019). Extremereignisse, wie Hitzewellen und Dürre, aber auch Stürme (vgl. Kap.4.3.3) wirken sich besonders stark aus, wenn die Wälder bereits geschwächt sind (LUBW 2013, FVA-BW 2019). Abbildung 12 zeigt die räumliche Verteilung von Laub-, Nadel- und Mischwald im DACH+ Gebiet. Nadelwald gilt als besonders sensitiv gegenüber den zu erwartenden Veränderungen. Als besonders gefährdet können die Gebiete von Nadelwald unterhalb von 1000m ü. M. eingestuft werden. Hier ist vor allem der Schwarzwald betroffen, aber auch weitere Waldgebiete in Baden-Württemberg und Bayern. In der Schweiz und Vorarlberg ist in niedrigen Lagen der Anteil von Laub- oder Mischwäldern wesentlich größer.

¹⁷ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011/ 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

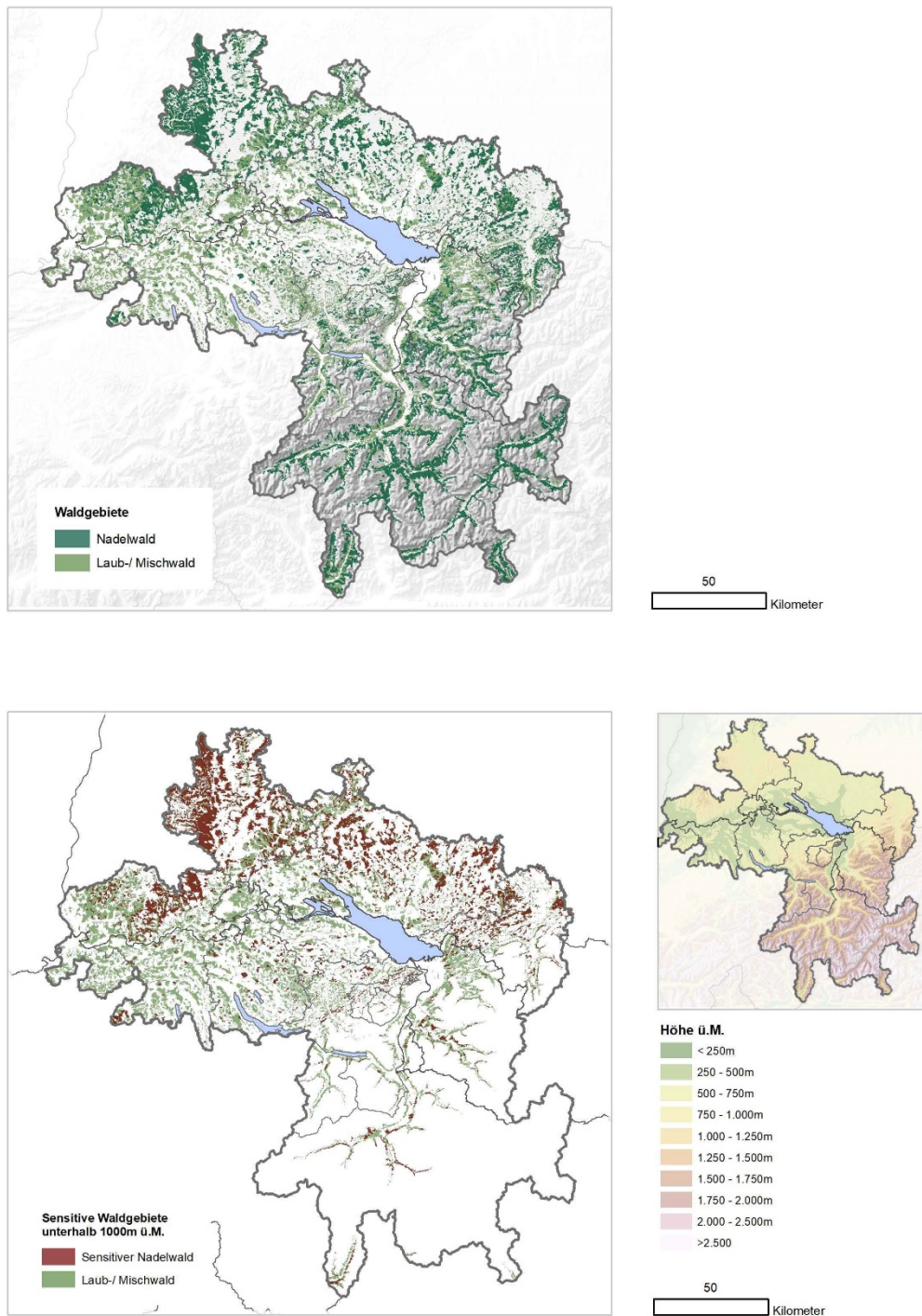


Abbildung 12 Laub- und Nadelwälder (oben) und sensitive Nadelwälder unterhalb 1000m ü. M. im DACH+ Raum (unten) (Darstellung HHP.raumentwicklung)¹⁸

¹⁸ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

4.1.4 ANFÄLLIGKEIT DER SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Die vier Schwerpunkträume des DACH+ Raums (vgl. Kap. 4.6) wurden auf ihre Anfälligkeit gegenüber einer Zunahme von Hitzewellen und Dürren analysiert. Es zeigt sich, dass vor allem die Schwerpunkträume Siedlung und Kulturlandschaft durch diese Folgen sehr stark betroffen sein könnten. Auch die Schwerpunkträume Tourismus und Naturlandschaft können anfällig gegenüber Hitzewellen und Dürren sein.

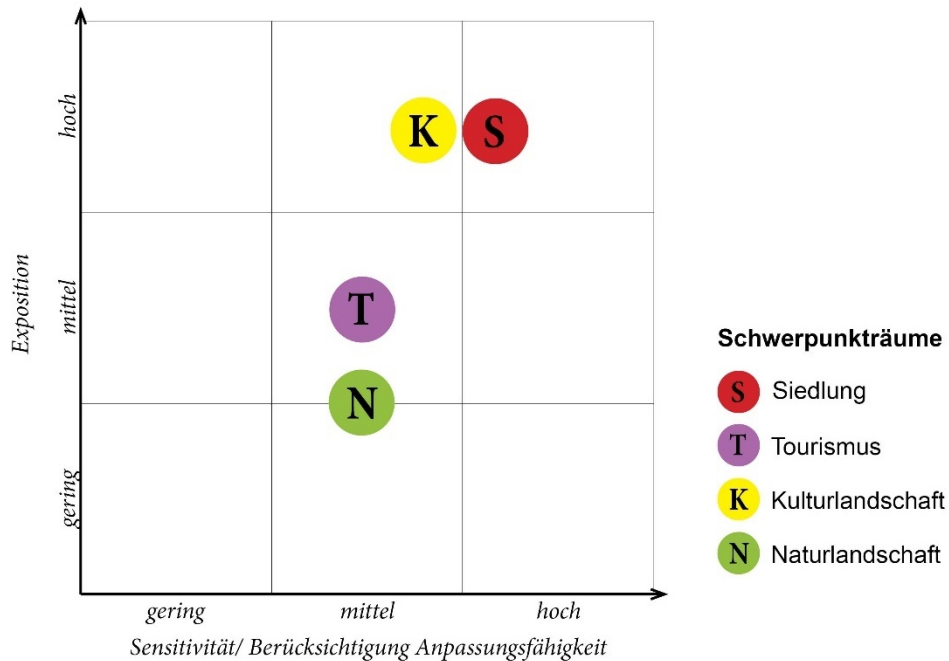


Abbildung 13 Anfälligkeit der Schwerpunkträume gegenüber einer Zunahme von Hitzewellen und Dürren (HHP.raumentwicklung)



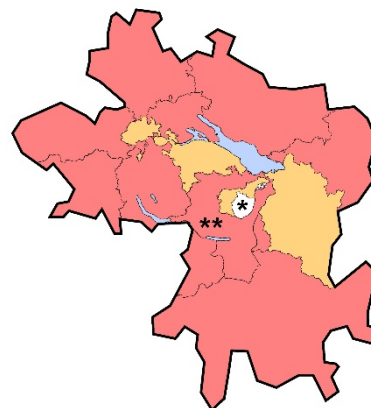
4.2 HOCHWASSER

Bezug zu anderen Fachplanungen: Wasserwirtschaft, Naturgefahren, Infrastruktur- und Stadtplanung, Naturschutz

Die Entwicklung eines Hochwasserereignisses hängt maßgeblich von Niederschlag, Temperatur und dem Zustand des Einzugsgebietes ab. Die Zunahme von Hochwasser in Häufigkeit und Intensität zählt zu den indirekten Folgen des Klimawandels. Ausgegangen wird von einer Zunahme von Winterhochwassern auf Grund erhöhter Niederschläge bzw. früher Schneeschmelze. In großen Einzugsgebieten ($>300 \text{ km}^2$) können Hochwasserereignisse bei lang andauernden Niederschlägen als Effekte von großräumigen Wetterlagen auftreten. In kleineren Einzugsgebieten ($<100 \text{ km}^2$) können starke Niederschläge, also kleinräumige Wetterlagen, zu einem Hochwasserereignis führen. Sommertrockenheit kann ebenfalls Hochwasser begünstigen, da die ausgetrockneten Böden weniger Wasser speichern können als Böden mit normalem Wassergehalt. Überschwemmungen durch Starkregenereignisse werden im Abschnitt „Starkregen und Sturm“ (vgl. Kap.4.3) thematisiert.

4.2.1 REGIONALE RELEVANZ

Alle regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen verweisen auf eine Betroffenheit gegenüber Hochwasserereignissen¹⁹ (vgl. Kap.2.1.2). Die meisten Regionen messen dem Thema eine hohe Relevanz bei. Auf Grund bereits ergriffener Maßnahmen liegt der Fokus zur Klimaanpassung vom Kanton Schaffhausen (2019), Kanton Thurgau (2011) und vom Amt der Vorarlberger Landesregierung (2015), mehr auf anderen Bereichen, jedoch wird auch hier z.T. noch Potenzial gesehen.

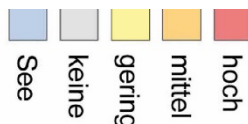


Regionale Relevanz

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen (siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020



4.2.2 EXPOSITION DACH+ RAUM

Der gesamte DACH+ Raum ist von Fließgewässern durchzogen, sodass grundsätzlich alle Regionen von Hochwasserereignissen betroffen sein können. Extreme Abflüsse können auch zu Überschwemmung außerhalb der festgelegten Überschwemmungsgebiete führen.

Alle regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen sehen die Zunahme von Hochwasser, vor allem im Winter, als eine mögliche Folge des Klimawandels²⁰. Auf Grund der hohen natürlichen Variabilität von Extremereignissen ist eine statistisch gesicherte Aussage mit Schwierigkeiten verbunden. So werden in Modellen zu Veränderungen der Hochwasserregime verschiedene Aspekte berücksichtigt (z.B. KLIWA und Hydro-CH2018 vgl.Kap.0).

Auf Grund der Topographie sind die Überschwemmungsgebiete in Gebirgstälern zwar kleinräumiger als in der Ebene, jedoch konzentrieren sich hier vornehmlich die Siedlungen und Infrastrukturen, was ein erhöhtes Risiko darstellt. Auch von kleineren Fließgewässern, insbesondere den Wildbächen der Alpen, können durch Starkregenereignisse schwerwiegende Hochwasser ausgehen. Es wird angenommen, dass kleinräumige, konvektive Starkniederschläge und Gewitter in Frequenz und Intensität zunehmen und so auch Sturzfluten häufiger

¹⁹ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011/ 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

²⁰ ebd.

auftreten werden (vgl. Kap.4.3.2). Dieses würde auch Erosionsprozesse beschleunigen, insbesondere in erosionsanfälligen Einzugsgebieten von Wildbächen. Die Unsicherheiten der Prognosen sind speziell in kleinen Einzugsgebieten größer. Gerade die Einschätzung der Veränderungen des Hochwasserrisikos in alpinen Lagen ist schwierig. Analysen für Süddeutschland und die Schweiz gehen davon aus, dass sich hier das Hochwasserrisiko eher nicht vergrößern wird (BAFU 2012, KLIWA 2016).

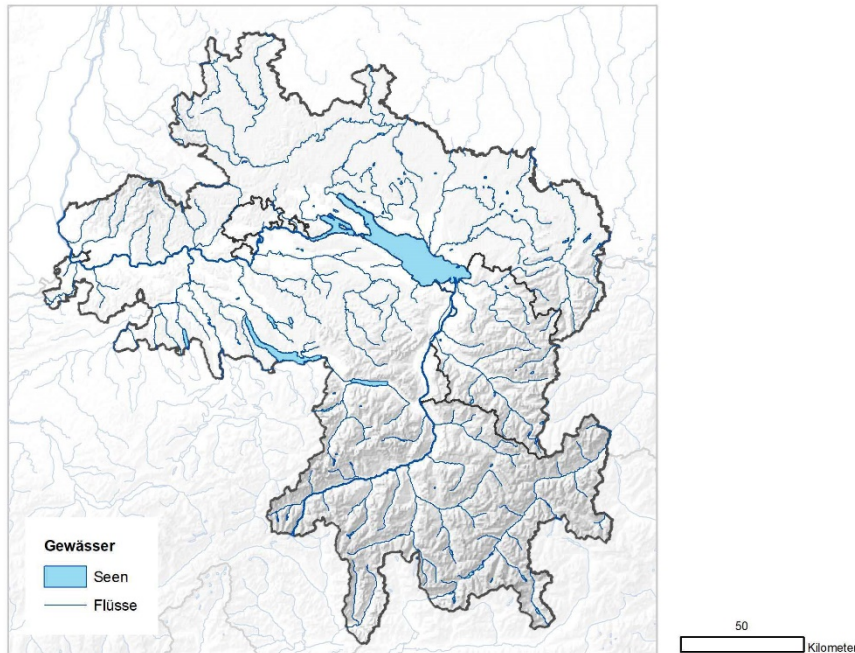


Abbildung 14 Größere Gewässer des DACH+ Raums (Darstellung HHP.raumentwicklung)²¹

Für große Einzugsgebiete können besser verlässliche Aussagen getroffen werden. Für den süddeutschen Raum zeigen die Simulationen von KLIWA, dass die Zunahme von Hochwassern in Intensität und Häufigkeit wahrscheinlich ist (KLIWA 2016). Die Langzeitanalyse (1932-2015) der Hochwasserabfluss-Kennwerte in Baden-Württemberg bestätigt, dass die Veränderungen des Winter- und Sommerklimas und insbesondere die sich ändernde Intensität und saisonale Verteilung der Niederschläge das Auftreten von Hochwassern begünstigen (KLIWA 2016). Die Tendenz ist im Winterhalbjahr am stärksten ausgeprägt (ebd.). Auch Modelle für die Schweiz zeigen eine Tendenz hin zu höheren Abflussspitzen, besonders in der fernen Zukunft (Zappa et al., 2012). Gemäß dem Schlussbericht des Projektes CCHydro, dem Vorgänger von Hydro-CH2018, werden Hochwasser- und Niedrigwasserereignisse wahrscheinlich vermehrt auftreten (BAFU 2012). Die Analyse von Vorarlberg betont, dass keine pauschalen Aussagen zu bisherigen oder künftigen Trends bei Hochwasser möglich sind (BMNT 2017a).

Für das Einzugsgebiet des Rheins wurde z.B. eine Zunahme der Abflussmaxima beobachtet, die auf erhöhte Winterniederschläge und eine Zunahme von Starkregenereignissen im Sommer zurückzuführen ist (Belz et al. 2007). Analysen für Süddeutschland zeigen, dass ein Anstieg von Hochwassern im Zuge des Klimawandels bei Gewässern, deren Hochwasser überwiegend durch Regenereignisse charakterisiert sind (sog. „pluviales Abflussregime“), wahrscheinlicher sind als bei Gewässern, deren Hochwasser maßgeblich durch Schneeschmelze beeinflusst werden (sogenanntes „nivales Abflussregime“, z.B. Hochrhein, Oberrhein) (LUBW 2013). Die steigenden Temperaturen führen zum Rückgang von Gletschern und einer früheren Schneeschmelze, was sich auf das Abflussregime des Rheins auswirken

²¹ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014)

wird (KHR/CHR 2016). Der Einfluss durch Regenereignisse wird auf diese Weise zunehmen (ebd.).

Im DACH+ Raum liegen größere Überschwemmungsgebiete insbesondere im Rheintal, Bodenseebecken und Mittelland. Dies lässt jedoch keinen direkten Rückschluss auf die lokale Gefährdung durch Hochwasser zu, da die entsprechenden Schutzmaßnahmen mitberücksichtigt werden müssen. Die Selbsteinschätzung der Regionen verweist zum Teil auf einen bereits ausreichenden Hochwasserschutz (z.B. Kanton Thurgau, Kanton Schaffhausen, Land Vorarlberg). Bayern und Baden-Württemberg betonen das steigende Risiko von Hochwassergefahren als Folge des Klimawandels (BayStMUV 2016, UM BW 2015). Für Bayern und Baden-Württemberg wird ein Zuschlag bei der Dimensionierung von Hochwasserschutzbauten empfohlen (ebd.).

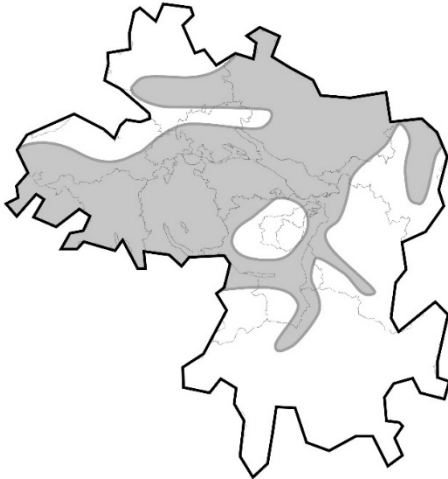


Abbildung 15 Schwerpunkte Exposition (grau): größerer Überschwemmungsgebiete im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)²²

4.2.3 EMPFINDLICHE RAUMSTRUKTUREN DACH+ RAUM

Eine Zunahme von Hochwasser stellt in erster Linie eine Gefährdung für Siedlungen und Infrastruktur dar. Häufig besteht eine unmittelbare Nähe von Gewässern zu Siedlungen und Infrastruktur, was ein gewisses Schadenspotenzial beinhaltet.

Auf Grund des hohen Siedlungsdrucks in den Talräumen, wie es z.B. für Vorarlberg beschrieben ist (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015), werden zum Teil Überschwemmungsflächen bebaut, was das Schadenspotenzial stark erhöht. In Abbildung 16 wird der Zusammenhang zwischen Morphologie, Gewässer, Siedlung und Infrastruktur deutlich. Auch andere Raumnutzungen, wie beispielsweise die landwirtschaftliche Nutzung, können durch Hochwasser beeinträchtigt werden, indem Böden erodieren oder durch mit dem Hochwasser verlagerte Schadstoffe belastet werden.

Hochwasser ist grundsätzlich ein natürlicher Prozess. Viele Lebensräume, wie z.B. Auen, sind auf regelmäßige Überflutungen angewiesen. Diese könnten von einer Zunahme von Hochwasserereignissen auch profitieren.

²² Grundlegenden Daten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), BAFU 2014, LfU 2019, LUBW 2019, VoGIS 2019

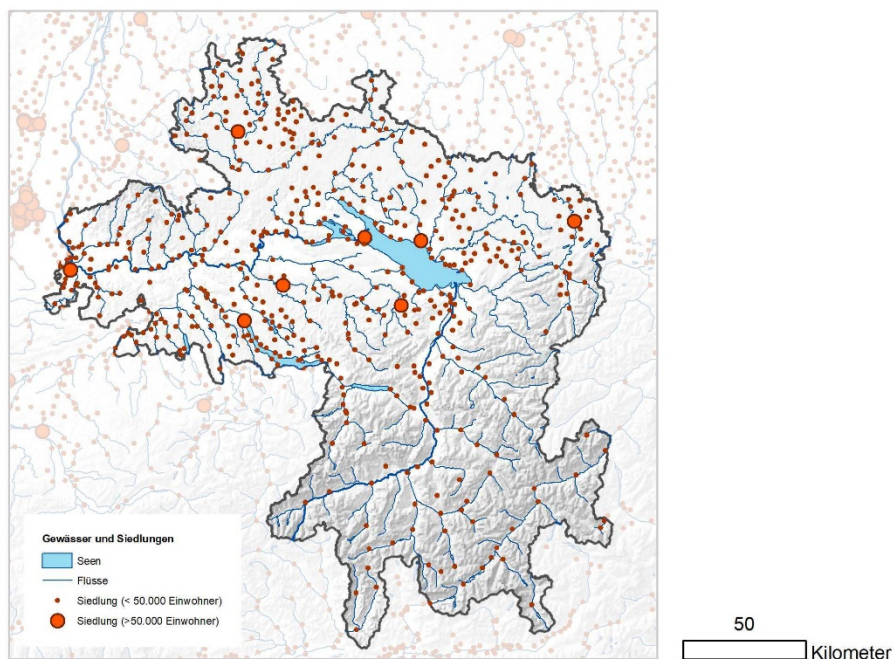
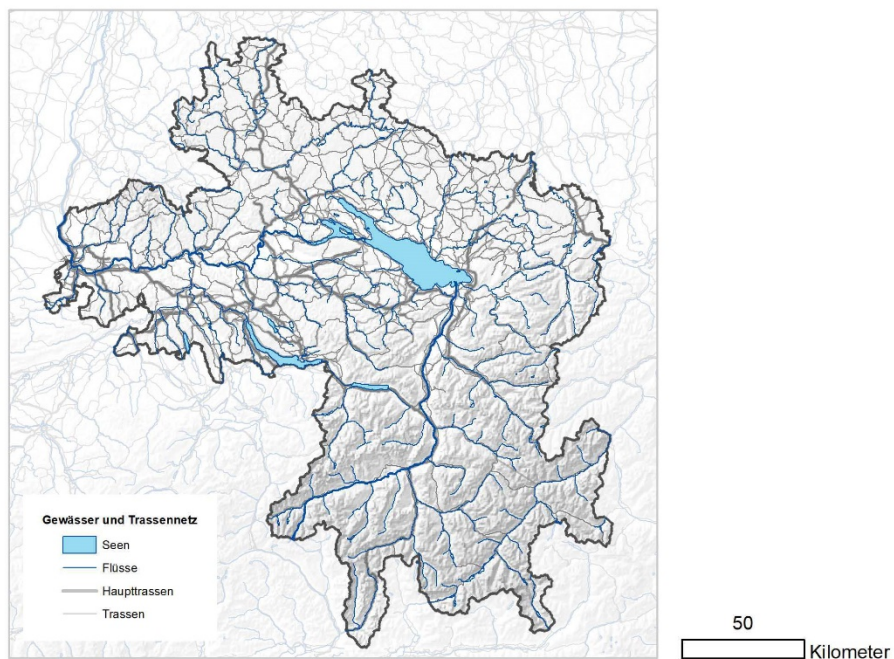


Abbildung 16 Gewässer und sensitive Strukturen im DACH+ Raum (Straßen und Bahntrassen, oben) (Siedlungen, unten) (Darstellung HHP.raumentwicklung)²³

²³ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

4.2.4 ANFÄLLIGKEIT DER SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Die vier Schwerpunkträume des DACH+ Raums wurden auf ihre Anfälligkeit gegenüber einer Zunahme von Hochwasser analysiert (vgl. Kap.4.6). Die Anfälligkeit kann je nach Lage und Managementmaßnahmen lokal sehr stark variieren. Vor allem der Schwerpunktraum Siedlung ist auf Grund der hohen Siedlungs- und Infrastrukturdichte als anfällig einzustufen. Aber auch die Schwerpunkträume Kulturlandschaft und Tourismus können betroffen sein. Der Schwerpunktraum Naturlandschaft hingegen ist weniger anfällig.

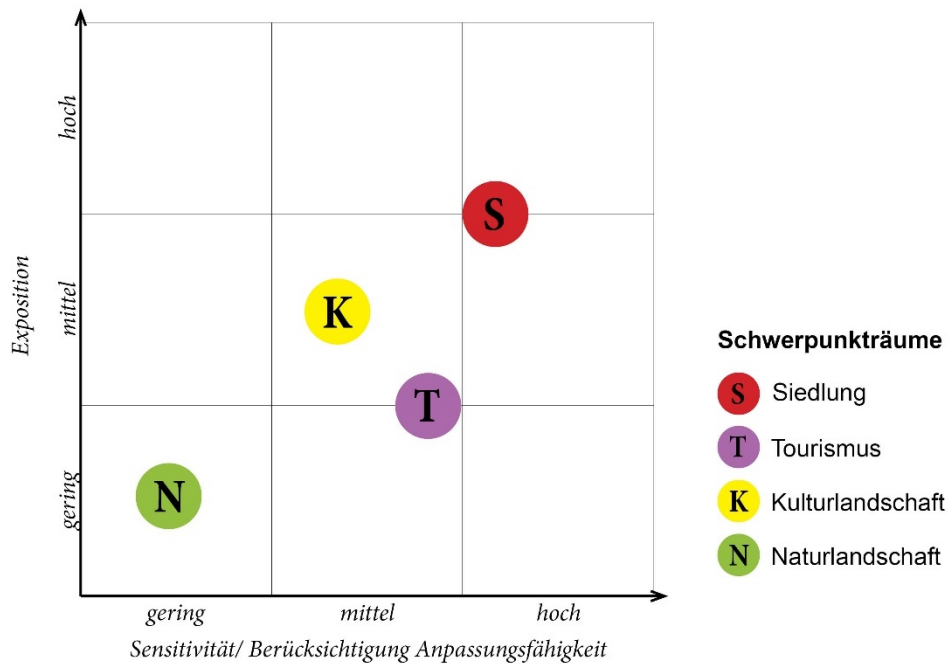


Abbildung 17 Anfälligkeit der Schwerpunkträume des DACH+ Raums gegenüber einer Zunahme von Hochwasserereignissen (HHP.raumentwicklung)



4.3 STARKREGEN UND STURM

Bezug zu anderen Fachplanungen: Wasserwirtschaft, Infrastruktur- und Stadtplanung, Naturgefahren, Forst- und Landwirtschaft

Eine Zunahme von Sturm und Starkregen in Häufigkeit und Intensität stellt eine direkte Folge des Klimawandels dar. Extreme Wetterereignisse wie Sturm, Hagel, Starkregen treten lokal auf und können zu erheblichen Schäden führen. Es kann zwischen kleinräumigen (konvektiven) Starkniederschlägen und Gewittern und großräumigen (advektive bzw. stratiforme) Starkniederschlägen unterschieden werden. Da Stürme in komplexer Weise von der Temperatur abhängen, liegt eine Änderung des Sturmregimes nahe.

Wie im Kapitel 3.4.2 erläutert, zeigen die Ergebnisse der Studien, dass die mögliche Zunahme von Starkregenereignissen durchaus berücksichtigt werden sollte. Es kann zu lokalen Überschwemmungen kommen, die auch außerhalb der festgelegten Überschwemmungsgebiete Schäden verursachen können. Entscheidend sind hier meist Geländeform und Retentionsvermögen. Die Folgen von extremen Niederschlägen können nicht nur zu lokalen Überschwemmungen führen, sondern auch Hochwasser (vgl. Kap.4.2) und Massenbewegungen (vgl. Kap.4.4) auslösen.

4.3.1 REGIONALE RELEVANZ

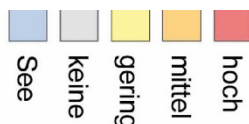
Alle regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen thematisieren die Zunahme von Starkregen- und Sturmereignissen als Folge des Klimawandels²⁴ (vgl. Kap.2.1.2). Jedoch wird dem Thema z.B. im Vergleich zu „Hitzewellen und Dürren“ etwas weniger Relevanz beigemessen. Zum Teil wird dies durch die Unsicherheiten in Bezug auf verlässliche Aussagen begründet.

Regionale Relevanz

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen (siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020



4.3.2 EXPOSITION DACH+ RAUM

Grundsätzlich kann der gesamte DACH+ Raum betroffen sein. Alle regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen nehmen Bezug auf die mögliche Zunahme von Sturm und Starkregen, wobei hier auch Unsicherheiten betont werden²⁵. Vor allem für die Änderung von Sturm, Unwetter und Hagel zeigt sich in den Analysen kein eindeutiger Trend. In Baden-Württemberg wurde zum Beispiel die Zunahme von Hagelereignissen beobachtet (UM BW 2015). Für Vorarlberg und Liechtenstein konnten keine signifikanten Veränderungen des Sturmregimes festgestellt werden (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, Fürstentums Liechtenstein 2018). Die Ergebnisse der Modelle lassen keine verlässliche Aussage über mögliche Veränderungen im Sturmregime zu. Einzelne Modelle sehen eine abnehmende Frequenz von Winterstürmen mit gleichzeitig zunehmender Intensität voraus (UM BW 2015).

²⁴ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011/ 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

²⁵ ebd.

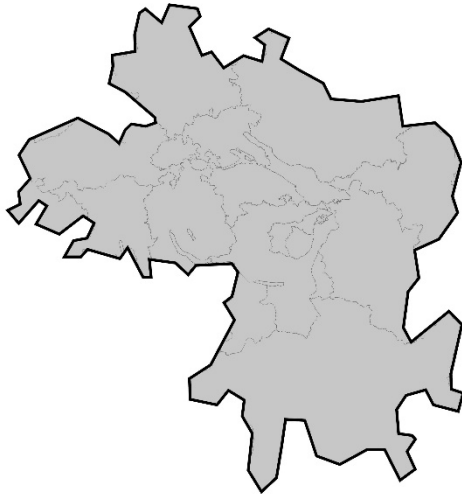


Abbildung 18 Schwerpunkt Exposition (grau): nicht feststellbar; Zunahme von Stürmen im gesamten DACH+ Raum möglich (Darstellung HHP.raumentwicklung)

Die Aussagen zu Starkregenereignissen werden als verlässlicher eingestuft, dennoch ist auf Grund der hohen natürlichen Variabilität eine statistisch gesicherte Aussage mit Schwierigkeiten verbunden. Je nach analysiertem Raum können einerseits z.T. signifikante Zunahmen von Starkregen beobachtet werden (Schweiz), andererseits werden keine Unterschiede festgestellt (Vorarlberg, Allgäu) (vgl. Kap.3.4.2). Signifikante Zunahmen starker Niederschläge im DACH+ Raum konnten für das Schweizer Mittelland (CH 2018) sowie den Süden Baden-Württembergs, insbesondere Hochrhein-Bodensee (KLIWA 2016), beobachtet werden (vgl. Kap.3.4.2).

Neben der Beobachtung von Ereignissen ist auch die Modellierung mit größeren Unsicherheiten verbunden. Grundsätzlich kann jedoch eine Zunahme von Starkregenereignissen angenommen werden (vgl. Kap.3.4.2). Insbesondere die Zunahme von konvektive Starkregenereignisse im Frühjahr und Sommer könnte lokal die Überschwemmungsgefahr erhöhen (KLIWA 2019). Advective Starkregenereignisse treten vor allem entlang von Höhenzügen wie den Alpen und dem Schwarzwald auf, auch hier wird eine Zunahme vermutet (Kromp-Klob et al. 2014). Wie die Simulationen zeigen, könnten die Intensität starker Niederschläge im nördlichen Teil des DACH+ Raums eher zunehmen (vgl. Kap. 3.4.2).



Abbildung 19 Schwerpunkt Exposition (grau): Beobachtung der Zunahme von Starkregenereignissen im DACH+ Raum (HHP.raumentwicklung)

4.3.3 EMPFINDLICHE RAUMSTRUKTUREN DACH+ RAUM

Siedlungen und Infrastruktur sind besonders empfindlich gegenüber Sturm und Starkregenereignissen. Auf Grund steigender Gebäude- und Anlagenwerte nimmt das Risiko für Schäden vor allem im städtischen Bereich zu. Stark versiegelte Böden können die Wassermengen nicht aufnehmen. Die Siedlungsentwässerung kann durch Starkniederschläge überlastet werden, was z.B. zu Rückstau und Verunreinigungen führen kann. Hinzu kommen Auswirkungen wie die Erosion von Böden oder Sturmschäden in Waldgebieten. Für manche Lebensräume kann sich ein erhöhtes Störungsregime jedoch auch positiv auswirken, so brauchen zum Beispiel Auen regelmäßige Überschwemmungen.

Gefährdung durch Waldbrand oder Sturmwurf

Wie auch in Kapitel 4.1.3 und Kapitel 4.5.3 beschrieben, können die klimatischen Veränderungen zu Schwächungen der Wälder führen. Die Wahrscheinlichkeit für Waldbrände (vgl. Kap.4.1.3) und Sturmwurf nimmt zu. Besonders die Mittelgebirgs- und Gebirgsregionen mit überwiegenden Nadelwaldgesellschaften zeigen sich anfällig gegenüber Stürmen (LfU 2016) (vgl. Kap.4.1.3, Abb.36). Unter Umständen könnten wichtige Infrastrukturen betroffen sein.

Um einen Anhaltspunkt zur Gefährdung der Infrastruktur im DACH+ Raum zu bekommen, wurde die räumliche Nähe von wichtiger Infrastruktur und Waldgebieten untersucht und somit potenziell sensible Bereiche bestimmt. Eine direkte Nachbarschaft ist gegeben, wenn der Abstand zwischen Straße/ Bahntrasse und Wald weniger als 50 m beträgt. Dies ist die Breite, die für Brandschutzschneisen veranschlagt wird. Die Windwurfgefährdung wird hierunter subsummiert, da die Waldbäume i.d.R. Höhen von max. 40 m nicht überschreiten. Weitergehende Untersuchungen zur Sensitivität gegenüber Sturmwurf- und Waldbrand sind in den im Folgenden als empfindlich gekennzeichneten Bereichen sinnvoll (vgl. Abb. 20-23).

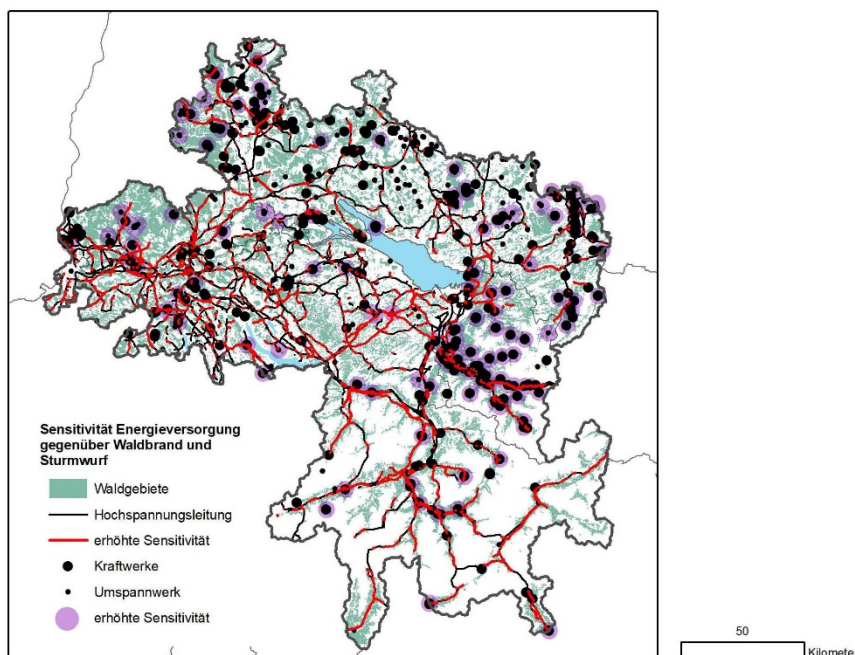


Abbildung 20 Sensitivität der Energieversorgung gegenüber Waldbrand oder Sturmwurf (Darstellung HHP.raumentwicklung)²⁶

Potenziell könnten Anlagen der Energieversorgung durch Waldbrand oder Sturmwurf betroffen sein (vgl. Abb.20). Hier gilt es die lokale Sensitivität zur beachten. Grundsätzlich zeigt

²⁶ Grundlegendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

sich eine Ballung wichtiger Strukturen im Mittelland und in den Talräumen z.B. Im Rheintal oder im Illtal.

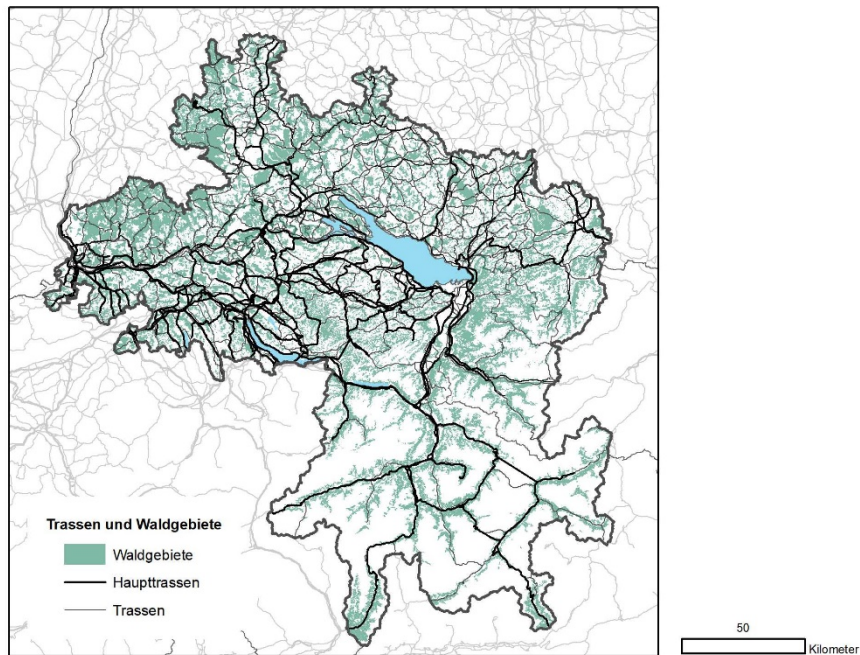


Abbildung 21 Straßen und Bahntrassen im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)²⁷

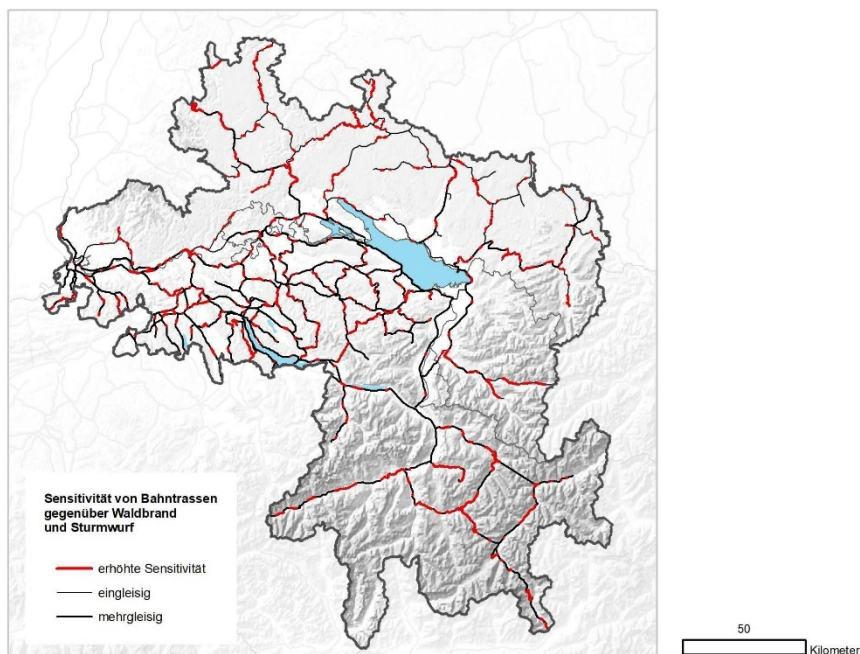


Abbildung 22 Sensitivität von Bahntrassen gegenüber Waldbrand oder Sturmwurf im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)²⁸

²⁷ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

²⁸ ebd.

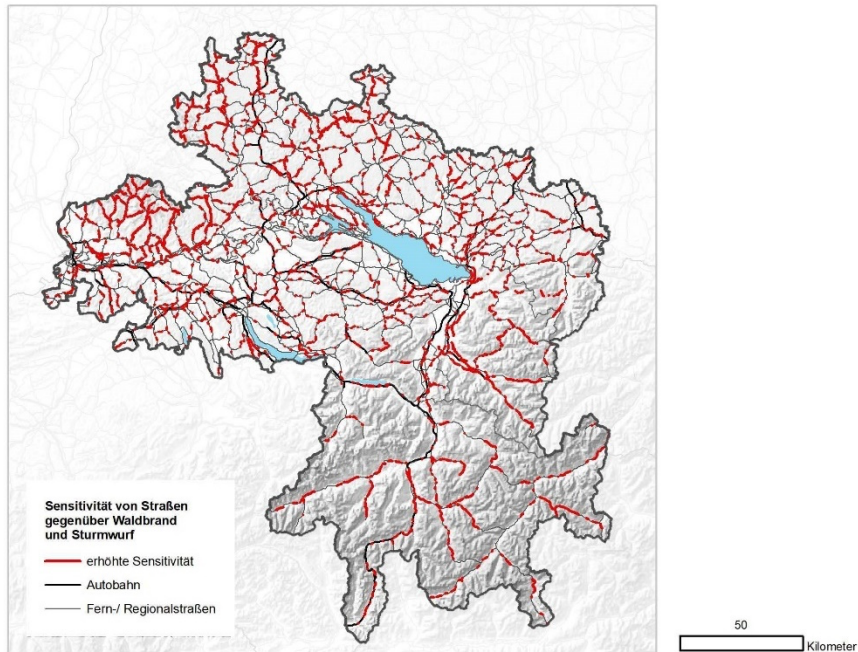


Abbildung 23 Sensitivität des Straßennetzes gegenüber Waldbrand und Sturmwurf im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)²⁹

Grundsätzlich liegen im DACH+ Raum viele Trassen in unmittelbarer Nähe von Waldflächen, sodass diese potenziell durch Waldbrand oder Sturmwurf gefährdet sein könnten. Eine genauere Prüfung der empfindlichen Bereiche ist notwendig, um konkretere Aussagen treffen zu können.

Gefährdung durch Sturzfluten

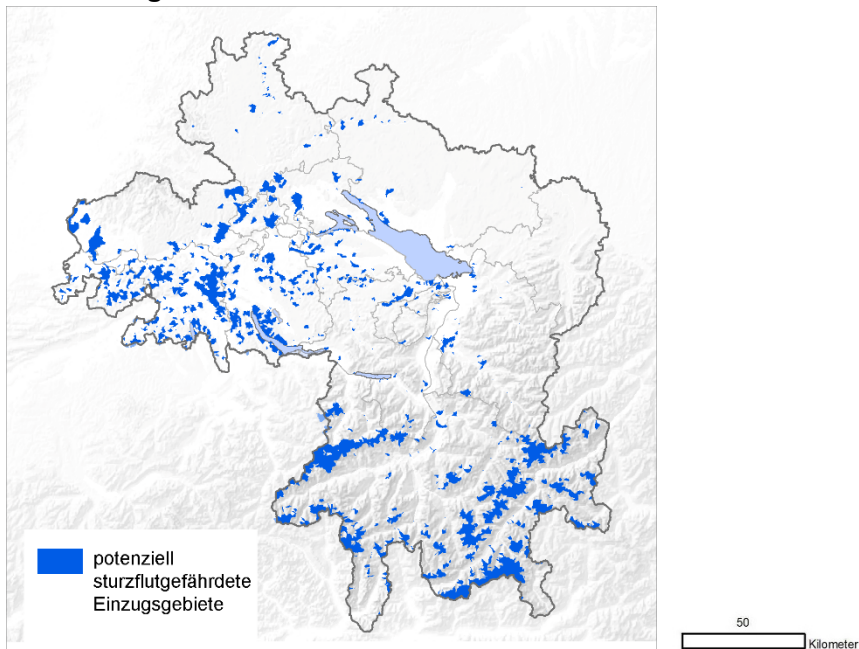


Abbildung 24 Potenziell sturzflutgefährdete Einzugsgebiete im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)³⁰

²⁹ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

³⁰ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GIS+

Für den DACH+ Raum wurde das potenzielle Sturzflutenrisiko von Flusseinzugsgebieten bestimmt (vgl. Abbildung 24). Die verwendete Methode ermöglicht auf einfachem Weg einen Überblick zum Thema für den Gesamtraum zu bekommen (Methode nach May et al. 2016 in LUBW 2016 b).

Hierzu werden im ersten Schritt Hangneigung und Retentionsvermögen sowie die Landnutzungen erfasst. Daraus ergeben sich Einzugsgebiete mit einem potenziell erhöhten Risiko für Sturzfluten. Basierend auf der beschriebenen Methode können Gebiete dargestellt werden, für die auf Grund der Landnutzung und Topografie von einem erhöhten Risiko für Sturzfluten auszugehen ist. Es gibt jedoch noch weitere Faktoren, die Sturzfluten beeinflussen, sodass auch in anderen Gebieten ein erhöhtes Risiko für Sturzfluten vorliegen kann. Dieses Thema wurde für die Modellregionen tiefer beleuchtet (vgl. Kap. 6.7.1)

Erosion durch Starkregen

Offenliegende Böden, wie z.B. Ackerböden, können bei starken Regenfällen leicht erodieren. Die Anfälligkeit für Erosion hängt von vielen Faktoren ab und muss lokal betrachtet werden. Ein Faktor stellt die Hangneigung von Ackerflächen dar. Bereits eine leichte Neigung kann die Erosion begünstigen. Als Faustformel können Ackerflächen mit einer Hangneigung ab 2% als potenziell erosionsgefährdet eingestuft werden (UBA 2020). Um im regionalen Vergleich besonders gefährdete Flächen zu ermitteln, wurden Ackerflächen mit einer Hangneigung größer 4% ermittelt (LUNG 2002). Hier zeigt sich die regionale Betroffenheit von Alpen, Alpenvorland und Schwarzwald (vgl. Abb. 25). Das Thema wurde für die Modellregionen tiefer beleuchtet (vgl. Kap. 6.7.2).

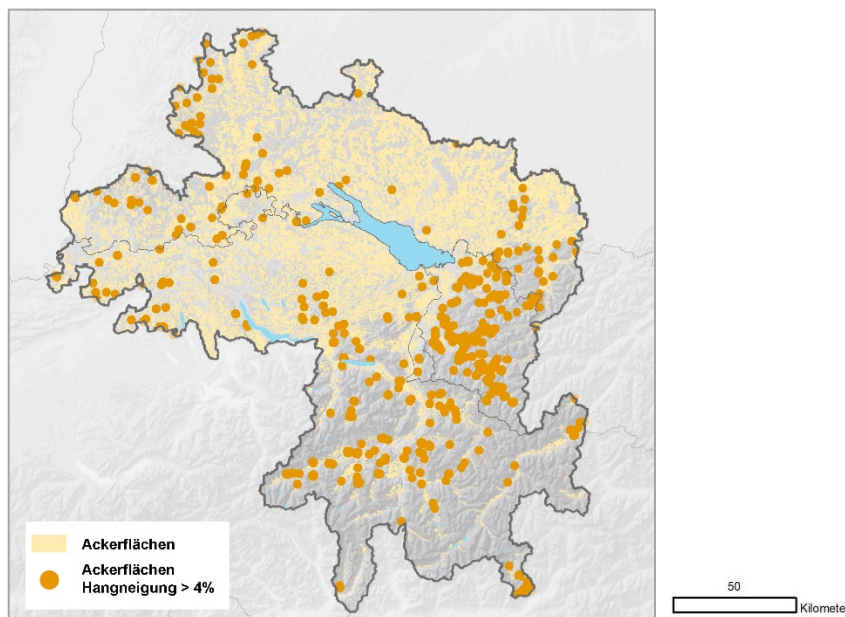


Abbildung 25 Sensitivität von Ackerstandorten gegenüber Erosion entsprechend der Hangneigung im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)³¹⁾

³¹⁾ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

4.3.4 ANFÄLLIGKEIT DER SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Die vier Schwerpunkträume des DACH+ Raums wurden auf ihre Anfälligkeit gegenüber einer Zunahme von Starkregen und Sturm analysiert (vgl. Kap.4.6). Abbildung 26 stellt die Anfälligkeit der Schwerpunkträume des DACH+ Raums gegenüber einer Zunahme von Starkregen- und Sturmereignissen dar. Es zeigt sich, dass vor allem die Schwerpunkträume Siedlung und Kulturlandschaft durch diese Folgen sehr stark betroffen sein könnten. Der Schwerpunktraum Tourismus ist eher weniger betroffen. Die Anfälligkeit des Schwerpunktraums Naturlandschaft ist als gering einzustufen.

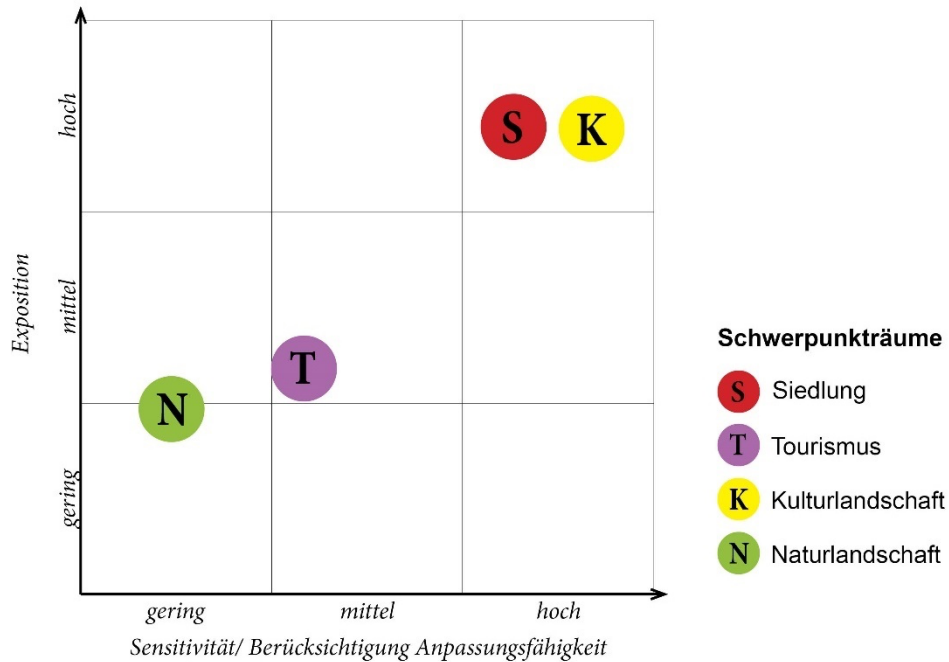


Abbildung 26 Anfälligkeit der Schwerpunkträume des DACH+ Raums gegenüber einer Zunahme von Starkregen- und Sturmereignissen (HHP.raumentwicklung)

4.4 MASSENBEWEGUNGEN

Bezug zu anderen Fachplanungen: Naturgefahren, Wasserwirtschaft, Infrastruktur- und Stadtplanung, Forst- und Landwirtschaft, Naturschutz

Die Ursachen für gravitative Massenbewegungen, wie Hangrutschungen, Schüttströme, Muren oder Steinschlag, sind komplex. Veränderte klimatische Bedingungen können das Auftreten solcher Ereignisse begünstigen. Die Verwitterungsintensität kann beeinflusst bzw. verstärkt werden durch Änderungen in der Frostwechselhäufigkeit, länger dauernde Hitzeperioden, intensivere Niederschläge sowie Schwankungen des Wasserspiegels in Felsklüften. Diese Prozesse erhöhen die Entstehung von Lockermaterial. Eine Zunahme von gravitativen Massenbewegungen stellt somit eine indirekte Folge des Klimawandels dar.

4.4.1 REGIONALE RELEVANZ

Gravitative Massenbewegungen treten vor allem im alpinen Raum auf. Die alpinen Regionen setzen sich mit einer möglichen Zunahme von Massenbewegungen auseinander. Besonders die Kantone Graubünden und Glarus widmen sich intensiv dem Thema (ANU 2015, Kt.Glarus 2019). Auch Bayern, Vorarlberg und Liechtenstein thematisieren alpine Gefahren³².

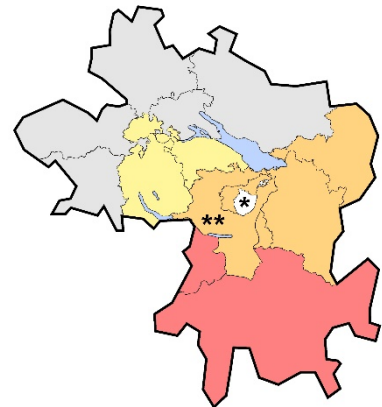
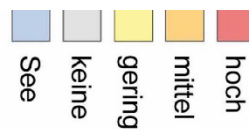
Die Kantone Schaffhausen, Thurgau und Zürich sehen die Möglichkeit einer Zunahme von Hangrutschungen, jedoch wird das Risiko als gering eingestuft³³. Für den Kanton Aargau und Baden-Württemberg wird dem Thema keine besondere Relevanz beigemessen (BAFU 2013, UM BW 2015).

Regionale Relevanz

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen
(siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020



4.4.2 EXPOSITION DACH+ RAUM

Gerade die Hangstabilität im Gebirge kann durch die klimatischen Veränderungen beeinflusst werden, z.B. durch das Auftauen des Permafrosts im Hochgebirge. Auch eine stärkere Dynamik des Lawinengeschehens ist möglich, wenngleich hierfür auch ein möglicher Rückgang prognostiziert wird (ANU 2015).

Das Abtauen des Permafrosts im Hochgebirge gilt als sehr wahrscheinlich. Alle alpinen Regionen mit Permafrostböden beziehen dies in ihre Strategie zur Klimaanpassung mit ein³⁴. Das Abtauen des Permafrosts könnte Einfluss auf die Naturgefahren im Gebirge, betreffend Steinschlag- und Felsstürze, nehmen. Abseits von Permafrostgebieten werden keine Veränderungen der Gefährdungslage durch den Klimawandel erwartet (ebd.).

Die Zunahme von Starkregenereignissen kann das mögliche Risiko der Auslösung von Massenbewegungen erhöhen. Wie bereits erläutert, sind die Aussagen in Bezug auf Veränderungen von Starkregenereignissen mit gewissen Unsicherheiten verbunden (vgl. Kap.3.4.2 und Kap.4.3). Deshalb und weil gravitative Massenbewegungen von vielen verschiedenen Faktoren abhängen, kann hier keine eindeutige Aussage getroffen werden. Ganz ausgeschlossen werden kann die Zunahme solche Naturgefahren auf Grund des Klimawandels

³² Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, BaySt-MUV 2016, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018

³³ Kt.Schaffhausen 2011, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c

³⁴ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018

nicht, sodass betroffene Gebiete dieses mögliche Risiko mit betrachten³⁵. Rutschungen oder Muren könnten lokal zunehmen, pauschale Aussagen sind allerdings schwierig (ebd.). Auch Kaskadeneffekte, wie ein Hochwasserereignis, welches nicht nur zu Überflutungen führt, sondern auch Erdrutsche auslöst, können zunehmen (ebd.).

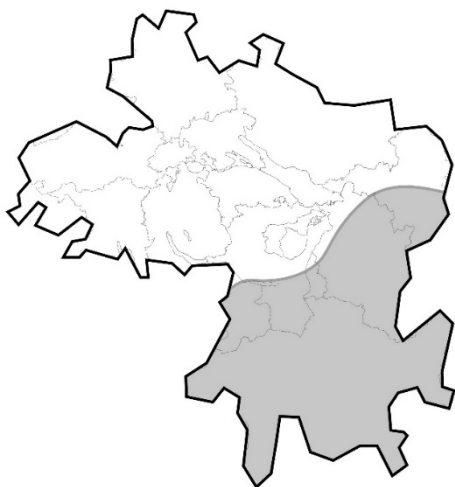


Abbildung 27 Schwerpunkte Exposition (grau): gravitative Massenbewegungen im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)³⁶

Während Muren, Stein- und Felsschlag sowie Lawinen überwiegend alpine Gefahren darstellen, können Rutschungen in weiten Teilen des DACH+ Raums auftreten. Grundsätzlich sind die alpinen Regionen am stärksten von gravitativen Massenbewegungen betroffen, wobei hier natürlich auch die meiste Erfahrung im Umgang mit den Risiken besteht. Vor allem der Kanton Graubünden und der Kanton Glarus, aber auch Liechtenstein, Vorarlberg und Bayern können als betroffen eingestuft werden. Die Kantone Schaffhausen, Thurgau und Zürich sehen die Möglichkeit der Zunahme von Hangrutschungen, jedoch wird das Risiko als gering eingestuft. Für den Kanton Aargau und Baden-Württemberg wird kein Risiko gesehen.

4.4.3 EMPFINDLICHE RAUMSTRUKTUREN DACH+ RAUM

Eine Zunahme von gravitativen Massenbewegungen stellt in erster Linie eine Gefährdung für Siedlungen, Verkehrs-, Tourismus- und Verbindungsinfrastrukturen dar. Mit zunehmender Siedlungsdichte und steigenden Gebäudewerten erhöht sich auch das Schadenspotenzial (ANU 2015). Im DACH+ Raum sind v.a. alpine Regionen vor allem betroffen. So liegt z.B. ein Großteil der Siedlungen und Hauptverkehrswege im Einflussbereich von Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlag, Rutschungen und Murgängen. Die Ausdehnung der Siedlungsgebiete und das gestiegene Verkehrsaufkommen erhöhen das Risiko für Schäden und damit auch die Bedeutung der Sturzprozesse (Amt für Wald und Naturgefahren Graubünden 2011).

Wie bereits erläutert, handelt es sich bei Massenbewegungen um komplexe Vorgänge und der Zusammenhang mit den klimatischen Veränderungen ist nur schwer zu untersuchen. Zurzeit ist Permafrost ab einer Höhe von ca. 2500m ü.M. anzutreffen. Diese Grenze könnte sich in Zukunft um 300 Höhenmeter nach oben verschieben (ANU 2015).

³⁵ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018

³⁶ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), Gefahrenkarten

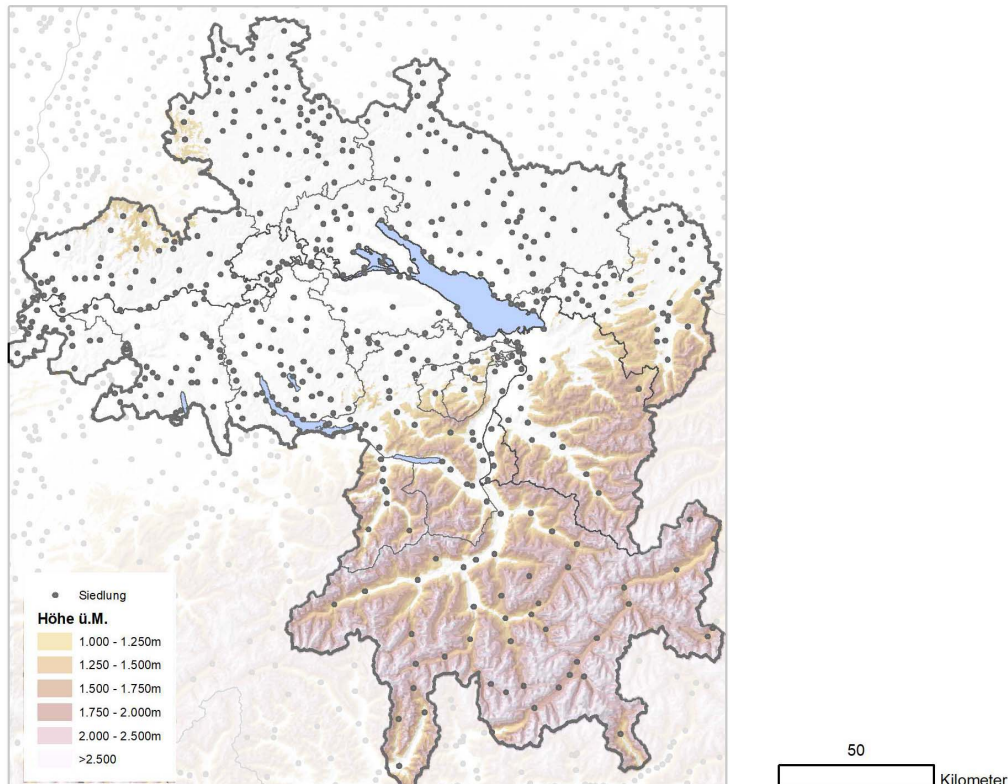


Abbildung 28 Überblick zu Siedlungen und Höhenlagen im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)³⁷

Abbildung 28 gibt einen Überblick zur Lage von Siedlungen in unterschiedlichen Höhenlagen im DACH+ Raum. Die Siedlungsgebiete, die durch Massenbewegungen, ausgelöst durch Veränderungen des Permafrostes, betroffen sein könnten, liegen vor allem im Kanton Graubünden. Meist sind die betroffenen Gebiete nur sehr dünn besiedelt oder unbesiedelt. Zudem könnte der hochalpine Tourismus durch das Abtauen des Permafrostbodens beeinträchtigt werden.

Da gravitative Massenbewegungen einen natürlichen Prozess darstellen, kann das Störungsregime für viele Tier- und Pflanzenarten positive Auswirkungen haben, indem neue Lebensräume entstehen (ANU 2015).

4.4.4 ANFÄLLIGKEIT DER SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Die vier Schwerpunkträume des DACH+ Raums wurden auf ihre Anfälligkeit gegenüber einer Zunahme von Massenbewegungen analysiert (vgl. Kap.4.6). Es zeigt sich, dass vor allem der Schwerpunktraum Tourismus betroffen sein könnte. Der Schwerpunktraum Naturlandschaft ist zwar einer hohen Exposition ausgesetzt, jedoch ist die Empfindlichkeit eher gering und die Anpassungsfähigkeit sehr hoch. Deshalb ist dieser Schwerpunktraum als weniger anfällig einzustufen. Die Empfindlichkeit der Schwerpunkträume Siedlung und Kulturlandschaft ist zwar relativ hoch, jedoch ist die Exposition relativ gering. Deshalb ist insgesamt von keiner starken Betroffenheit auszugehen.

³⁷ Grundlegenden: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GIS+

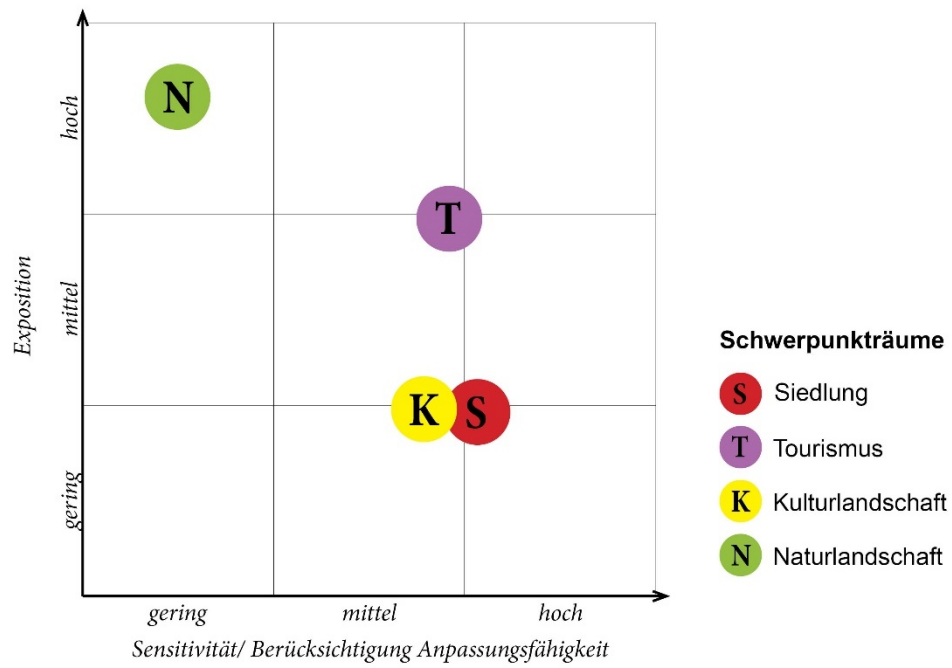


Abbildung 29 Anfälligkeit der Schwerpunkträume des DACH+ Raums gegenüber einer Zunahme von gravitativen Massenbewegungen (HHP.raumentwicklung)



4.5 VERSCHIEBUNG VON LEBENSÄRÄUMEN

Bezug zu Fachplanungen: Naturschutz, Forst- und Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Tourismus

Die klimatischen Veränderungen werden auch zu einer langfristigen Veränderung der Lebensräume und Nutzungsmöglichkeiten führen³⁸. Es wird zu räumlichen und zeitlichen Verschiebungen kommen. Hierzu zählen ein Anstieg der 0°C Grenze sowie die Veränderung der Vegetationsperioden und der Vegetationsstufen. Im Gegensatz zu den anderen betrachteten Folgen handelt es sich hier nicht um Extremereignisse, sondern um schleichende Prozesse. Insbesondere die Veränderungen von natürlichen Prozessen und Landnutzungen haben große Bedeutung für die Raumplanung.

4.5.1 REGIONALE RELEVANZ

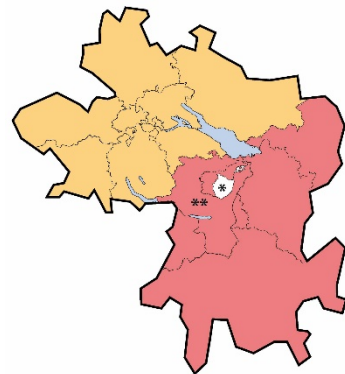
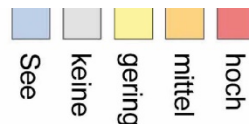
Alle regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen thematisieren langfristige Verschiebungen von Lebensräumen, natürlichen Prozessen und Landnutzungen als Folge des Klimawandels³⁹ (vgl. Kap.2.1.2). Vor allem für alpine Regionen werden diesen Veränderungen besondere Relevanz beigemessen⁴⁰.

Regionale Relevanz

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen (siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020



4.5.2 EXPOSITION DACH+ RAUM

Von den langfristigen klimatischen Veränderungen, wie der Erhöhung der Lufttemperatur, Änderung des Niederschlagsregimes, wird der gesamte DACH+ Raum betroffen sein (vgl. Kap.3.4).

Diese Veränderungen können eine Vielzahl von räumlichen und zeitlichen Verschiebungen zur Folge haben. Hier sollen im speziellen die absehbaren Folgen betrachtet werden, die insbesondere bei der räumlichen Planung berücksichtigt werden sollten. Die Veränderungen betreffen den gesamten Raum und zeigen sowohl Chancen als auch Risiken. Es ist schwer abzusehen, wie genau sich die Veränderungen auswirken werden. Eine Beeinträchtigung von Boden-, Wasser- und Luftqualität ist nicht auszuschließen (BAFU 2017).

Besonders betroffen von den Veränderungen ist der alpine Raum. Hier ist von einer überdurchschnittlichen Temperaturzunahme auszugehen (vgl. Kap.3.4.1). Der Anstieg der 0°C Grenze, und damit einhergehend die Verschiebung der Waldgrenze und der Anstieg der Schneefallgrenze, wird die Lebensräume in den Alpen stark verändern und die Biodiversität beeinflussen⁴¹. Die Schneesicherheit nimmt ab, ein Anstieg der Schneefallgrenze von 400 m (um 1900) auf 800 m (2015) konnte beobachtet werden (ANU 2015b). Setzen sich die Trends weiter fort, könnte die Schneefallgrenze 2040 bei 1500 m liegen (ebd.). Auch die alpinen Gletscher gehen massiv zurück (KHR/CHR 2016).

³⁸ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011/ 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

³⁹ ebd.

⁴⁰ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018

⁴¹ ebd.

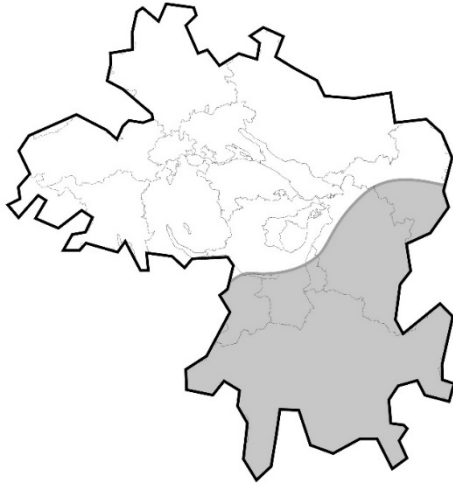


Abbildung 30 Schwerpunkte Exposition (grau): räumlicher und zeitlicher Verschiebungen (HHP.raumentwicklung)

4.5.3 EMPFINDLICHE RAUMSTRUKTUREN DACH+ RAUM

Die Empfindlichkeit gegenüber schleichenden klimatischen Veränderungen ist vor allem in Bereichen mit extremen Standortbedingungen, an Gewässern sowie in land- und forstwirtschaftlichen Gebieten besonders hoch.

Alpine Lebensräume

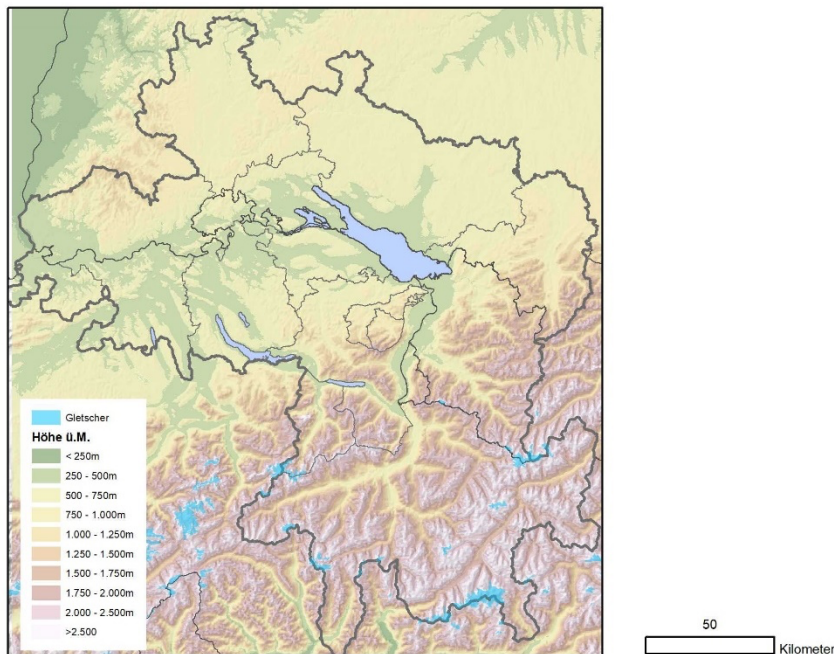


Abbildung 31 Gletscherinventar und Morphologie des DACH+ Raums (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁴²

Die Alpen sind Lebensraum vieler seltener Tiere und Pflanzen. Sie gehören aufgrund ihrer Morphologie, der hohen Anzahl besonders sensibler Lebensräume auf engem Raum sowie

⁴² Grundlegenden Daten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

der hohen Biodiversität zu den gegenüber dem Klimawandel empfindlichsten Naturräumen im DACH+ RAUM.

Der Anstieg der 0°C Grenze sowie die Verschiebung der Waldgrenze, werden die Lebensräume in den Alpen stark verändern und die Biodiversität beeinflussen⁴³.

Die Gletscher ziehen sich zurück. Durch den Temperaturanstieg seit Mitte des 19. Jahrhunderts sind bereits die Hälfte der in Form von Eis gespeicherten Wassermengen abgeflossen (LfU 2017). Die Alpengletscher spielen eine wichtige Rolle als Speichergröße, da sie beispielsweise den Abfluss aus den Gebirgsregionen regulieren. Ein weiterer Rückgang der Gletscher würde zu erheblichen wasserwirtschaftlichen Konsequenzen für gletscher gespeiste Seen und Flüsse führen. Andererseits entstehen auch neue Lebensräume durch den Rückgang des Eises (ANU 2015).

Permafrost ist in den Alpen ein weitverbreitetes Phänomen. Der Hauptfaktor für die Präsenz von Permafrost ist die Lufttemperatur. In den Alpen korreliert diese sehr stark mit der Höhenlage und der Hangexposition. Mit Permafrostvorkommen kann in den Alpen ab rund 3.000 m an Südhängen und bereits ab 2.400 - 2.600 m in Nordhängen gerechnet werden. Laut Prognosen könnte die Permafrostgrenze bis Mitte dieses Jahrhunderts um bis zu 300 Meter in der Höhe ansteigen (ANU 2015). Dies kann sich auf die Hangstabilität auswirken und zu Massenbewegungen führen (vgl. Kap.4.4).

Schutzgebiete und Biotope

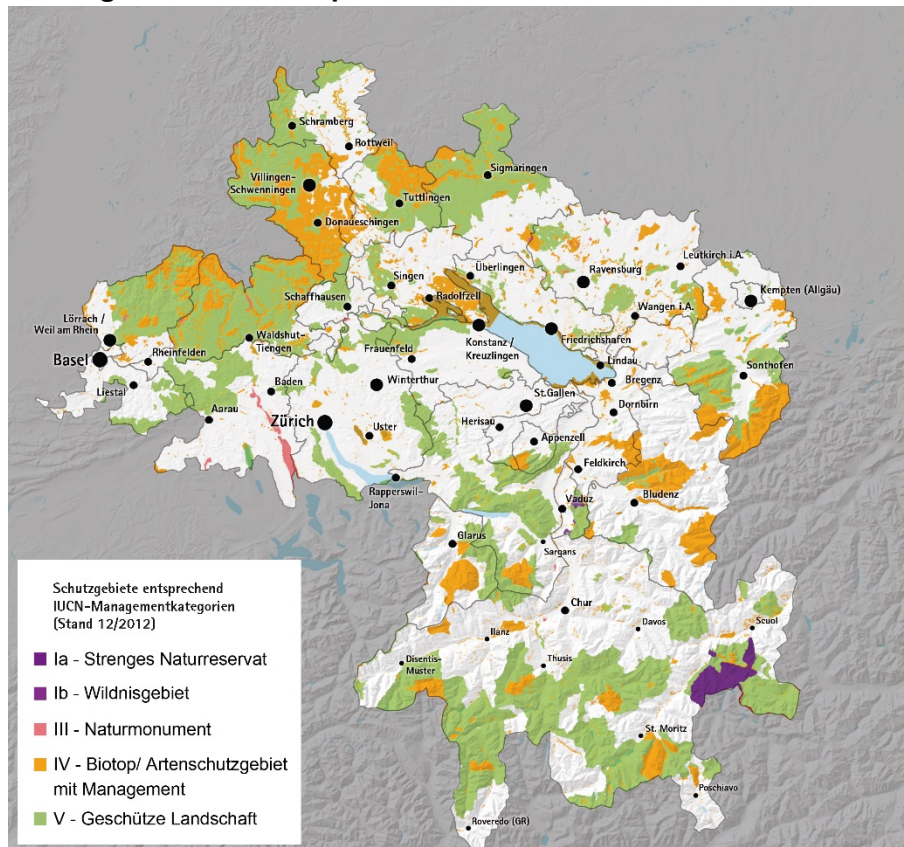


Abbildung 32 Schutzgebiete im DACH+ Raum (ROK-B 2014)

Seltene und hochspezialisierte Arten reagieren besonders empfindlich auf die Veränderungen ihres Lebensraums. Verändern sich diese, ist es für die Arten schwierig, neue Lebens-

⁴³ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2011, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

räume zu finden (LfU 2016). Gleichzeitig kann die Veränderung von Lebensräumen wiederum andere Arten begünstigen, z.B. trocken und wärmeliebende Arten. Jedoch besteht auch die Gefahr der vermehrten Ausbreitung invasiver Arten (Neobiota).

Land- und forstwirtschaftliche Gebiete

Es gibt auch Bereiche, die von den klimatischen Veränderungen profitieren könnten. So zum Beispiel wärmeliebende Kulturpflanzen, wie Weinreben oder Obstgehölze. Abbildung 33 gibt einen Überblick zu regional bedeutsamen Standorten für Wein- und Obstbau. Hier könnten sich die Standortbedingungen so verändern, dass der Anbau in einem größeren Gebiet möglich wäre. Auch die Landwirtschaft könnte von längeren Vegetationsperioden profitieren.

Gerade im Bereich der Forstwirtschaft können die Veränderungen dazu führen, dass Arten nicht mehr standortgerecht sind (FVA-BW 2019). Wie schon in den Kapiteln 4.1.3 und 4.3.3 erläutert, erhöht sich auch die Sensitivität gegenüber Extremereignisse.

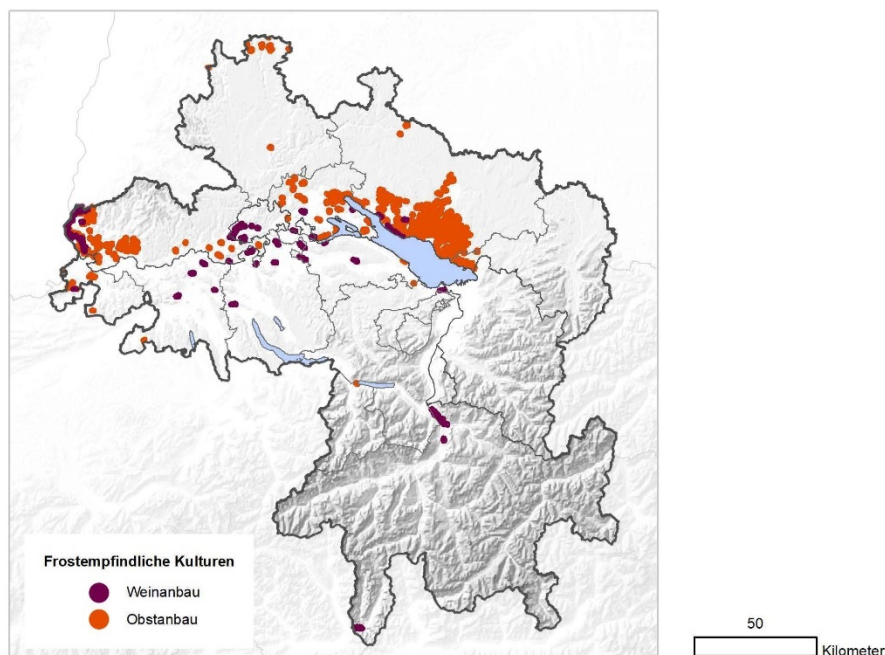


Abbildung 33 Schwerpunkte von Wein- und Obstanbau im DACH+ Raum (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁴⁴

Gewässer und feuchte Standorte

Man geht grundsätzlich davon aus, dass feuchte- und kälteliebende Arten durch klimatische Veränderungen Lebensräume verlieren werden (KLIWA 2016). Bereits jetzt kann eine Zunahme der Wassertemperatur in vielen Flüssen und Seen beobachtet werden (KLIWA 2016). Dies kann nicht nur die Wasserqualität beeinflussen, sondern sich auch auf die Artenzusammensetzung auswirken. Auch hier können invasive Arten (Neobiota) das ökologische Gleichgewicht verändern. Vor allem kälteliebende Arten sind gefährdet (KLIWA 2016). Aber auch andere Standorte, wie z.B. Moore und Sümpfe reagieren empfindlich auf klimatische Veränderungen (LUBW 2013). Für Baden-Württemberg wurde die Empfindlichkeit der Mooregebiete gegenüber den klimatischen Veränderungen in Zukunft untersucht. Vor allem Hochmoore könnten auf lange Sicht stark gefährdet sein (LUBW 2013). Die Gebiete sind insbesondere empfindlich gegenüber Trockenheit (vgl. Kap.4.1.3).

Touristische Gebiete

Vermutlich wird der alpine Wintertourismus zurückgehen und der Sommertourismus an Bedeutung gewinnen, was auch veränderte Anforderungen an die Infrastruktur mit sich bringt.

⁴⁴ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

(ANU 2015). Im Schwarzwald liegen die Skigebiete im Vergleich zu den Alpen in relativ niedrigen Höhenlagen, sodass Schneetage immer seltener werden könnten (vgl. Kap.3.4).

4.5.4 ANFÄLLIGKEIT DER SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Die vier Schwerpunkträume des DACH+ Raums wurden auf ihre Anfälligkeit gegenüber langfristigen zeitlichen und räumlichen Verschiebungen analysiert (vgl. Kap.4.6). Es zeigt sich, dass vor allem der Schwerpunktraum Naturlandschaft stark betroffen sein könnten. Auch der Schwerpunktraum Tourismus ist als anfällig zu bewerten. Die Anfälligkeit der Schwerpunkträume Siedlung und Kulturlandschaft ist insgesamt als relativ gering einzustufen.

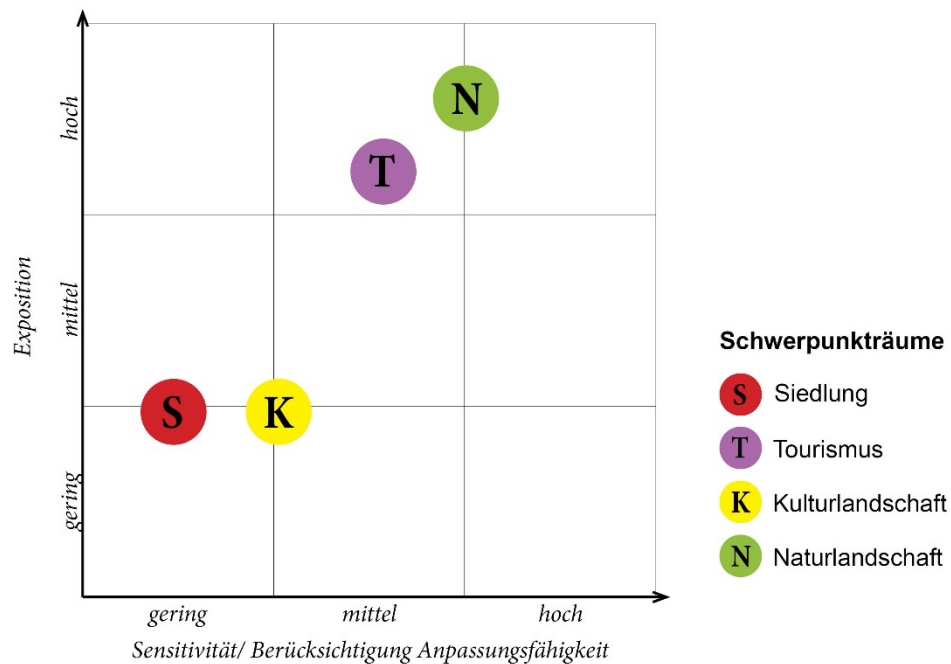


Abbildung 34 Anfälligkeit der Schwerpunkträume des DACH+ Raums gegenüber langfristigen räumlichen und zeitlichen Verschiebungen (HHP.raumentwicklung)

4.6 ANALYSE DER SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Im Rahmen des DACH+ Projektes wurden vier verschiedene Schwerpunkträume zur Charakterisierung des DACH+ Raums ermittelt. Diese Schwerpunkträume werden zurzeit verfeinert. Für diese Analyse wurde die Darstellung aus dem Interreg-Projekt Raumübersichten DACH+ genutzt (ROK-B 2014), um die Anfälligkeit der Schwerpunkträume gegenüber den Folgen des Klimawandels zu bewerten.

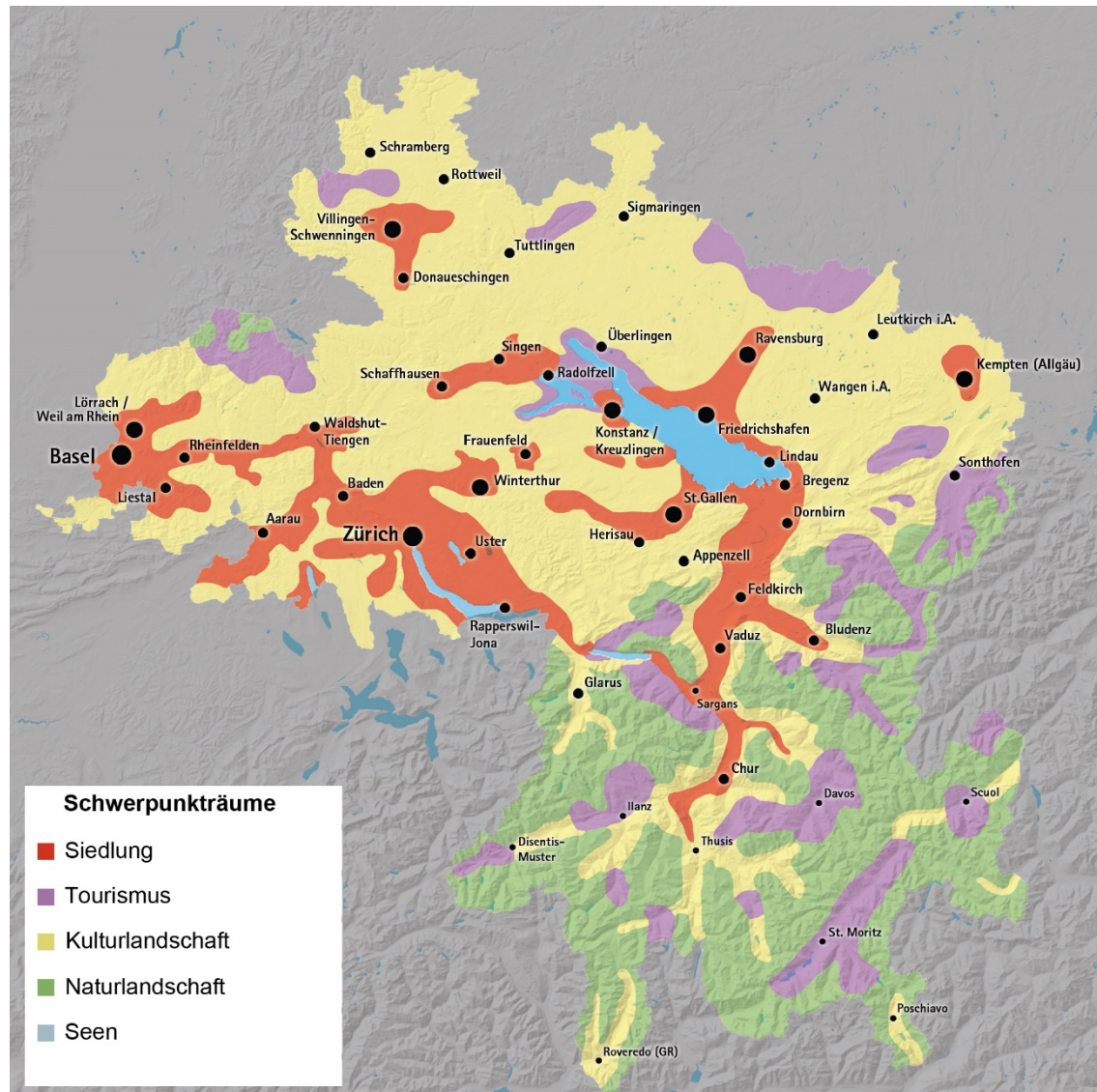


Abbildung 35 Schwerpunkträume im DACH+ Raum (ROK-B 2014)
(Anpassung HHP.raumentwicklung)

Die Anfälligkeit ermittelt sich aus der Exposition gegenüber den Folgen des Klimawandels, der Empfindlichkeit der Raumstrukturen sowie der Anpassungsfähigkeit. Die Anpassungsfähigkeit bezieht sich z.B. auf Maßnahmen oder Gegebenheiten, die die zu erwartenden Auswirkungen reduzieren können. Hierzu zählen z.B. das Hochwasserrisikomanagement und Grünzüge. Die Anpassung einer räumlichen Struktur kann die Empfindlichkeit beeinflussen. Aussagen zu komplexeren Wechselwirkungen und Zusammenhänge sind in Rahmen dieses Projektes nicht möglich. Es handelt sich um eine rein qualitative Betrachtung der Anfälligkeit. Grundsätzlich können die lokalen Gegebenheiten sehr stark variieren, sodass auch die Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels lokal sehr unterschiedlich sein kann.

4.6.1 SCHWERPUNKTRAUM SIEDLUNG

Dieser Raum zeichnet sich durch eine hohe Einwohnerdichte ($> 400 \text{ EW/ km}^2$), ein gut ausgebautes Verkehrsnetz, starke Wohnbautätigkeit, einen hohen Siedlungs- und Zerschneidungsgrad sowie starke Umweltbelastungen aus. Die Schwerpunkte von Siedlungen im DACH+ Raum liegen hauptsächlich in der Ebene von Mittelland und Bodensee, aber auch entlang des Rheintals. Auf Grund der hohen Einwohnerdichte, des dichten Verkehrsnetzes und der hohen Sachwerte, ist der Schwerpunkttraum Siedlung besonders sensibel gegenüber Extremereignissen (vgl. Kap.4). Bewertet werden kann nur eine grundsätzliche Anfälligkeit, die sich lokal natürlich anders darstellen kann.



Hochwasser

Die meisten Siedlungen liegen entlang von Flussläufen, sodass hier generell eine hohe Exposition gegenüber einer Zunahme von Hochwassern besteht (vgl. Kap.4.2.3). Jedoch gibt es bereits eine Vielzahl an Maßnahmen, um diese sensiblen Bereiche zu schützen. Die Betroffenheit gegenüber einer Zunahme von Hochwassern kann sehr unterschiedlich sein und muss lokal bewertet werden. Vor allem Siedlungen und Infrastrukturen in Überschwemmungsgebieten oder in unmittelbarer Nähe zu diesen, sind generell als stark betroffen einzustufen.



Hitze und Dürre

Zwar wirkt sich auch Trockenheit auf dicht besiedelte Gebiete aus, jedoch ist im urbanen Kontext vor allem die hohe Sensitivität gegenüber Hitzewellen entscheidend (vgl. Kap.4.1.3). Wie die Analyse zeigt, liegt ein Großteil des Schwerpunkttraums Siedlung in den Gebieten, die besonders stark einer Zunahme von heißen Tagen ausgesetzt sein werden. Wie stark eine Siedlung betroffen ist, hängt vor allem von den lokalen Gegebenheiten ab. Faktoren, wie die Dichte und Art der Bebauung und Versiegelung, Frischluftzirkulation und Kaltluftentstehungsgebiete, aber auch Grünzüge, innerstädtische Grünflächen oder Wasserflächen haben entscheidenden Einfluss auf das Lokalklima. Darüber hinaus gilt es auch die Sensitivität bestimmter Bevölkerungsgruppen zu berücksichtigen (vgl. Kap.4.1.3). Auch hier gilt, dass die Anfälligkeit lokal bewertet werden muss. Besonders dicht besiedelte Gebiete mit einem hohen Grad an Versiegelung und wenig grüner Infrastruktur sind besonders stark betroffen.



Starkregen und Sturm

Grundsätzlich kann der gesamte Raum von Sturm und Starkregen betroffen sein (vgl. Kap.4.3.2). Der Schwerpunkttraum Siedlung ist auf Grund der hohen Einwohnerdichte, dem engen Verkehrsnetz und den hohen Sachwerten als besonders sensibel einzustufen (vgl.4.3.3). Vor allem sehr dicht besiedelte Gebiete, mit einem hohen Grad an Versiegelung, können sehr sensibel gegenüber Starkregenereignissen sein. Hier ist auch die Geländeform ein entscheidender Faktor. Vor allem Senken und Gelände an Hangfüßen können bei starken Regenfällen lokal überflutet werden. Zudem muss auch ein möglicher Anstieg des Grundwasserspiegels mitberücksichtigt werden. Die gebaute Struktur ist, auf Grund ihrer eingeschränkten Anpassungsfähigkeit, besonders anfällig in Hinblick auf eine Zunahme von Sturm- und Starkregenereignissen. Die Anfälligkeit kann stark variieren, sodass eine lokale Betrachtung zur genauen Bewertung nötig ist.



Massenbewegungen

Vor allem die alpinen Gebiete sind von gravitativen Massenbewegungen beeinflusst (vgl. Kap.4.4.2). Grundsätzlich sind Siedlungen und Infrastruktur sehr sensibel gegenüber Massenbewegungen (vgl. Kap.4.5.3). Jedoch liegt ein Großteil des Schwerpunkttraums Siedlung außerhalb der alpinen Bereiche. Die besonders betroffenen Regionen, Graubünden, Glarus und Vorarlberg, haben viel Erfahrung im Umgang mit Naturgefahren. Trotz Risikomanagements ist eine lokale Anfälligkeit nicht auszuschließen.

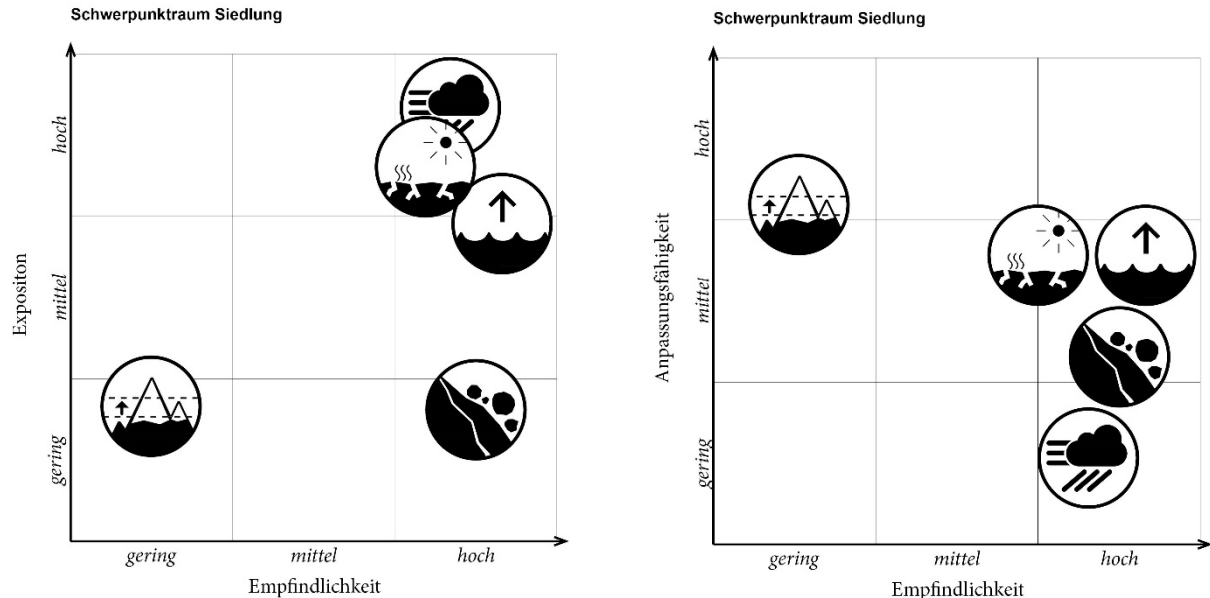


Räumliche und zeitliche Verschiebungen

Es ist davon auszugehen, dass Siedlungen und Infrastruktur von diesen Klimafolgen weniger beeinträchtigt werden (vgl. Kap.4.5.3). Dementsprechend ist die Anfälligkeit im Schwerpunkttraum Siedlung, als eher gering einzuschätzen.

Zusammenfassende Betrachtung

Die Anfälligkeit des Schwerpunktraums Siedlung gegenüber den betrachteten Folgen des Klimawandels, ist als hoch einzustufen. Vor allem eine Zunahme von Starkregen und Sturm, Hitze und Dürre sowie Hochwasserereignissen könnte ein Risiko für diesen Raum darstellen. Die Chancen sind hingegen gering, die Risiken überwiegen.



4.6.2 SCHWERPUNKTRAUM TOURISMUS

Der Schwerpunktraum Tourismus bezieht sich auf einen landschafts- bzw. naturgebundenen Tourismus. Er zeichnet sich vor allem durch eine dichte touristische Infrastruktur und ein großes Bettendargebot aus. Die Siedlungen und Infrastruktur im Schwerpunktraum ist sehr heterogen, sodass hier keine zusammenfassende Aussage getroffen werden kann.



Hochwasser

Ein Großteil des Schwerpunktraums liegt in den Alpen und im Alpenvorland, Schwarzwald und Bodensee. Lokal könnte der Schwerpunktraum durch eine Zunahme von Hochwasser betroffen sein (vgl. Kap.4.2.2). Insbesondere die Gebiete direkt am Bodensee können durch einen schwankenden Seespiegel beeinflusst werden. Grundsätzlich ist jedoch nicht von einer erhöhten Anfälligkeit im Vergleich zum Gesamtraum auszugehen.



Hitze und Dürre

Von Hitzewellen und Dürren sind vor allem tiefergelegene Gebiete betroffen (vgl. Kap.4.1.2). Eine Zunahme sehr heißer, trockener Tage könnten die Attraktivität der Tourismusgebiete steigern, aber auch beeinträchtigen. Für die Alpen wird ein Wandel vom Wintertourismus hin zum vermehrten Sommertourismus prognostiziert. Höher gelegene Gebiete könnten durch kühlere Temperaturen im Sommer bei zunehmender Hitze ein steigendes Tourismusaufkommen erwarten. Andererseits könnte z.B. das Bodenseeufer bei Niedrigwasserstand deutlich an Attraktivität verlieren. Auch kann bei großer Trockenheit weniger Wasser für den alpinen Wintertourismus gespeichert werden. Die Anfälligkeit kann folglich lokal variieren.



Starkregen und Sturm

Grundsätzlich kann der gesamte Raum von Sturm und Starkregen betroffen sein (vgl. Kap.4.3.2). Die touristische Infrastruktur kann durch solche Ereignisse beeinträchtigt werden. Auch hier kann die Anfälligkeit je nach lokalen Gegebenheiten sehr unterschiedlich sein. Im Vergleich zum Schwerpunktraum Siedlung ist jedoch von einer geringeren Anfälligkeit auszugehen, da der Schwerpunktraum Tourismus auch entlegene Gebiete mit weniger Siedlungen und Infrastruktur umfasst.



Massenbewegungen

Hier ist die Betroffenheit je nach Lage der Gebiete sehr unterschiedlich. Ein Großteil des Schwerpunktraums Tourismus liegt in den Alpen und ist somit potentiell von Massenbewegungen betroffen. Gerade im Zusammenhang mit Wintertourismus stellen Lawinenereignisse eine besondere Gefahr da. Die klimatischen Veränderungen könnten auch die Lawindynamik verstärken (vgl. Kap.4.4.2). Trotz Risikomanagements von Naturgefahren sind lokale Anfälligkeiten nicht auszuschließen.

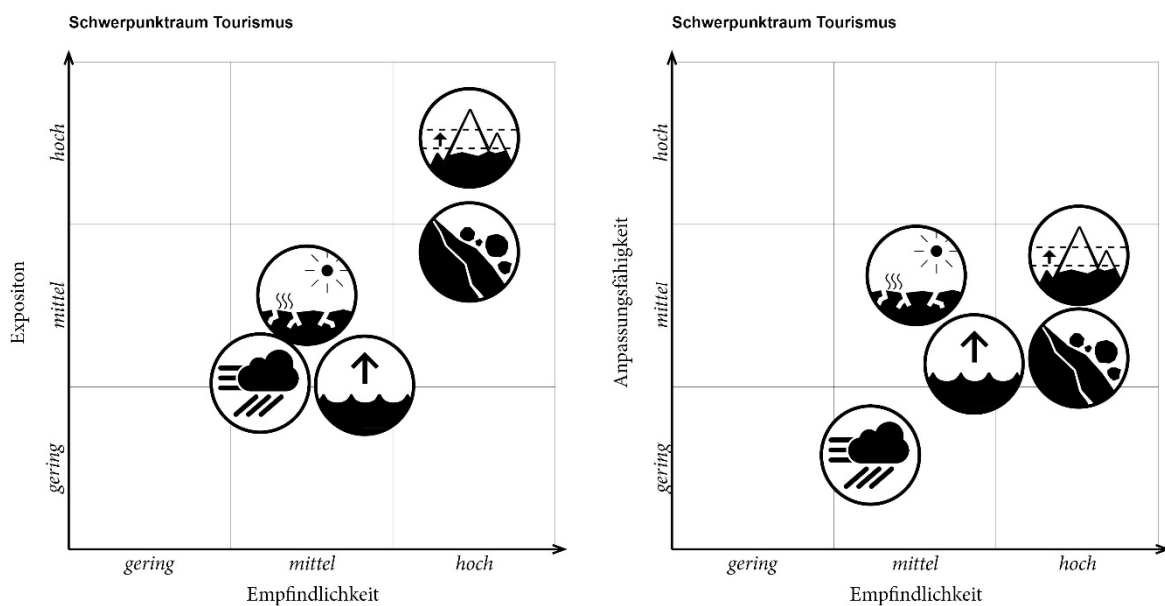


Räumliche und zeitliche Verschiebungen

Der Tourismussektor könnte sich auf lange Sicht auf Grund der klimatischen Veränderungen grundlegend verändern. Auf Grund der geringeren Schneefallsicherheit wird ein Rückgang des Wintertourismus in den Alpen und im Schwarzwald prognostiziert. Diese Gebiete sind als besonders sensibel gegenüber den Veränderungen einzustufen (vgl. Kap.4.5.3). Jedoch besteht hier auch die Möglichkeit zur Anpassung an die veränderten Gegebenheiten durch eine Veränderung des Tourismusangebots. Ein Umbau der bestehenden Infrastruktur ist zum Teil jedoch relativ aufwendig. Grundsätzlich ist von einer starken Anfälligkeit der vom Wintertourismus abhängigen Schwerpunkträume auszugehen. Der Sommertourismus könnte jedoch von den Veränderungen auch profitieren, durch eine längere Saison und wärmere Temperaturen.

Zusammenfassende Betrachtung

Für den Schwerpunktraum Tourismus bieten sich sowohl Chancen als auch Risiken durch die Folgen des Klimawandels. Vor allem die langfristigen Verschiebungen könnten sich hier maßgeblich auswirken. Grundsätzlich ist von einer Anfälligkeit des Schwerpunktraums durch die Folgen des Klimawandels auszugehen.



4.6.3 SCHWERPUNKTRAUM KULTURLANDSCHAFT

Der Schwerpunktraum Kulturlandschaft ist hauptsächlich durch Land- und Forstwirtschaft geprägt und hat eine eher geringe Bevölkerungsdichte. Die Landnutzungen können sehr unterschiedlich sein, von extensiver Beweidung, über Wein- oder Obstanbau, intensiven Ackerbau oder Forst. Die Landschaft ist hauptsächlich durch die menschliche Nutzung geprägt. Auch hier kann die Anfälligkeit je nach Landnutzung und lokalen Gegebenheiten sehr unterschiedlich sein.



Hochwasser

Da vor allem Siedlungen und Infrastruktur gegenüber Hochwassern sensibel sind, ist auf Grund der geringeren Einwohnerdichte des Schwerpunktraums auch von einer geringeren Sensitivität auszugehen. Jedoch sind z.B. auch Ackerflächen gegenüber Hochwassern sensibel (vgl. Kap.4.2.3). Bei einer Zunahme von Hochwassern können wertvoller Boden weggeschwemmt und Schadstoffe abgelagert werden. Im Vergleich zum Schwerpunktraum Siedlung ist die Anfälligkeit des Schwerpunktraums Kulturlandschaft jedoch als geringer einzustufen.



Hitze und Dürre

Der Schwerpunktraum Kulturlandschaft umfasst auch die Regionen des DACH+ Raums, die eher starker Trockenheit ausgesetzt sind (vgl. Kap.4.1.2). Ein Großteil der land- und forstwirtschaftlichen Gebiete reagiert sehr sensibel gegenüber Trockenheit. Wie sensibel ein Gebiet ist, hängt maßgeblich vom Boden und der Art der Landnutzung ab. Je nach angebauter Feldfrucht sind auch hier Ackerflächen als besonders sensibel zu bewerten. Es ist davon auszugehen, dass bei zunehmenden Trockenperioden der Anteil an bewässerten Flächen in der Landwirtschaft zunehmen und eine Anpassung bei der Wahl der Feldfrüchte erfolgen wird. Auch im Bereich der Forstwirtschaft wird eine angepasste Artenwahl angestrebt. Trotz dieser Anpassungsmaßnahmen ist davon auszugehen, dass Land- und Forstwirtschaft gegenüber Trockenperioden stark anfällig sein werden. Somit ist auch von einer starken Anfälligkeit des Schwerpunktraums auszugehen.



Starkregen und Sturm

Die wirtschaftlichen Schäden durch Sturm, Unwetter und Starkregen können in der Land- und Forstwirtschaft sehr groß sein. Gerade hier ist eine Anpassung nur sehr eingeschränkt möglich, was zu einer hohen Anfälligkeit gegenüber diesen Extremereignissen führt. Grundsätzlich kann der gesamte Raum von Starkregen oder Sturm betroffen sein. Der Schwerpunktraum Kulturlandschaft umfasst vor allem Gebiete, für die eine Zunahme von Starkregenereignissen beobachtet werden konnte (vgl. Kap.4.3.2). Eine starke Anfälligkeit des Schwerpunktraumes ist anzunehmen.



Massenbewegungen

Hier ist die Betroffenheit je nach Lage der Gebiete sehr unterschiedlich. Ein Großteil des Schwerpunktraums Kulturlandschaft liegt nicht im alpinen Raum und ist somit potentiell weniger von Massenbewegungen betroffen (vgl. Kap.4.4.2). Die Kulturlandschaft in den Alpen ist meist von Beweidung oder Forstwirtschaft geprägt. Diese Gebiete können von Massenbewegungen betroffen sein. Die Anfälligkeit des gesamten Schwerpunktraums ist jedoch als relativ gering einzustufen.

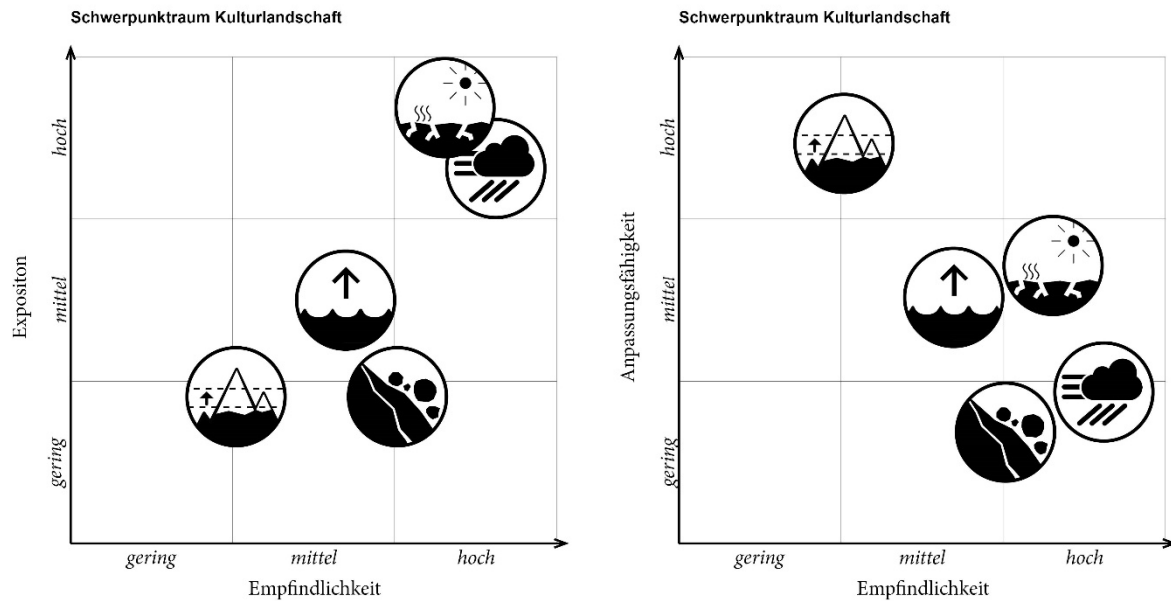


Räumliche und zeitliche Verschiebungen

Der Schwerpunktraum Kulturlandschaft beinhaltet viele Landnutzungen, die empfindlich gegenüber diesen räumlichen und zeitlichen Verschiebungen sind. Jedoch gibt es auch Chancen, so z.B. durch verlängerte Vegetationsperioden und ein milderes Klima. Die Anpassungskapazität liegt hauptsächlich in der Wahl der Arten und der Art der Bewirtschaftung, z.B. Bewässerung. Diese Veränderungen könnten auch das Landschaftsbild des Schwerpunktraums Kulturlandschaft auf lange Sicht verändern. Der alpine Raum wird von den klimatischen Veränderungen besonders betroffen sein (vgl. Kap.4.5.2). Ein Großteil des Schwerpunktraums liegt jedoch nicht im alpinen Gebiet. Grundsätzlich ist von einer ähnlichen Betroffenheit wie beim Schwerpunktraum Tourismus auszugehen, da sowohl Risiken als auch Chancen entstehen können und eine Anpassung an die Veränderungen erforderlich sein wird. Auf Grund der stärkeren Auswirkungen im alpinen Bereich, wurde die Anfälligkeit des Schwerpunktraums Tourismus jedoch höher eingestuft.

Zusammenfassende Betrachtung

Auch der Schwerpunktraum Kulturlandschaft ist von den Folgen des Klimawandels betroffen. Besondere Betroffenheit besteht gegenüber Hitzewellen und Dürren, aber auch Sturm und Starkregen. Es lässt sich noch nicht eindeutig feststellen, ob für diesen Schwerpunktraum die Chancen oder Risiken überwiegen werden.



4.6.4 SCHWERPUNKTRAUM NATURLANDSCHAFT

Dieser Raum umfasst Gebiete oberhalb 1500 m ü.M. und liegt daher hauptsächlich in den Alpen und in einem kleinen Teil des Schwarzwaldes. Die Gebiete sind meist unbesiedelt und wenig erschlossen. Im Vergleich zum Schwerpunktraum Kulturlandschaft ist der Schwerpunktraum Naturlandschaft nur wenig durch den Menschen genutzt. Die Gebiete dienen zum Teil zum Sport und Erholung, z.B. Wandern und Bergsteigen. Grundsätzlich ist die Nutzung durch den Menschen im Vergleich zu den anderen Schwerpunkträumen sehr gering. Als charakteristisch gelten Hochgebirgslandschaften mit Fels-, Gletscher-, Wald- und Offenlandbereichen, Auenlandschaften und Magerbiotopen.



Hochwasser

Wildbäche können auch in diesen höher gelegenen Bereichen zu Hochwassern führen (vgl. Kap.4.2.2). Aussagen zu möglichen Veränderungen sind schwierig. Die Analysen gehen davon aus, dass es zu keiner wesentlichen Zunahme von Wildbachhochwassern kommen wird (vgl. Kap.4.2.2). Hochwasser stellt einen natürlichen Prozess dar, bestimmte Naturräume, wie z.B. die Auenlandschaften, sind auf Überschwemmungen angewiesen (vgl. Kap.4.2.3). Das Anpassungspotenzial ist sehr hoch. Sollten Hochwasser zunehmen, könnte dies die Vielfalt an Lebensräumen erhöhen und sich insgesamt positiv auf den Schwerpunktraum Naturlandschaft auswirken. Da die Gebiete weitgehend unerschlossen und unbesiedelt sind, sind die Risiken durch Hochwasser eher gering einzustufen.



Hitze und Dürre

Von Hitzewellen und Dürren sind vor allem tiefergelegene Gebiete betroffen. Doch lokal kann auch hier Wassermangel auftreten (vgl. Kap.4.1.2). Alpine Trockentäler stellen z.B. einen Lebensbereich für Arten dar, die an trockene Bedingungen angepasst sind (vgl. Kap.4.1.3). Da trockene Standorte meist sehr artenreich sind, stellt eine zunehmende Trockenheit auch eine Chance für eine Zunahme der Biodiversität dar. Feuchte und kälteliebende Arten der Alpen könnten betroffen sein, jedoch zeigt sich hier auch die Chance neue Lebensräume zu erschließen (vgl. Kap.4.1.3). Das Anpassungspotenzial ist sehr hoch und die Anfälligkeit ist als eher gering einzustufen.



Starkregen und Sturm

Großräumige (stratiforme) Starkregenereignisse treten meist entlang der Staulagen von Höhenzügen wie Alpen und Schwarzwald auf (vgl. Kap.3.4.2). Auf Grund der geringeren Lufttemperaturen sind inneralpine Gebiete weniger von Starkregen betroffen (ANU 2015 a). Für

den Schwerpunktraum Naturlandschaft ist folglich eher von einer mittleren bis geringen Exposition auszugehen. Der Schwerpunktraum Naturlandschaft ist gegenüber Starkregen und Sturm weniger empfindlich. Es handelt sich um natürliche Prozesse, sodass eine Zunahme solcher Ereignisse eher eine Chance für die Vielfalt an Lebensräumen darstellt (vgl. Kap.4.3.3). Das Anpassungspotenzial ist sehr hoch und die Anfälligkeit ist als gering einzustufen.



Massenbewegungen

Gerade die hochalpinen Bereiche sind starken gravitativen Massenbewegungen ausgesetzt (vgl. Kap.4.4.2). Das Abtauen des Permafrostbodens betrifft die hochalpinen Bereiche (vgl. Kap.4.4.3). Da das Gebiet eher unbesiedelt und unerschlossen ist, ist das Risiko durch Massenbewegungen jedoch sehr gering. Hangrutschungen, Schuttströme, Muren oder Steinschlag gehören zum natürlichen Störungsregime. Die Anpassung an diese natürlichen Prozesse ist im Schwerpunktraum Naturlandschaft sehr hoch, sodass trotz einer starken Exposition die Anfälligkeit als gering einzustufen ist.

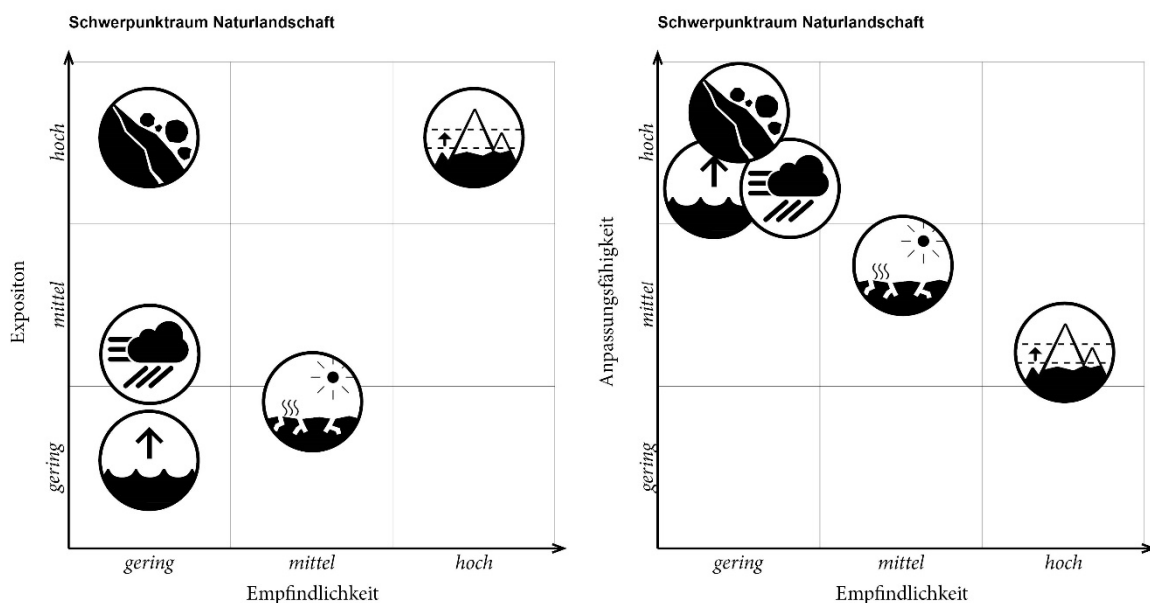


Räumliche und zeitliche Verschiebungen

Der hochalpine Raum wird von den klimatischen Veränderungen besonders betroffen sein (vgl. Kap.4.5.2). Hier wird es auf längere Sicht zur Veränderung der Lebensräume kommen. Zum Beispiel werden sich Vegetationsstufen verschieben oder neue Lebensräume durch den Rückgang von Gletschern entstehen. Es besteht noch Unsicherheit, wie schnell sich die Ökosysteme an die klimatischen Veränderungen anpassen werden können. Im Vergleich zu den anderen betrachteten Folgen, besteht durchaus eine Empfindlichkeit gegenüber den langfristigen Veränderungen. Eine starke Anfälligkeit des Schwerpunktraums Naturlandschaft ist nicht auszuschließen.

Zusammenfassende Betrachtung

Der Schwerpunktraum Naturlandschaft ist vor allem von den zeitlichen und räumlichen Verschiebungen betroffen. Gegenüber Extremereignissen ist die Anpassungskapazität sehr hoch und die Empfindlichkeit eher gering. Es lässt sich noch nicht genau sagen, ob die Chancen oder Risiken für diesen Raum überwiegen. Auf Grund der z.T. sehr sensiblen Lebensräume, wird das Risiko durch eine Veränderung der klimatischen Bedingungen als hoch eingeschätzt.



4.6.5 VERGLEICH DER SCHWERPUNKTRÄUME

Grundsätzlich sind alle Schwerpunkträume von den Folgen des Klimawandels betroffen. Hier können nur Tendenzen für den Gesamtraum betrachtet werden, da die lokale Anfälligkeit sehr stark je nach Situation variieren kann. Die Schwerpunkträume Siedlung und Kulturlandschaft zeigen eine hohe Anfälligkeit gegenüber den Klimawandelfolgen Hitze und Dürre, Starkregen und Sturm. Je nach Exposition und Anpassungskapazität ist der Schwerpunkt-raum Siedlung insbesondere durch eine Zunahme von Hochwasserereignissen gefährdet. Auch die Schwerpunkträume Kulturlandschaft und Tourismus können betroffen sein. Der Schwerpunkt-raum Tourismus ist vor allem stark von den langfristigen Verschiebungen von Standorten, aber auch von Massenbewegungen betroffen. Der Schwerpunkt-raum Naturlandschaft ist hauptsächlich gegenüber den langfristigen Verschiebungen von Lebensräumen sehr anfällig. Die klimatischen Veränderungen sind nicht nur mit Risiken verbunden, sondern können auch Chancen beinhalten. Vor allem für die Schwerpunkträume Kulturlandschaft und Tourismus können sich neue Chancen ergeben.

Anhand der Anteile der jeweiligen Schwerpunkträume sind vergleichende Aussagen zu der Anfälligkeit der verschiedenen Regionen im DACH+ Raum gegenüber den Folgen des Klimawandels möglich. Der größte Teil der Fläche des DACH+ Raums zählt zum Schwerpunkt-raum Naturlandschaft oder Kulturlandschaft. Je nach Region sind die Anteile der Schwerpunkträume an der Gesamtfläche unterschiedlich (vgl. Abbildung 35).

Die Schwerpunkträume wurden anhand der aktuellen Raumstrukturen und Nutzungen definiert. Die langfristigen klimatischen Veränderungen werden sich vermutlich zum Teil auch auf die Lage und Ausdehnung dieser Räume auswirken. Insbesondere für den Schwerpunkt-raum Tourismus könnten sich Änderungen ergeben.

5 HANDLUNGSERFORDERNISSE UND REGIONALE PLANUNGSPRAXIS

Baustein III

Dokumentation von Modellprojekten zur Klimaanpassung und Ableitung der Kernelemente von Projekten der Klimaanpassung

Die vorangegangenen Kapitel verdeutlichen die möglichen Folgen des Klimawandels im DACH+ Raum, die von der räumlichen Planung berücksichtigt werden sollten (vgl. Kap. 3 und 4). Es gilt die Erkenntnisse in die Planung mit einfließen zu lassen und gleichzeitig auch mögliche Unsicherheiten zu bedenken. Zur Orientierung können hier nicht nur Leitfäden und Praxishilfen (vgl. Kap. 2.3), sondern auch Beispiele dienen. Grundsätzlich gilt es, die Aspekte des Klimawandels und der Klimaanpassung in der gesamten Planung mit zu berücksichtigen. Exemplarisch wird dies anhand der regionalen Planungen der Modellregionen Hochrhein-Bodensee, Vorarlberg, Kt. St.Gallen und Kt. Schaffhausen in Kapitel 6 genauer aufgezeigt und diskutiert.

Ziel des Projektes ist es, durch den internationalen Vergleich von Möglichkeiten und Handlungsempfehlungen, die Planungspraxis insbesondere auf der regionalen Ebene bei der Umsetzung der Klimaanpassung zu unterstützen. Dieses Kapitel gibt einen allgemeinen Überblick zu den verschiedenen Schnittstellen in der Planungspraxis und stellt die zentralen Handlungserfordernisse und Maßnahmen für die Raumplanung, die sich aus den regionalen Publikationen zur Klimaanpassung ableiten lassen (vgl. Kap.2.1.2), zusammen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die Publikationen unterschiedlich alt sind und die formulierten Maßnahmen zum Teil bereits umgesetzt sein können. Die jeweiligen Handlungserfordernisse und Maßnahmen in den Regionen sind immer den entsprechenden und aktuellen Publikationen zu entnehmen (vgl. Kap. 2.1). In der Planungspraxis können je nach Zielsetzung darüber hinaus Handlungserfordernisse definiert werden (Pütz et al. 2011).

In diesem Kapitel werden auch Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung aufgezeigt und gute Beispiele und Innovationen zu den verschiedenen Themenfeldern aufgearbeitet. Anhang I beinhaltet weitere Informationen zu den Beispielen sowie Quellenangaben.



5.1 AUFGABEN DER RAUMPLANUNG

Der politische und der gesetzliche Rahmen der verschiedenen Regionen zeigen grundsätzlich die Verantwortung der Raumplanung zur Anpassung an den Klimawandel auf (vgl. Kap. 2). In der Klimaanpassung geht es darum, die Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu reduzieren. Dies wird erreicht, indem man die Exposition verringert, die

Sensitivität reduziert sowie die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) fördert (UBA 2017 b). Dieses Prinzip kann auf die räumlichen Strukturen übertragen werden. Als Querschnittsdisziplin kann die Raumplanung hier auf verschiedene Bereiche Einfluss nehmen (vgl. Kap.5.3). Meist geht es darum, räumliche Entwicklungen zu lenken, Risiken zu minimieren und Konflikte zu lösen oder zu vermeiden. Neben der räumlichen Planung kann die Raumplanung auch indirekt durch Kommunikation und Sensibilisierung zur Klimawandelanpassung beigetragen.

5.2 HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN UND INSTRUMENTE DER RAUMPLANUNG

Die Handlungsmöglichkeiten der Raumplanung sind vielfältig. Auf Grund des interdisziplinären Charakters gibt es viele Schnittstellen zu anderen Fachplanungen. Die Raumplanung kann dazu beitragen, die Anpassungskapazität gegenüber den Folgen des Klimawandels zu erhöhen bzw. die räumliche Sensitivität zu beeinflussen. Hierbei zeichnen sich zentrale Handlungsfelder ab, auf die die Raumplanung wesentlich Einfluss nimmt und nehmen kann (vgl. Kap. 5.3).

Dieses Projekt legt den Fokus auf die regionale Ebene, wobei die Schnittstellen zu den anderen Planungsebenen in den Ländern des DACH+ Raumes unterschiedlich ausgeformt sind (vgl. Kap. 2.2.1). Zur Umsetzung der Klimaanpassung stehen in der Planungspraxis verschiedene Instrumente zur Verfügung. Diese unterscheiden sich meist zwischen den Ländern, aber auch zwischen den Planungsebenen (vgl. Kap.2.3.1), wobei es auch viele Gemeinsamkeiten gibt. Klimaanpassung kann durch verschiedene Instrumente umgesetzt werden (vgl. Kap.5.4 – Kap.5.10). Meist können bestehende Instrumente im Sinne der Klimaanpassung genutzt werden, wobei auch Ergänzungen möglich sind. Grundsätzlich können sowohl formelle als auch informelle Planungsinstrumente zur Anpassung an den Klimawandel beitragen. Zu den genannten formellen Instrumenten zählen z.B. kantonale Richtpläne oder Regionalpläne. Als informelle Instrumente werden z.B. Modellprojekte, Planungshinweiskarten oder auch die Publikation von Infomaterialien genutzt.

Je nach regionaler Anfälligkeit kann die Abwägung und Prioritätensetzung der Handlungsfelder anders aussehen. Es wird empfohlen sogenannte „No- bzw. Low-Regret“-Optionen zu präferieren (Pütz et al. 2011). Hierbei sollte immer die Nachhaltigkeit einer Handlungsoption geprüft und mögliche negative Auswirkungen berücksichtigt werden. Es gilt Optionen zu wählen, die robust und multifunktional sind. Auch die Bandbreite möglicher klimatischer Veränderungen ist mit zu berücksichtigen (vgl. Kap.3).

5.3 ZENTRALE HANDLUNGSFELDER UND SCHNITTSTELLEN DER REGIONALEN RAUMPLANUNG

Die Raumplanung kann direkt oder indirekt zur Klimaanpassung verschiedener Bereiche beitragen. In den folgenden Kapiteln wird dies ausführlich beleuchtet. Als zentrale Handlungsfelder der Raumplanung werden meist die Anpassung an urbane Hitze und der Umgang mit Naturgefahren gesehen. Besonders wichtig in diesem Zusammenhang sind z.B. die Sicherung von Grün- und Freiflächen, die Sicherung von Retentionsräumen, das Freihalten von Korridoren zur Durchlüftung sowie die Lenkung der Siedlungsentwicklung. Eine Verringerung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung, Gewerbe und Industrie und eine Verringerung der Flächenversiegelung sind ebenfalls wichtige Aspekte zur Klimaanpassung.

Neben den Schnittstellen zur kommunalen sowie zur nationalen Planungsebene (vgl. Kap. 2.2.1, Kap. 6.5) ist für die Umsetzung der Klimaanpassung in der regionalen Planung die Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen entscheidend. Die Raumplanung, als Querschnittsdisziplin, weist viele Schnittstellen zu anderen Disziplinen auf. Hierbei ist, je nach Themenbereich, eine enge Kooperation mit der Wasserwirtschaft, dem Naturgefahrenmanagement, der Infrastruktur- und Stadtplanung sowie der Forst- und Landwirtschaft

von besonderer Bedeutung für die Integration der Klimaanpassung in die räumliche Planung. Über die nachrichtliche Übernahme hinaus können im wechselseitigen Austausch die räumlichen Themen des Klimawandels aufgearbeitet, ein Überblick geschaffen und Wechselwirkungen erkannt werden. Für die meisten Herausforderungen im Zusammenhang mit den klimatischen Veränderungen ist die Vernetzung und Kooperation unterschiedlicher Fachdisziplin unabdingbar.



5.4 HITZE UND DÜRREN

Die möglichen Auswirkungen zunehmender Hitze und Dürre im räumlichen Kontext wurden in Kapitel 4.1. dargestellt und empfindliche Raumstrukturen beleuchtet. Hier können die Wirkungsketten sehr komplex sein. Für die räumliche Planung ist insbesondere der Umgang mit urbaner Hitze ein wichtiges Themenfeld. Aber auch zur Anpassung an Trockenheit und Dürre und in Hinblick auf potenzielle Waldbrandgefahren, kann die Raumplanung einen Beitrag leisten.

5.4.1 THEMEN DER REGIONALEN RAUMPLANUNG

Die Raumplanung hat verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung an Hitze und Dürre beizutragen. Hier sind insbesondere auch die ineinandergreifenden Aufgabenbereiche von Raum- und Stadtplanung interessant.

Auf folgende Themenbereiche kann die Raumplanung direkt oder indirekt Einfluss nehmen:

Urbane Hitze

- ☐ lokalklimaangepasste Siedlungs- und Freiraumentwicklung
- ☐ Sicherung resilienzfördernder Strukturen (z.B. Grün- und Freiflächen, Wasserflächen)
- ☐ Sicherung großräumig übergreifender Freiraumstrukturen
- ☐ Entlastung sensibler Bevölkerungsgruppen bei der Gestaltung öffentlicher Einrichtungen
- ☐ Reduktion von Flächenversiegelung

Wassermangel

- ☐ nachhaltiger Umgang mit Wasser- und Flächenressourcen
- ☐ Schutz von Wasserressourcen
- ☐ Sicherung und Verbesserung von Retention und Grundwasserneubildung
- ☐ klimaangepasste Landnutzungsänderungen

Waldbrand

- ☐ Umgang mit Risiken in der Siedlungsentwicklung
- ☐ Sicherung der Erschließung und Versorgung
- ☐ Sicherung und Entwicklung von Waldfunktionen

5.4.2 MASSNAHMEN UND HANDLUNGSERFORDERNISSE

Im Zuge aller regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen werden Maßnahmen zum Umgang mit einer Zunahme von Hitzewellen und Dürren formuliert, die direkt oder indirekt das Handlungsfeld Raumplanung betreffen⁴⁵.

Diese Maßnahmen dienen zur Einschätzung der Handlungserfordernisse der Raumplanung und ermöglichen einen qualitativen Vergleich im DACH+ Raum. Insgesamt können hierdurch hohe bis mittlere Handlungserfordernisse der Raumplanung angenommen werden. Der Vergleich in Abbildung 36 ermöglicht einen Überblick über den DACH+ Raum basierend auf den regionalen Publikationen⁴⁶. Die jeweiligen Handlungserfordernisse und Maßnahmen in den Regionen sind immer den entsprechenden und aktuellen Publikationen zu entnehmen (vgl. Kap. 2.1).



Abbildung 36 Handlungserfordernisse der Raumplanung im DACH+ Raum in Bezug auf Hitze und Dürren basierend auf den regionalen Publikationen* und Einschätzungen** (HHP.raumentwicklung)

Die regionalen Strategien und Publikationen zur Klimaanpassung unterscheiden sich zum Teil erheblich in der Ausformulierung der Maßnahmen. Zum Beispiel liegt ein Schwerpunkt in der Gestaltung resilienter und lebenswerter Siedlungen. Auch die Reduktion von möglichen Nutzungskonflikten, die durch Wassermangel hervorgerufen werden, wird als Verantwortungsbereich angesprochen. Im Folgenden werden Beispiele von Maßnahmen für die Raumplanung zur Übersicht aufgeführt.

Beispiele von Maßnahmen aus regionalen Publikationen im DACH+ Raum

Maßnahmen Hitzewellen:

Sicherung von Grünflächen, Wasserflächen und Freiräumen

- ☐ Sicherung von Grün- und Freiflächen (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, UM BW 2015)
- ☐ Sicherung großräumig übergreifender Freiraumstrukturen (Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, UM BW 2015)
- ☐ Sicherung von Wasserflächen (BaySt-MUV 2016)
- ☐ Minimierung der Inanspruchnahme von Flächen (siehe BaySt-MUV 2016, UM BW 2015)

⁴⁵ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015/2018/2020, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Appenzell Ausserrhoden 2020, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

⁴⁶ ebd.

Siedlungs- und Freiraumentwicklung

- Lokalklimaangepasste Siedlungs- und Freiraumentwicklung (z.B. Begrünung, Baumbepflanzung, Dachbegrünung, Durchlüften von Städten, Maßnahmen gegen Hitzestau, Entsiegelung etc.) (Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016, UM BW 2015, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, BAFU 2013, Kt.Schaffhausen 2019)
- klimaangepasste Pflanzen- und Baumartenwahl sowie Grünflächenpflege und Sortimentempfehlungen für Stadtbaumartenwahl (BaySt-MUV 2016)

Monitoring und Datengrundlagen

- Soziodemografische und klimatische Kartierung zur Erfassung von Risikogebieten für gesundheitliche Hitzebelastung (UM BW 2015)
- Monitoring Lokalklima (Kt.Zürch 2018c)
- Umsetzung der Planhinweiskarte Lokalklima in der Richtplanung (Kt.Zürch 2018c)
- Erstellung von Klimakarten als Grundlage für raumplanerische Entscheide sowie Prüfung der rechtlichen Grundlage zur Integration von Klimakarten in die raumplanerischen Prozesse (Baugesuche, Quartierpläne, kommunale Richtpläne) (Kt. Schaffhausen 2019)

Sensibilisierung

- Publikation zur klimaangepassten Gestaltung von Grün- und Freiflächen (Kt.Zürch 2018c)
- Kommunale Arbeitshilfe zur Planung von Maßnahmen zur Vermeidung von Hitzestau (Kt. Schaffhausen 2019)
- Modellprojekte zur lokalklimaangepassten Gestaltung privater Bauvorhaben und Arealentwicklungen (Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016)

Maßnahmen Trockenheit:

Wasserrückhaltung und Grundwasserneubildung

- Prüfen und sichern von Standorten für Speicher zur Verbesserung der Niedrigwassersituationen von Oberflächengewässern (Kt.Zürch 2018c, Kt.Thurgau 2012)
- Nutzen von Potenzialen zum Wasserrückhalt (Bodenbedeckung) und zur Erhöhung der Grundwasserneubildung (durch Infiltration). (Kt.Thurgau 2012)
Prävention von Nutzungskonflikten
- Identifikation und Reduktion aktueller und künftiger Nutzungskonflikte von Wasserressourcen bei Trockenheit (Kt.Glarus 2019)

Feuchte Lebensräume

- Beurteilung des Wasserbedarf von flussufernahen Feuchtlebensräumen (Kt.Zürch 2018c)
- Ausschreibung moorhydrologischer Pufferzonen zum Schutz von Mooren (Kt.Zürch 2018c)

Umgang mit Naturgefahren

- Dispositiv Trockenheit/Waldbrandgefahr (Kt. Zürich 2018c)

5.4.3 GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DER REGIONALEN PLANUNG

Je nach Planungssystem (vgl. Kap. 2.2) und Aufgabenstellung unterscheiden sich die Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung in den unterschiedlichen Regionen. Für die Modellregionen wurde das Thema Hitze und Dürren beispielhaft analysiert (vgl. Kap. 6.6).

Hitze

Ein zentraler Punkt ist die Verfügbarkeit von Grundlagendaten. Viel Erfahrung mit der Erstellung von Grundlagendaten zum Thema urbane Hitze hat die Planung in Deutschland, aber auch in der Schweiz gibt es gute Beispiele (vgl. Kap. 5.4.4). Klimatische Modellierungen und die Analyse von Empfindlichkeiten können von der regionalen Planung genutzt werden, um belastete bzw. gefährdete Gebiete bzw. Gebiete mit wichtigen Ausgleichsfunktionen in der Planung berücksichtigen zu können (vgl. Kap. 5.4.4 Beispiele 4.2 – 4.6). Informelle Planungshinweiskarten können Schwerpunkte aufzeigen und die Planung auf regionaler und kommunaler Ebene unterstützen. So können z.B. großräumige Luftaustauschprozesse aufgezeigt und durch das Freihalten von Flächen gesichert werden. In Deutschland und Österreich können hier multifunktionale Instrumente zur Freiraumsicherung genutzt werden, Grünzüge (D) oder die Grünzone (A) (vgl. Kap. 5.4.4 Beispiel 4.7 und Kap.5.9). Der Erhalt und die Entwicklung von Grünstrukturen in Städten sind elementar zur Anpassung an Hitze.

Für eine angepasste Siedlungs- und Freiraumentwicklung ist besonders wichtig, dass Siedlung und Freiraum gemeinsam entwickelt werden (vgl. Kap. 5.4.4 Beispiele 4.1 und 4.8). Auch die Reduktion versiegelter Fläche hat positive Auswirkungen. Die regionale Planung hat oft die Möglichkeiten direkt in diese Themenbereiche steuernd einzuwirken, z.B. durch die Reduktion der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr.

Dürren und Trockenheit

Auch was die Anpassung an die Folgen von Dürren und anhaltender Trockenheit betrifft, gibt es Möglichkeiten diesen durch regionalplanerisches Handeln zu begegnen. Hierzu gehören zum Beispiel Aspekte der Planung, die die Grundwasserneubildung beeinflussen können, wie das Freihalten von Flächen mit hoher Grundwasserneubildungsrate. Gleichfalls kann z.B. der Schutz von Trinkwasserressourcen durch planerische Ansätze, wie eine vorsorglich den zukünftigen Wasserbedarf berücksichtigende Flächensicherung, erfolgen.

Um der Vielschichtigkeit des Themas gerecht zu werden, müssen der Wasserhaushalt sowie weitere Faktoren wie z.B. Bodeneigenschaften und Landnutzung analysiert werden. Insbesondere die Wasserwirtschaft übernimmt hier als Fachplanung eine zentrale Funktion, aber auch Forst- und Landwirtschaft setzen sich zunehmend mit der Thematik auseinander. Vielerorts fehlen bislang wichtige Grundlagendaten, um die Thematik, mit ihren möglichen Risiken und räumlichen Auswirkungen, umfassend darzustellen.

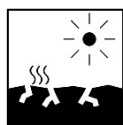
Die Land- und Forstwirtschaft ist sehr anfällig gegenüber den Auswirkungen starker Trockenheit. Gerade in der Landwirtschaft wird häufig künstliche Bewässerung als Lösung forciert, wodurch Ressourcenkonflikte entstehen, bzw. sich verstärken können. Die Wasserentnahme aus Oberflächengewässern bei starker Trockenheit, kann schwerwiegende Folgen für das Ökosystem haben. Derzeit fehlen oft noch Grundlagendaten, um die Folgen von möglichen Grundwasserentnahmen zur Bewässerung von Ackerflächen langfristig abschätzen zu können (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.12). Der Raumplanung wird in diesem Zusammenhang häufig eine Vermittlerrolle zugesprochen. Sie kann hierbei bspw. auf besonders sensitive Gebiete gegenüber Trockenheit aufmerksam machen und so Hinweise zu möglichen Nutzungen geben (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.9- 4.11). Bei der Planung von z.B. Fruchtfolgeflächen (CH) oder Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft (D) können diese Informationen berücksichtigt werden. Auch können Hinweise zur potenziellen Waldbrandgefahren regional dargestellt werden und so in unterschiedliche Planungen einfließen (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.9 und 4.10).

Um den negativen Folgen starker Trockenheit entgegenzuwirken, muss die Planung sich verstärkt dem Rückhalt und der Speicherung von Wasser widmen (vgl. Kap.5.6.4 Beispiel 6.2). Hierbei können Synergien zum Schutz vor Überschwemmungen genutzt werden (vgl. Kap. 5.5 - 5.6). Auch hier können angepasste Grün- und Freiräume einen wichtigen

Beitrag leisten. Maßnahmen zum Umgang mit Trockenheit können gleichzeitig eine Verbesserung des Retentionsvermögens bewirken. Andersherum können z.T. Maßnahmen, die die Retention verbessern, auch Auswirkungen von Trockenheit verringern (z.B. vgl. Kap.5.6.4 Beispiel 6.2).

Entscheidend ist, dass die klimatischen Veränderungen ein Umdenken und die verstärkte Kooperation der involvierten Akteure erfordert, um nachhaltige Lösungen zu entwickeln und umzusetzen.

5.4.4 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

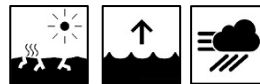


DACH+

Beispiel 4.1: Klimaangepasste Stadtentwicklung und kantonale Richtplanung Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung Aargau

Projekt/ Planung	Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung
Zeitraum	2019-2021
Planungsebene	kommunal und regional
Träger/ Verantwortliche	Kanton Aargau, Landschaft und Gewässer

Anpassung an:



Info

Das Projekt ist Teil des BAFU Pilotprogramms „Anpassung an den Klimawandel“ und wird in vier Agglomerationsgemeinden im Kanton Aargau umgesetzt. Im Fokus steht eine hitzeangepassten Siedlungsentwicklung und die Integration in Planungsprozesse und vorhandene -instrumente wie Bau- und Nutzungsordnung, Sondernutzungsplanung sowie dem kantonalen Richtplan. Hierzu wurden eine Klimaaanalyse und Planhinweiskarten zur Situation am Tag und in der Nacht erstellt sowie ein Leitfaden Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung erarbeitet. Diese Grundlagen werden auf kantonaler Ebene zur Überprüfung und Integration in die Richtplanung genutzt werden.

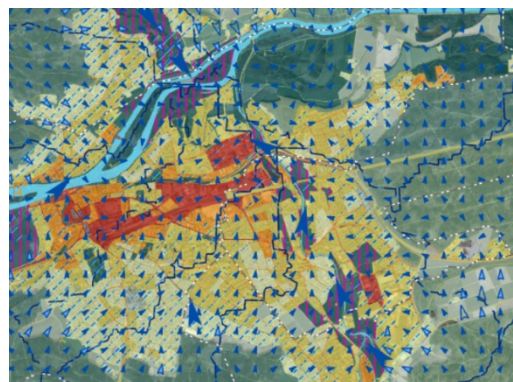
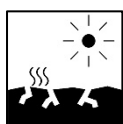


Abb. 4.1 Planungshinweiskarte Nacht Kt. Aargau



DACH+

Beispiel 4.2: Datengrundlage Regionale Klimaaanalyse Hochrhein-Bodensee

Projekt/ Planung	Regionale Klimaaanalyse
Zeitraum	Entwurf 2017
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	RV Hochrhein-Bodensee, Kanton Schaffhausen

Anpassung an:

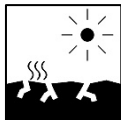


Info

Die Regionale Klimaaanalyse der Region Hochrhein-Bodensee und des Kantons Schaffhausen bietet fundierte Analysegrundlagen für die Erstellung zukünftiger Landschaftsrahmenpläne und regionalplanerischer Entscheidungen zum Thema Luft und Klima. Analysiert wurden Wirkungszusammenhänge lokaler Windsysteme wie Bergwinde und Hangabwinde. Desweiteren wurden Informationen zur Landnutzung, zu potenziellen Kaltluftstaugebieten und Kaltluftbewegungen untersucht. Für die Region ist im Zuge des Klimawandels anzunehmen, dass die Wärmebelastungen in Zukunft weiter steigen werden. Deswegen sind die Ergebnisse der Kaltluftabflussmodellierung von hoher Bedeutung und können als wichtige Entscheidungsgrundlage für klimatologisch verträgliche Steuerungsansätze in der Raumplanung dienen.



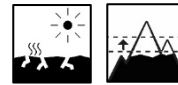
Abb. 4.2 Ausschnitt Klimaaanalysekarte Hochrhein-Bodensee



Beispiel 4.3: Datengrundlage und abgeleitete Handlungsanleitung Klimafibel: Klimaanalyse (REKLIBO) und Anwendung in der Planung

Projekt/ Planung	Klimafibel
Veröffentlichung	2010
Planungsebene	regionale und kommunale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

Anpassung an:

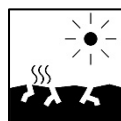


Info

Die regionale Klimaanalyse Bodensee-Oberschwaben untersucht lokale Windsysteme und ist eine wichtige Entscheidungsgrundlage, um Handlungsempfehlungen zur Reduktion von Wärmebelastung und schlechten Durchlüftungsverhältnissen abzuleiten. Die Anwendbarkeit der REKLIBO-Ergebnisse wird in der erstellten Klimafibel ausführlich dargelegt, die einen praxistauglichen Leitfaden für die Regional- und Kommunalplanung darstellt. Auf der regionalen Planungsebene werden die Erkenntnisse der REKLIBO-Analyse für das Schutzgut "Klima und Luft" des Landschaftsrahmenplans als Ziel fokussiert und kartographisch aufbereitet. Auf kommunaler Planungsebene werden fiktive Anwendungsbeispiele erläutert und weiterführende Materialien bereitgestellt.



Abb. 4.3 Ausschnitt der Klimaanalysekarte für den Raum Gehrenberg-Friedrichshafen



Beispiel 4.4: Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen Regionalplan Mittelhessen und Regionalplan Südhessen

Projekt/ Planung	Regionalplan Mittelhessen Regionalplan Südhessen
Stand	2010
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	RP Gießen, Regionalversammlung Mittelhessen; RP Darmstadt, Regionalversammlung Südhessen

Anpassung an:



Info

Im Regionalplan Mittelhessen sowie im Regionalplan Südhessen wurden Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen ausgewiesen. Damit wurde die nachhaltige Sicherung von Gebieten als klimatische Ausgleichsräume bzw. als Luftleitbahnen verankert. Es werden Flächen des Kalt- und Frischluftabflusses benannt und in Form von Vorbehaltsgebieten gesichert bzw. soweit erforderlich, sollen diese wiederhergestellt werden. Im Detail bedeutet dies, dass die benannten Flächen von Bebauung und anderen Maßnahmen, die die Produktion und den Transport frischer und kühler Luft behindern können, freigehalten werden. Somit sollen Planungen und Maßnahmen auf diesen Flächen, die die Durchlüftung von klimatisch bzw. lufthygienisch belasteten Ortslagen verschlechtern können, vermieden werden.

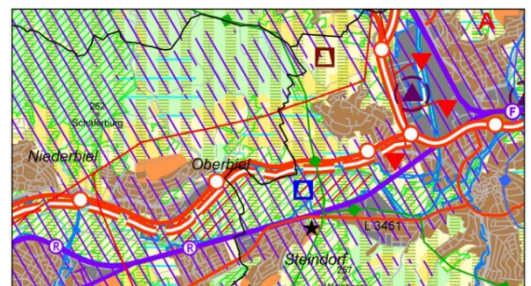
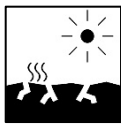


Abb. 4.4 Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen im Regionalplan Mittelhessen (violette Schraffur)

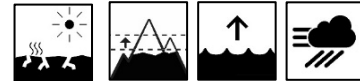


DACH+

Beispiel 4.5: Klimaanpassung im Regionalplan Regionalplan Südlicher Oberrhein

Projekt/ Planung	Regionalplan Südlicher Oberrhein
Stand	2019
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Südlicher Oberrhein

Anpassung an:



Info

Die Erkenntnisse der regionale Klimaanalyse Südlicher Oberrhein (REKLISO) waren eine Entscheidungsgrundlage für Abwägungs- und Fortschreibungsprozesse des Regionalplans Südlicher Oberrhein. REKLISO stellt eine flächendeckende Planungsgrundlage für die Schutzgüter Klima und Luft dar. Zur Verbesserung und Sicherung der Durchlüftung, Lufthygiene und Thermische Situation dienen Regionale Grünzüge und Grünzäsuren. Der Freiraumschutz durch Grünzüge und Grünzäsuren kann viele Funktionen erfüllen. Freiräume sollen in ihrer ökologischen und klimatischen Funktion geschützt, erhalten und weiterentwickelt sowie eine weitere Zerschneidung vermieden werden. Auch weitere Themen der Klimaanpassung fließen in die Planung mit ein.

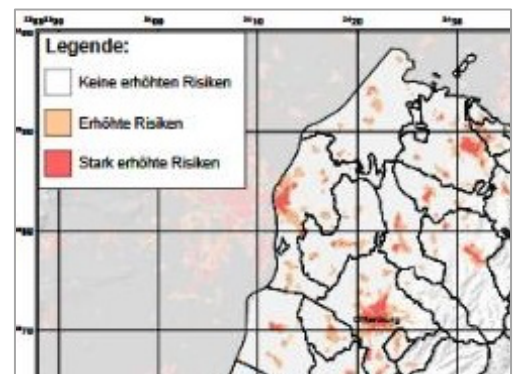


Abb. 4.5 Ausschnitt der Wärmebelastung der Region Südlicher Oberrhein



DACH+

Beispiel 4.6 Festlegungen zu Luftaustauschprozessen Raumordnerische Festlegung von regional bedeutsamen Strukturen

Projekt/ Planung	Regionalplan Westsachsen
Veröffentlichung	Entwurf 2020
Planungsebene	regional Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen

Anpassung an:



Info

Im Regionalplan Westsachsen (Entwurf Stand März 2020) werden weiterhin siedlungsklimatisch bedeutsame Bereiche raumordnerisch mit Gebietsausweisungen gesichert. Neben „Regional bedeutsamen Frischluftentstehungsgebieten“ und „Regional bedeutsamen Kaltluftentstehungsgebieten“ werden symbolhaft „Regional bedeutsame Frischluftabflussbahnen“ und „Regional bedeutsame Kaltluftabflussbahnen“ als „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen“ festgelegt.

Darüber hinaus werden Gebiete mit hoher und sehr hoher Vulnerabilität gegenüber Hitzebelastungen als „Gebiete zur Erhöhung des Anteils an klimatischen Komfortinseln“ festgelegt.

Siedlungsklima - siedlungsklimatisch bedeutsame Räume





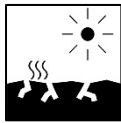
-  Regional bedeutsames Frischluftentstehungsgebiet
-  Regional bedeutsames Kaltluftentstehungsgebiet
-  Regional bedeutsame Kaltluftabflussbahn
-  Regional bedeutsame Frischluftabflussbahn

Abb. 4.6 Ausschnitt aus Legende zur Karte „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen, Regionalplan Westsachsen (Entwurf März 2020)“

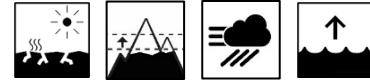


DACH+

Beispiel 4.7 Klimaanpassung durch regionale Grünzüge: Raumordnerische Festlegung von Regionalen Grünzügen und Grünzäsuren als multifunktionale Freiraumbereiche in der Region Westsachsen

Projekt/ Planung	Regionalplan Westsachsen
Stand	Entwurf 2020
Planungsebene	Regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Westsachsen

Anpassung an:



Info

Als Ausweisungskriterien für diese multifunktional bedeutsamen, unbesiedelten Freiräume dienen mit Bezug zur Klimaanpassung potenzielle Kaltluftabflussbahnen mit dazugehörigen Räumen hoher und sehr hoher Kaltluftproduktion sowie Frischluftentstehungsgebiete.

Begründung: Durch Kaltluftproduktion und -transport in klimatische Belastungsgebiete des Verdichtungsraums können bioklimatisch positive Effekte hervorgerufen werden, indem Belastungszustände durch Vermischung und Erneuerung der Luft gemindert werden. Durch Verbauung von Abflussbahnen wird dagegen ein klimatischer Ausgleich verhindert. Mit zunehmender Versiegelung nimmt zudem die Kaltluftproduktion ab, somit auch die Höhe des Kaltluftabflusses und die Durchdringungstiefe bebauter Bereiche.

REGIONALER
PLANUNGSVERBAND
WESTSACHSEN



Karte
(Erläuterungskarte)

REGIONALPLAN WESTSACHSEN 2008 Ausweisungsgrundlagen Regionaler Grünzüge

Maßstab 1 : 150 000



Regionaler Grünzug (mit Gebietsnummer)

Abb. 4.7 Ausschnitt Ausweisungsgrundlagen Regionale Grünzüge, Regionalplan Westsachsen 2008



DACH+

Beispiel 4.8 Grenzüberschreitendes Konzept: Freiraum und Klima Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein

Projekt/ Planung	Agglo Werdenberg-Liechtenstein
geplante Fertigstellung	2021
Planungsebene	regional, interkommunal
Träger/ Verantwortliche	Verein Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein

Anpassung an:



Info

Im Rahmen des Schweizer Agglomerationsprogramms der 4. Generation werden Grundlagen, Handlungsfelder und Maßnahmen für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung in der Region Werdenberg und Fürstentum Liechtenstein erarbeitet. Für das grenzüberschreitende Projekt wird von der ETH Zürich und dem Büro Hager ein auf die Siedlungsentwicklung abgestimmter Konzeptentwurf zum öffentlichen Raum und Freiraum, inklusive dessen Beitrag zum Siedlungsklima, entwickelt. Schnittstellen zur kantonalen Richtplanung sind die Sicherung wichtige Kaltluftkorridore und siedlungstrennender Landschaften/Siedlungstrenggürtel, die Gestaltung der Siedlungsränder sowie das überörtliche Aufzeigen erhöhten Handlungsbedarfes.

Massnahmenkarte Siedlungsränder

Siedlungslandschaften

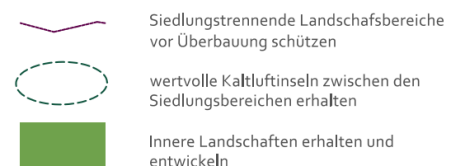
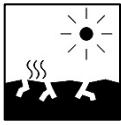


Abb. 4.8 Ausschnitt Legende Entwurf Maßnahmenkarte Siedlungsränder



DACH+

Beispiel 4.9: Informelles regionales Konzept – Planungshinweiskarten Hitze und Trockenheit

Projekt/ Planung	Klimawandelvorsorgestrategie
Zeitraum	2016 - 2019
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Region Köln/ Bonn e.V.

Anpassung an:



Info

Im Rahmen der Klimawandelvorsorge befasst sich die Region Köln/ Bonn aktiv mit dem Klimaschutz und der Klimaanpassung. Grundlage der Klimawandelvorsorge ist eine Klimawirkungsanalyse für die Region. Diese großräumige Analyse zeigt auf, welche Klimawirkungen in den Kommunen und Stadtbezirken der Region auftreten. Sie beinhaltet eine integrierte Planungshinweiskarte und differenzierte Analysen zur Wärmebelastung von Bevölkerung und sozialer Infrastruktur, Luftleitbahnen, Kaltluft-Einzugsgebiete, Trockenheitsrisiko für Wald und Ackerbau sowie Niedrigwasserrisiko und Trinkwasserversorgung. Diese Grundlagen werden in der Region Köln/ Bonn genutzt, um eine hitze- und trockenheitsangepasste Regionalentwicklung zu verfolgen.

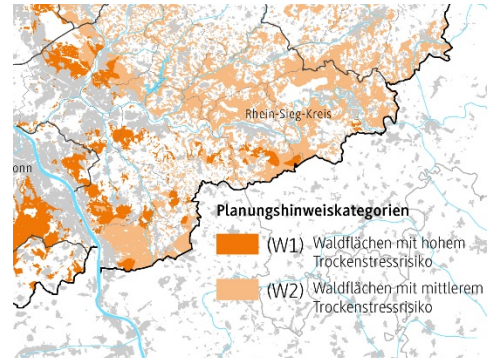
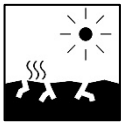


Abb. 4.9 Ausschnitt Planungshinweiskarte, Trockenstressrisiko Wälder in der Region Köln/Bonn



DACH+

Beispiel 4.10: Umgang mit Waldbrandgefahren

Festlegung von regional bedeutsamen Schwerpunktbereichen für den Waldumbau in der Region Westsachsen

Projekt/ Planung	Regional bedeutsamen Schwerpunktbereichen für den Waldumbau
Veröffentlichung	2020
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	RV Leipzig Westsachsen

Anpassung an:



Info

Im neuen Regionalplan der Region Leipzig-Westsachsen (Entwurf März 2020) wird das Risiko gegenüber Waldbränden thematisiert und in der Planung berücksichtigt. Die Vulnerabilität gegenüber Waldbrand wird auf regionaler Ebene aufgezeigt. Die Anpassungskapazität der Region ist insgesamt erheblich. Allerdings ist vor dem Hintergrund der großräumig zu erwartenden Veränderungen und Sensitivitäten im forstlichen Bereich zu fragen, wo im regionalen Maßstab Schwerpunkte des Waldumbaus in Anpassung an den Klimawandel gesetzt werden sollten. Deshalb werden „Regionalen Schwerpunkte des Waldumbaus“ in Karte 15 „Sanierungsbedürftige Bereiche der Landschaft“ festgelegt.

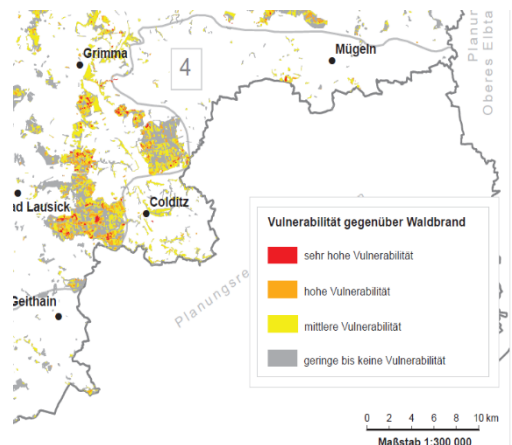
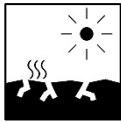


Abb. 4.10 Vulnerabilität gegenüber Waldbrand in der Region Westsachsen



DACH+

Beispiel 4.11: Umgang mit lokaler Wasserknappheit – Wasserknappheitshinweiskarten Bestimmung von Regionen mit Handlungsbedarf bei Trockenheit

Projekt/ Planung	Bestimmung von Regionen mit Handlungsbedarf bei Trockenheit
Veröffentl.	DACH+ 2016
Planungsebene	kantonale Ebene
Träger/ Verantwortliche	BAFU (CH)

Anpassung an:



Info

Das BAUFU erstellte drei Expertenberichte zur Unterstützung der Kantone im Umgang mit lokaler Wasserknappheit. Für den präventiv-langfristigen Umgang mit Wasserknappheit sollen zunächst die Regionen mit Handlungsbedarf identifiziert werden. Hier sollen dann mit Hilfe einer regionalen vorausschauenden Planung Konflikte vermieden und die langfristige Verfügbarkeit der Wasserressourcen sichergestellt werden. Darüber hinaus gibt es einen Werkzeugkasten zum kurzfristigen Umgang mit Ausnahmesituationen. Die vorgestellten Methoden dienen somit der Analyse der vorhandenen Wasserressourcen, ihrer Erschließung und des Wasserbedarfs. Aus den gewonnenen Kenntnissen kann der Handlungsbedarf für regionale Wasserressourcenplanungen abgeleitet werden.

Handlungsbedarf bezüglich Wasserknappheitsprobleme:



Abb. 4.11 Schematisches Beispiel der Wasserknappheitshinweiskarte eines Kantons



DACH+

Beispiel 4.12: Grundlagen zur Beurteilung des Einflusses von Bewässerung mit Grundwasser WasserZukunftKlettgau

Projekt/ Planung	WasserZukunftKlettgau
Zeitraum	2019 - 2021
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Tiefbau Schaffhausen (TSH), Begleitung BAUFU und BLW

Anpassung an:



Info

Das Projekt WasserZukunftKlettgau ist Teil des BAUFU Pilotprogramms zur Anpassung an den Klimawandel. In der Landwirtschaft entsteht durch zunehmende Trockenheit immer mehr Bedarf an künstlicher Bewässerung. Im Kanton Schaffhausen ist die Nutzung des kommunalen Trinkwassernetzes zur Bewässerung nicht vorgesehen. Das Projekt ermittelt Grundlagen, um Auswirkungen einer möglichen landwirtschaftlichen Bewässerung mit Grundwasser fundiert abschätzen zu können. Eine kohärente und nachhaltige Vollzugsstrategie zur Grundwassernutzung wird entwickelt, in der auch landschaftliche Aspekte berücksichtigt werden. Auf diese Weise sollen Planungssicherheit für Landwirte geschaffen und Wassernutzungskonflikte verhindert bzw. entschärft werden.



Abb. 4.12 Gemüseanbau im Klettgau



5.5 HOCHWASSER

Die mögliche Zunahme von Hochwassern wurde in Kapitel 4.2 dargestellt und empfindliche Raumstrukturen beleuchtet. Viel Erfahrungen im Umgang mit Hochwasser als Naturgefahr bestehen, wobei die Raumplanung einen wichtigen Beitrag leistet. Unter der Klimawandelfolge „Hochwasser“ werden durch Fließgewässer verursachte Überschwemmungen zusammengefasst. Überschwemmungen im Zusammenhang mit Starkregenereignissen werden in den Kapiteln 4 und 5 unter ‚Starkregen und Sturm‘ separat behandelt (vgl. Kap.4.3 und Kap.5.6).

5.5.1 THEMEN DER REGIONALEN RAUMPLANUNG

Die Raumplanung hat verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung räumlicher Entwicklungen an ein verändertes Hochwasserregime beizutragen. Insbesondere eine enge Zusammenarbeit mit der Fachplanung für Hochwassermanagement ist essenziell.

Auf folgende Themenbereiche kann die Raumplanung direkt oder indirekt Einfluss nehmen:

Überschwemmungen im Bereich von Fließgewässern:

- ☐ Vorbeugender Hochwasserschutz
- ☐ Sicherung und Entwicklung des Retentionsvermögens der Landschaft
- ☐ Renaturierung bzw. Revitalisierung von Fließgewässern
- ☐ risikoangepasste Siedlungs- und Freiraumentwicklung
- ☐ Reduktion der Flächeninanspruchnahme
- ☐ Sicherung von Siedlungsflächen und landwirtschaftlichen Anbauflächen

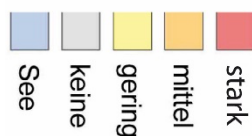
5.5.2 MASSNAHMEN UND HANDLUNGSERFORDERNISSE

In allen regionalen Klimaanpassungsstrategien und Publikationen werden Maßnahmen zum Umgang mit einer Zunahme von Hochwassern formuliert, die direkt oder indirekt das Handlungsfeld Raumplanung betreffen⁴⁷.

Diese Maßnahmen dienen zur Einschätzung der Handlungserfordernisse der Raumplanung im DACH+ Raum. Insgesamt können hohe bis mittlere Handlungserfordernisse der Raumplanung angenommen werden. Der qualitative Vergleich in Abbildung 37 ermöglicht einen Gesamtüberblick über den DACH+ Raum basierend auf den regionalen Publikationen⁴⁸. Die jeweiligen Handlungserfordernisse und Maßnahmen in den Regionen sind den entsprechenden und aktuellen Publikationen zu entnehmen (vgl. Kap. 2.1).

⁴⁷ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015/2018/2020, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Appenzell Ausserrhoden 2020, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

⁴⁸ ebd.



Handlungserfordernis der Raumplanung

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen
(siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020

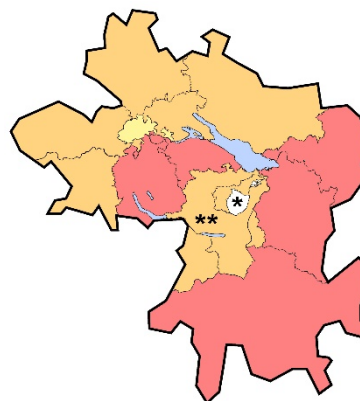


Abbildung 37 Handlungserfordernisse der Raumplanung im DACH+ Raum in Bezug auf Hochwasser basierend auf den regionalen Publikationen* und Einschätzungen** (HHP.raumentwicklung)

Aufgabe der Raumplanung ist es, das Risiko und das Schadenspotenzial durch Hochwasser zu minimieren (ANU 2015c) (vgl. Kap.5.1). Angestrebt wird eine risikobasierte Raumentwicklung im Rahmen der Nutzungsplanung (vgl. Kap.6.4). Dem integralen Risikomanagement, bestehend aus Monitoring, der Umsetzung von baulichen und raumplanerischen Schutzmaßnahmen und Notfallkonzepten, kommt im Hinblick auf eine klimabedingte Veränderung der Gefahrensituation eine steigende Bedeutung zu (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, Kt.Zürch 2018c, ANU 2015c, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, Kt.Thurgau 2012).

Die regionalen Strategien und Publikationen zur Klimaanpassung unterscheiden sich zum Teil erheblich in der Ausformulierung der Maßnahmen. So gibt es allgemein gehaltene Aussagen, z.B. für die Kantone Aargau und Glarus, aber auch sehr konkrete Maßnahmenpläne wie z.B. für den Kanton Zürich oder das Land Bayern. Im Folgenden werden Beispiele von Maßnahmen zur Übersicht aufgeführt.

Beispiele von Maßnahmen aus regionalen Publikationen im DACH+ Raum

Sicherung von Flächen

- Minimierung der Inanspruchnahme von Flächen (BaySt-MUV 2016, UM BW 2015)
- Verbindliche Raumsicherung entlang der Flussläufe zum Hochwasserschutz unter Berücksichtigung künftiger Entwicklungen (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016)
- Ermitteln und Ausweisen von Überschwemmungsgebieten (Kt.Thurgau 2012)
- Sicherung und Ausbau von Ableitungsmöglichkeiten (z.B. Hochwasserkorridoren) (Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016)

Verbesserung der Retention

- Sicherung und Ausbau von Retentionsflächen (Kt.Zürch 2018c, BaySt-MUV 2016, ANU 2015c, UM BW 2015, BAFU 2013, Kt.Thurgau 2012)
- Umsetzung von multifunktionalen Flächenkonzepten z.B. Nachnutzungen auf Brachflächen oder Nutzung von Parkflächen als Retentionsraum bei Hochwasser (BaySt-MUV 2016)

- Verbesserung des Retentionsvermögens von Gebäuden, Dächern und Grundstücken (BaySt-MUV 2016, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, UM BW 2015)

Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung

- Vermeidung von Siedlungen und Infrastruktur in stark hochwassergefährdeten Gebieten (BaySt-MUV 2016, ANU 2015c, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, BAFU 2013)
- Objektschutzmaßnahmen für Bauten in gefährdeten Gebieten (Kt. Thurgau 2012, BAFU 2013)
- Stärkung der Eigenvorsorge und des Objektschutzes (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015)

Natürlicher Wasserrückhalt

- Renaturierung bzw. Revitalisierung der Oberflächengewässer (BaySt-MUV 2016, Kt.Schaffhausen 2011, Kt.Thurgau 2012)
- Sicherung von Feuchtgebieten (UM BW 2015)

Programme, Pläne und Projekte

- Ausbau des Hochwasserschutzprojekts (Alpenrhein – Projekt Rhessi) (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015)
- Umsetzung bestehender Programme und Pläne (z.B. Hochwasserrisiko-Managementplan der EU-Hochwasserrichtlinie) (BaySt-MUV 2016, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015)

Monitoring und Datengrundlagen

- Maßnahmen zur Umsetzung von Gefahrenkarten; regelmäßige Anpassung der Grundlagen (ANU 2015c, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, Kt.Thurgau 2012, BAFU 2013)

5.5.3 GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DER REGIONALEN PLANUNG

Je nach Planungssystem (vgl. Kap. 2.2) und Aufgabenstellung unterscheiden sich die Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung in den unterschiedlichen Regionen. Der Umgang mit Hochwasserereignissen ist in der regionalen Planung etabliert, indem sie zum einen Flächen für das Hochwassermanagement sichern kann. Zum anderen kann sie durch die Verringerung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr, den Schutz von Freiräumen und eine risikobewusste Siedlungsentwicklung Einfluss auf das Hochwasserrisiko nehmen. Darüber hinaus kann durch die Regionalplanung das Retentionsvermögen insbesondere auch in sog. Hochwasserentstehungsgebieten und Überschwemmungsgebieten erhalten und gefördert werden. In Kapitel 5.5.4 werden Beispiele für Maßnahmen der regionalen Planung aufgezeigt, die zu einer Anpassung des Raums an eine Zunahme von Hochwassern beitragen.

Für ein erfolgreiches Hochwassermanagement ist eine gute Zusammenarbeit der Raumplanung mit der Fachplanung Wasserwirtschaft unbedingt notwendig. Die regionale Planungsebene kann insbesondere dazu dienen großräumig Überschwemmungsgebiete, Retentionsflächen und Abflusskorridore oder auch Flächenreserven für zukünftige Veränderungen zu sichern. Ein sehr gutes Beispiel hierfür ist die Blauzone Rheintal (vgl. Kap.5.5.4 Beispiel 5.2).

Hervorzuheben ist hier, dass durch die Blauzone auf regionaler Ebene vorsorglich Flächen für das Hochwassermanagement gesichert werden, ausgehend von einem Überschwemmungsgebiet für extreme Hochwasserereignisse (HQ₃₀₀) sowie unter Berücksichtigung des Klimawandels. Zudem wurden weitere vorausschauende Optionen, wie eine mögliche Verlegung der Rheinmündung, gesichert. Zur Abgrenzung der Blauzone dienten auch Strukturmerkmale der Landschaft und Grünzonengrenzen. Durch die Blauzone werden bestehende und potenzielle Überschwemmungsgebiete, Retentionsflächen und Abflusskorridore verbindlich vor einer entgegenstehenden Nutzung geschützt.

Neben dem Freihalten von potenziellen Überschwemmungsgebieten kann die regionale Planung auch die Retention in Einzugsgebieten bzw. sog. Hochwasserentstehungsgebieten berücksichtigen. Werden hier Maßnahmen ergriffen, kann dies insbesondere durch die Reduktion von Oberflächenabflüssen, auch das Risiko für Überschwemmungen durch Fließgewässer reduzieren. Der Regionalplan Westsachsen ist hier ein gutes Beispiel (vgl. Kap.5.5.4 Beispiel 5.3). In Gebieten zur Verbesserung des Wasserrückhaltes ist es Ziel das Retentionsvermögen zu erhalten und zu fördern. Diese Gebiete sind auf ein KlimaMORO Projekt zurückzuführen. Ebenfalls der Verbesserung der Retention dient der Grundsatz im Regionalplan Ackerfläche in Überschwemmungsgebieten in Wald oder Grünland umzuwandeln. Die Gebiete zur Verbesserung des Wasserrückhaltes wurden im Landschaftsrahmenplan anhand eines sehr geringen Wasserrückhaltevermögens ermittelt. Sie sind nicht auf Überschwemmungsgebiete festgelegt, sondern fokussieren auf das Einzugsgebiet von Fließgewässern. Somit dienen sie dem vorbeugenden Hochwasserschutz und sind insbesondere auch hilfreich gegen durch starke Niederschläge verursachte Überschwemmungen (vgl. Kap.5.6). Der Regionalplan sieht vor, dass die Maßnahmen in den Gebieten zur Verbesserung des Wasserrückhaltes im Zuge der Eingriffsregelung in Form von Ausgleichsmaßnahmen erfolgen sollen.

Die regionale Planung kann den Hochwasserschutz mit ökologischen Zielsetzungen herausstellen und damit stärken. Zum Beispiel wird im Regionalplan Westsachsen der Grundsatz formuliert, dass Hochwasserschutz und ökologisch orientierte Maßnahmen der Gewässerentwicklung zu harmonisieren sind. Im Regionalplan Altmark (vgl. Kap.5.5.4 Beispiel 5.1) wird bspw. ein multifunktionaler Ansatz verfolgt, wobei festgelegte Überschwemmungsgebiete als Bestandteil eines übergeordneten ökologischen Verbundsystems fungieren. Eine weitere Idee, wie Gewässerentwicklung und Hochwasserschutz im Rahmen eines multifunktionalen Freiraumschutzes geplant werden können, sind Raumordnerische Festlegungen für Gewässerentwicklungsflächen: „Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung“ (vgl. Kap.5.5.4 Beispiel 5.5).

Darüber hinaus können Analysen zur Betroffenheit bei einer Zunahme von Hochwasserereignissen als Grundlage für eine klimawandelangepasste Regionalentwicklung genutzt werden (vgl. Kap.5.5.4 Beispiel 5.4).

5.5.4 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN



DACH+

Beispiel 5.1: Vorranggebiete für Hochwasserschutz als ökologisches Verbundsystem Regionalplan Altmark (KlimaMORO/ KlimReg)

Projekt/ Planung	Vorranggebiete für Hochwasserschutz
Aufstellung	2005 (Ergänzung Entwurf 2019)
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionale Planungsgemeinschaft Altmark

Anpassung an:





Info

Der Regionalplan Altmark beinhaltet Festschreibungen für Vorranggebiete zur Sicherung von Überschwemmungsgebieten. Unter Verwendung eines multifunktionalen Ansatzes werden besondere Einflüsse der Flächen auf Natur und Landschaft und darüber hinaus die Eingliederung in ein übergeordnetes ökologisches Verbundsystem berücksichtigt. Folgendes Ziel wird formuliert: „Vorranggebiete für Hochwasserschutz sind Gebiete zur Erhaltung der Flussniederungen für den Hochwasserrückhalt und den Hochwasserabfluss sowie zur Vermeidung von nachteiligen Veränderungen der Flächennutzung, die die Hochwasserentstehung begünstigen und beschleunigen. Diese Gebiete sind zugleich in ihrer bedeutenden Funktion für Natur und Landschaft zu erhalten.“

5.1. SCHUTZ DES FREIRAUMS

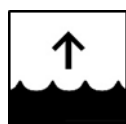
5.1.1. Natur und Landschaft

-  Vorranggebiet für Natur und Landschaft
-  Vorbehaltsgebiet für den Aufbau eines ökologischen Verbundsystems

5.1.2. Hochwasserschutz

-  Vorranggebiet für Hochwasserschutz

Abb. 5.1 Regionalplan Altmark 2005, Entwurf Ergänzung 2019, Ausschnitt Legende



DACH+

Beispiel 5.2: Regionale Sicherung von potenziellen Freiflächen für den Hochwasserschutz Blauzone Rheintal – Österreichische Auenstrategie 2020+

Projekt/ Planung	Sicherung überörtlicher Freiflächen zum Schutz vor Hochwasser
Stand	2016
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Amt der Vorarlberger Landesregierung

Anpassung an:



Info

Der Landesraumplan Blauzone ist rechtverbindlich und sichert Flächen zur Notentlastung des Alpenrhein durch natürliche Überflutungsareale, potenzielle Retentionsflächen und Ableitungskorridore. Dem Landesraumplan liegt ein intensiver Abstimmungsprozess aller Beteiligten zu Grunde. Gebiete innerhalb der Blauzone müssen in den Flächenwidmungsplänen als Freifläche-Freihaltegebiet [FF] gewidmet sein. Durch die Kombination von Blau- und Grünzonen kann ein effektiver Hochwasserschutz betrieben werden, der fachliche Raumplanungsaspekte und schutzwasserbauliche Gegebenheiten gleichermaßen berücksichtigt. Zudem fließen die Folgen des Klimawandels mit in die Modellierungen ein, sodass es auch in Zukunft zu weiteren dynamischen Änderungen in der Abgrenzung kommen kann.



Abb. 5.2 Übersichtskarte Blauzone Rheintal



DACH+

Beispiel 5.3: Erhalt und Verbesserung des Wasserrückhalts in Hochwasserentstehungsgebieten: Klimaanpassung Regionalplan Westsachsen (KlimaMORO/ KlimReg)

Projekt/ Planung	Gebiete zur Verbesserung des Wasserrückhalts
Aufstellung	2008
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (BBSR und BBR)

Anpassung an:



Info

Der Entstehung von Hochwasser kann durch eine verbesserte Wasserrückhaltung (Retention) in den Einzugsgebieten von Fließgewässern und den Auen begegnet werden. Der Regionalplan Westsachsen beinhaltet das Ziel: „in den „Gebieten zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts“ sind Beeinträchtigungen des Wasserrückhaltevermögens durch großflächige Bodenversiegelungen, die Beseitigung abflussdämmender Vegetationsbestände, nutzungsbedingte Bodenverdichtungen und Verringerung des natürlichen Retentionsraums der Fließgewässer zu vermeiden oder zu unterlassen. Nutzungen und Maßnahmen, die eine Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens in diesen Gebieten begünstigen, sind zu befördern.“ Maßnahmen zur Erhöhung des Retentionsvermögens wie z. B. die Anlage abflusshemmender Vegetationsbestände auf Flächen mit starken Hangneigungen können als Ausgleichsmaßnahme dienen.

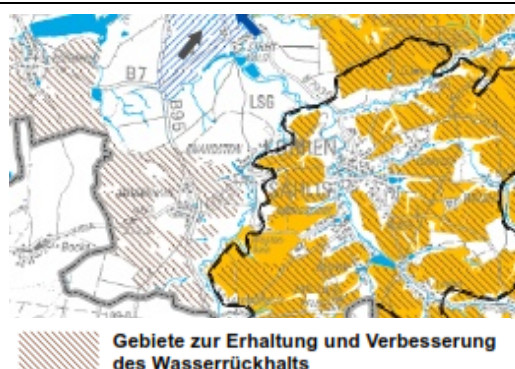
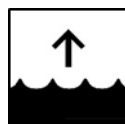


Abb. 5.3 Ausschnitt Karte Bereiche der Landschaft mit bes. Nutzungsanforderungen Regionalplan Westsachsen



DACH+

Beispiel 5.4: Informelles regionales Konzept Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Hochwasser

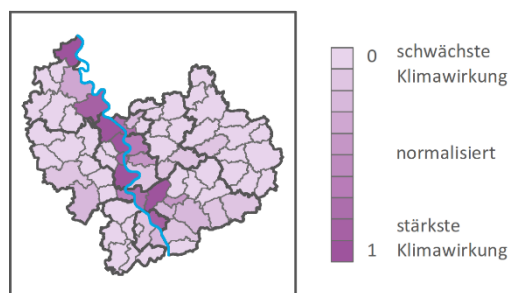
Projekt/ Planung	Klimawandelvorsorgestrategie
Zeitraum	2016 - 2019
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Region Köln/ Bonn e.V.

Anpassung an:



Info

Im Rahmen der Klimawandelvorsorge befasst sich die Region Köln/ Bonn aktiv mit dem Klimaschutz und der Klimaanpassung. Grundlage der Klimawandelvorsorge ist eine Klimawirkungsanalyse für die Region Köln/ Bonn. Diese großräumige Analyse zeigt auf, welche Klimawirkungen in den Kommunen und Stadtbezirken der Region auftreten. Sie beinhaltet eine integrierte Planungshinweiskarte und differenzierte Analysen zum Hochwasserrisiko von Siedlungslagen und Verkehrsinfrastruktur unter Berücksichtigung der verschiedenen zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten. Diese Grundlagen werden in der Region Köln/ Bonn genutzt, um eine klimawandelangepasste Regionalentwicklung zu verfolgen.



Zukunft „Starker Wandel“

Abb. 5.4 Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungen durch Flusshochwasser, Region Köln/Bonn (Region Köln Bonn 2021b)

Innovative Idee 5.5: Gewässerentwicklung im Rahmen eines multifunktionalen regionalen Freiraumschutzes - Raumordnerische Festlegungen für Gewässerentwicklungsflächen: Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung



DACH+

Idee Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung

Anpassung an:



Veröffentlichung 2020

Planungsebene regionale Ebene

Grundlagen Bernard et al. 2020

Info

In „Der „gute ökologische Zustand“ von Gewässern. Synergien zwischen Wasserrahmenrichtlinie und Naturschutz nutzen“ wird die raumordnerische Sicherung von Flächen zur Gewässerentwicklung als Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung vorgeschlagen. Dies würde sich auf genehmigungspflichtige Vorhaben auswirken. Die Autoren weisen darauf hin, dass zwar eine ökologische Gewässer- und Auenentwicklung in der regionalen Planung meist gefördert wird, jedoch bislang Festlegungen, die auf die Multifunktionalität oder die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer ausgerichtet sind, selten in Regionalplänen zu finden sind (Schmitt 2018, Seite 143 ff., Spannowsky 2016, Seite 28 ff.).



Abb. 5.5 überflutete Auenlandschaft



5.6 STARKREGEN UND STURM

Die möglichen Veränderungen von Sturmregimen und die Zunahme von Starkregenereignissen wurden in Kapitel 4.3 dargestellt, die komplexen Wirkungsketten und empfindlichen Raumstrukturen beleuchtet. Für die räumliche Planung ist in diesem Zusammenhang insbesondere der Umgang mit Sturzfluten ein wichtiges Themenfeld. Überschwemmungen im Zusammenhang mit Starkregenereignissen bzw. Hangwasser unterscheiden sich von denjenigen Hochwasserereignissen, die im Bereich von Fließgewässern auftreten (vgl. Kap.4.2 und Kap.5.5), sodass hier eine detaillierte Betrachtung sinnvoll erscheint.

Die Erfahrungen im Umgang mit Flusshochwassern ist deutlich größer als im Umgang mit den Gefahren durch Starkregen. Hierbei sind insbesondere auch die Aspekte Bodenerosion und Verschlammung als Themen in der Planung zu berücksichtigen. Bei den Gefahren durch Sturm, insbesondere dem Sturmwurf von Bäumen, bestehen Parallelen zum Thema Waldbrandgefahr (vgl. Kap.4.3 und Kap.5.4). Hangrutsche, die im Zusammenhang mit Starkregen und Sturm auftreten, werden als Massenbewegung in Kapitel 5.7 behandelt.

5.6.1 THEMEN DER REGIONALEN RAUMPLANUNG

Die Raumplanung hat verschiedene Möglichkeiten, räumliche Entwicklungen an mögliche Starkregenereignisse und Sturm anzupassen.

Auf folgende Themenbereiche kann die Raumplanung direkt oder indirekt Einfluss nehmen:

Überschwemmungen durch Hangwasser (Sturzfluten):

- ☐ Sicherung und Entwicklung des Retentionsvermögens der Landschaft
- ☐ Vorbeugender Hochwasserschutz und Risikomanagement
- ☐ Sicherung von Siedlungsflächen und von landwirtschaftlichen Anbauflächen
- ☐ angepasste Siedlungs- und Freiflächenentwicklung
- ☐ Reduktion der Flächeninanspruchnahme

Erosion und Verschlammung:

- ☐ Bodenerhaltung
- ☐ Sicherung von landwirtschaftlichen Anbauflächen
- ☐ Sicherung und Entwicklung des Retentionsvermögens von Böden
- ☐ risikoangepasste Landnutzungsänderung

Gefährdungen durch Sturmwurf:

- ☐ Abstandsregelungen zu Waldbeständen
- ☐ risikoangepasste Landnutzungsänderungen

5.6.2 MASSNAHMEN UND HANDLUNGSERFORDERNISSE

Maßnahmen zum Umgang mit einer Zunahme von Starkregen und Sturm, die direkt oder indirekt das Handlungsfeld Raumplanung betreffen⁴⁹, werden nicht im Zuge aller regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen formuliert. Dem Themenfeld kommt grundsätzlich eine geringere Bedeutung zu als den Themen Hochwasser, Hitze und Dürre.

Die formulierten Maßnahmen dienen zur Einschätzung der Handlungserfordernisse der Raumplanung und ermöglichen einen qualitativen Vergleich im DACH+ Raum basierend auf

49 Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015/2018/2020, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Appenzell Ausserrhoden 2020, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

den regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen (vgl. Abbildung 38). Die jeweiligen Handlungserfordernisse und Maßnahmen in den Regionen sind den entsprechenden und aktuellen Publikationen zu entnehmen (vgl. Kap. 2.1).



Abbildung 38 Handlungserfordernisse der Raumplanung im DACH+ Raum in Bezug auf Starkregen und Sturm basierend auf den regionalen Publikationen* und Einschätzungen** (HHP.raumentwicklung)

Das Thema Starkregen und Sturm wird sehr unterschiedlich von den regionalen Anpassungsstrategien berücksichtigt, viele Konzepte sehen hier keinen expliziten Handlungsbedarf für die räumliche Planung. Insgesamt kann eine mittlere bis geringe Handlungserfordernisse der Raumplanung angenommen werden. Ziel ist meist die Reduktion von Risiken und Schadenspotenzial. Bei den Maßnahmen geht es grundsätzlich um eine verbesserte Versickerung oder Ableitung von Wasser. Im Folgenden werden Beispiele von Maßnahmen zur Übersicht aufgeführt.

Beispiele von Maßnahmen aus regionalen Publikationen im DACH+ Raum

Retention

- ☐ Sicherung von Retentionsflächen (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015)
- ☐ Verbesserung des Retentionsvermögens (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015)
- ☐ Erhöhung der Wasserrückhaltekapazität von Siedlungsstrukturen (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, UM BW 2015)
- ☐ Revitalisierung bzw. Renaturierung von Gewässern (Kt. Schaffhausen 2019)
Grundlagen, Erstellung von Konzepten, Anwendung
- ☐ Kommunales Risikomanagement „Überflutungsschutz“ umsetzen und integrierte Planungsprozesse für eine wassersensitive Stadtentwicklung etablieren (UM BW 2015)
- ☐ Anwendung der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss (Kt. Schaffhausen 2019)

Siedlungsentwässerung

- ☐ Errichtung von Grabensystemen in vernässungsgefährdeten Siedlungsbereichen zur Förderung der Entwässerung (BaySt-MUV 2016)
- ☐ Sicherstellung der Siedlungsentwässerung (Kt.Zürch 2018c, UM BW 2015, BAFU 2013).

5.6.3 GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DER REGIONALEN PLANUNG

Die regionale Planung kann vor allem durch den Erhalt und die Verbesserung des Wasserrückhaltes und eine angepasste Siedlungs- und Freiraumentwicklung dazu beitragen, das Risiko durch Überschwemmungen zu reduzieren.

Hierzu sind zum einen Datengrundlagen zur Retentionsfähigkeit und Erosionsgefährdung zentral, die von den entsprechenden Fachplanungen ermittelt werden. Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Ansätze die Veränderungen des Starkregenrisikos in die Planungsgrundlagen einzubeziehen. Das Kommunale Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg umfasst zum Beispiel ein Verfahren zur Beurteilung des Eintragsrisikos von „Schlamm“ in die Fließwege des bei Starkregen abfließenden Oberflächenwassers (LUBW 2016, Anhang 6 2019). Grundlagen sind die Bodenerosionsgefährdung, die sich aus den Faktoren Landnutzung, Hangneigung und mittlerer langjähriger Bodenabtrag zusammensetzt, sowie Abflussbahnen von Oberflächenwasser (ebd.). Eine regionale Anwendung kann geprüft werden. Darüber hinaus gibt es zum Beispiel den Ansatz die Folgen des Klimawandels in der Bodenabtragsgleichung durch eine Anpassung des R-Faktors zu berücksichtigen (vgl. May et al. 2016). Auf diese Weise können mögliche Änderungen der Erosionsgefährdung dargestellt werden.

Insbesondere im Zusammenhang mit Vorranggebieten für Landwirtschaft (D) oder Fruchtfolgeflächen (CH), können Informationen über die Erosionsgefährdung genutzt werden.

Um Starkregen aufzunehmen ist das Retentionsvermögen von Böden und Landschaft entscheiden. Das regionale Klimaanpassungskonzept der KLAR!-Region südliches Weinviertel (A) umfasst eine regionale Analyse der Versickerungsfähigkeit der Böden (vgl. Kap.5.6.4 Beispiel 6.2). Diese dient als Planungsgrundlage für Kommunen mit dem Ziel, die Versickerung und Regenwasserspeicherung auf privaten Grundstücken zu fördern.

Entsprechende regionale Datengrundlagen können genutzt werden, um zum Beispiel „Gebieten zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhaltes“ im Regionalplan aufzuzeigen (vgl. Kap. 5.5.4 Beispiel 5.3 und Beispiel 6.1). Hierbei kann ebenfalls die Problematik der Bodenerosion auf regionaler Ebene thematisieren und Festlegungen zum Erhalt und zur Verbesserung der Situation getroffen werden. Die Datengrundlagen der Beispiele stammen aus den Landschaftsrahmenplänen (D) der Regionen (vgl. Kap. 5.5.4 Beispiel 5.3 und Beispiel 6.1) und können als Begründung für multifunktionale Festlegungen wie Grünzüge (D) und Grünzone (A) dienen.

Das Projekt KlimReg (D) schlägt vor, dass für die Verbesserung der Retention von Niederschlägen und zur Verhinderung von Erosion auch die Ausweisung von Vorranggebieten denkbar ist (vgl. Kap. 5.6.4 Beispiel 6.3).

Neben den Datengrundlagen zur Ermittlung der Retentionsfähigkeit und Erosionsgefährdung sind Grundlagen zur Einschätzung des Sturzflutrisikos wichtig, um eine angepasste Siedlungs- und Freiraumentwicklung in der regionalen Planung zu forcieren. Ein gutes Beispiel ist hier die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss (CH), die für die gesamte Schweiz potenzielle Gefährdungen durch Sturzfluten abbildet (vgl. Kap. 5.6.4 Beispiel 6.5). Ein weiterer Ansatz stellt die regionale Betrachtung des potenziellen Sturzflutrisikos dar (vgl. Kap. 6.7 und vgl. Kap. 5.6.4 Beispiel 6.4). Der Ansatz wurde im Zuge dieses Projektes für den DACH+ Raum angewendet.

Spezielle Informationen und Hilfestellungen zum Thema bietet das Projekt RAINMAN (EU), das teilweise auch regionale Behörden adressiert, die auf der Suche nach geeigneten Bewertungsmethoden, Darstellungsmethoden, Maßnahmen und Beispielen sind und regional Informationen und Hilfestellungen bieten wollen (vgl. Kap.5.6.4 Beispiel 6.6).

Für die Modellregionen wurde das Thema Starkregen beispielhaft analysiert (vgl. Kap.6.7). In Kapitel 5.5.4 werden Beispiele gezeigt, wie die regionale Planung zur Anpassung an die Risiken bei einer Zunahme von Starkregenereignissen beitragen kann.

5.6.4 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN



DACH+

Beispiel 6.1: Erhaltung und Verbesserung der Retention Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge (KlimaMORO/ KlimReg)

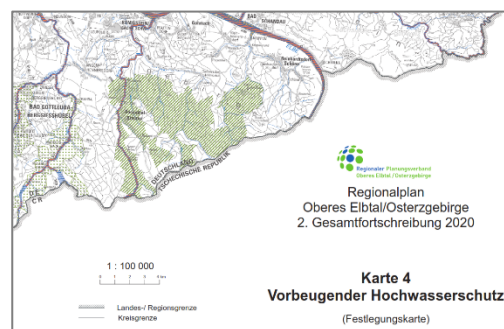
Projekt/ Planung	Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts
Fortschreibung	2020
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge

Anpassung an:



Info

Der Regionalplan stellt ‚Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts‘ und wassererosionsgefährdete Gebiete dar und macht damit präzise Entwicklungsvorgaben für Boden und Vegetation. Es sind Flächen, die bei Starkregenereignissen oder Schneeschmelzen starke Oberflächenabflüsse hervorbringen und Überschwemmungen verursachen können bzw. stark erosionsgefährdet sind. Eine Ausweisung erfolgt nur an Stellen, an denen noch keine Festsetzung von Hochwasserentstehungsgebieten nach Wasserrecht erfolgt ist. Langfristig sollen die Gebiete zur Erhaltung und Verbesserung des Wasserrückhalts Nutzungsformen zugeführt werden, bei denen sich die Infiltrationsrate wieder dem natürlichen Niveau annähert. Gebiete zur Verbesserung und Erhalt des Wasserrückhalts und Wassererosionsgefährdete Gebiete dienen als Begründung für Grünzüge.



Gebiet zur Verbesserung des Wasserrückhalts

Abb. 6.1 Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2020, Ausschnitt Karte 4 vorbeugender Hochwasserschutz



DACH+

Beispiel 6.2: Planung von Versickerungsflächen und Regenwasserzisternen Klimawandelanpassungskonzept - Südliches Weinviertel (KLAR! Region)

Projekt/ Planung	Regionales Anpassungskonzept
Veröffentlichung	2020
Planungsebene	Kommunal, z.T. regional
Träger/ Verantwortliche	Regionalentwicklungsverein Südliches Weinviertel

Anpassung an:



Info

Das regionale Klimaanpassungskonzept ‚Südliches Weinviertel‘ befasst sich auf Raumordnungsebene mit der Förderung der Regenwasserversickerung auf Eigengrund. Es zeigt auf, wie bei Bestands- und Neubauten die Wasserrückhaltefunktion der Böden verbessert werden kann, indem Anreize für die Eigentümer geschaffen werden. Die Versickerungsfähigkeit der Böden in der Region wurde analysiert. Die Planung von Versickerungsflächen und Regenwasserzisternen auf privatem Grund wird in vielen der Gemeinden der Modellregion in der kommunalen Bauordnung festgeschrieben.



Abb. 6.2 Landschaft des südlichen Weinviertels



DACH+

Beispiel 6.3: Idee zur Verminderung von Hochwassergefahren (KlimaMORO/ KlimReg) Vorranggebiet Rückhalt von Niederschlagswasser und Verhinderung von Erosion

Projekt/ Planung	KlimREG
Zeitraum	2014 - 2016
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)

Anpassung an:



Info

Das Projekt „Klimawandelgerechter Regionalplan“ (KlimREG) stellt innovative Lösungsvorschläge zur Verminderung von Hochwassergefahren vor. KlimREG empfiehlt den Rückhalt von Niederschlagswasser in multifunktionalen Festlegungen, die Freiräume und Freiraumfunktionen sichern, zu integrieren. Darüber hinaus wird als eine Klimaanpassungsmaßnahme die Etablierung von Vorranggebieten zum Rückhalt von Niederschlagswasser und zur Verhinderung von Erosion genannt. Der Vorschlag lautet, dass diese Gebiete standortgerecht aufzuforsten sind, sodass Erosion vermieden und der Abfluss von Niederschlagswasser verringert wird. Nutzungen, welche dem Rückhalt von Niederschlagswasser entgegenstehen oder die Erosion fördern, sind in diesen Gebieten demnach unzulässig.



Abb. 6.3 Innovation Rückhalt von Niederschlagswasser und Erosionsvermeidung durch Aufforstung in KlimREG



DACH+

Beispiel 6.4: Informelles regionales Konzept Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Sturzfluten

Projekt/ Planung	Klimawandelvorsorgestrategie
Zeitraum	2016 - 2019
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Region Köln/ Bonn e.V.

Anpassung an:



Info

Im Rahmen der Klimawandelvorsorge befasst sich die Region Köln/ Bonn aktiv mit dem Klimaschutz und der Klimaanpassung. Grundlage der Klimawandelvorsorge ist eine Klimawirkungsanalyse für die Region Köln/ Bonn, die aufzeigt welche Klimawirkungen in den Kommunen und Stadtbezirken der Region auftreten. Sie beinhaltet eine integrierte Planungshinweiskarte und differenzierte Analysen zur Sturzflutgefährdung von Flusseinzugsgebieten. Diese Grundlagen werden in der Region Köln/ Bonn genutzt, um eine klimawandelangepasste Regionalentwicklung zu verfolgen.

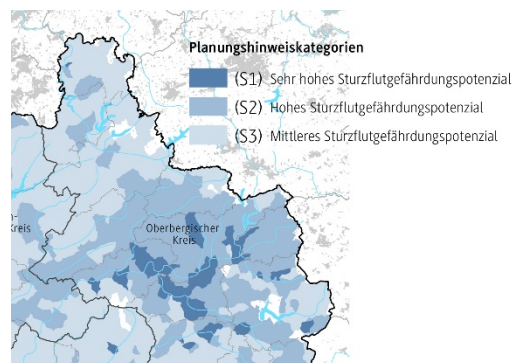


Abb. 6.4 Ausschnitt Planungshinweiskarte Sturzflutenrisiko Flusseinzugsgebiete, Region Köln/Bonn



DACH+

Beispiel 6.5: Datengrundlagen Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

Projekt/ Planung	Gefährdungskarte Oberflächenabfluss
Stand	2018
Planungsebene	bundesweite Grundlage Maßstab für Kommunalebene
Träger/ Verantwortliche	BAFU, SVV, VKG

Anpassung an:



Info

Seit 2018 steht die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss schweizweit frei zur Verfügung. Oberflächenabfluss ist Regenwasser, das besonders bei starken Niederschlägen nicht versickert und über das offene Gelände abfließt und so Schäden anrichten kann. Die Gefährdungskarte dient dazu, einen Überblick und Hinweise zu möglichen Risiken durch Überschwemmungen durch Oberflächenabflüsse zu bekommen. Sie kann als Grundlage für die räumliche Planung genutzt werden. Es handelt sich um eine reine Modellierung, sodass die korrekte Interpretation mit einer Plausibilisierung der Abflusswege vor Ort bei konkreten Maßnahmen entscheidend ist. Die Karte ist rechtlich nicht verbindlich.



- 0 < h <= 0,1m Fliesstiefe (m)
- 0,1 < h <= 0,25 Fliesstiefe (m)
- 0,25 <= Fliesstiefe (m)

Abb. 6.5 Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Ausschnitt Trasadingen



EU

Beispiel 6.6: Informationen und Hilfestellungen Rainman-Toolbox.eu

Projekt/ Planung	Rainman-Toolbox
Stand	2020
Planungsebene	kommunal z.T. regional
Träger/ Verantwortliche	Interreg Central Europe 10 Partner aus AT, CR, CZ, DE, HU, PL

Anpassung an:



Info

Das Interreg-Projekt RAINMAN beinhaltet unterschiedliche Projektteile zur Verbesserung des Starkregenrisikomanagements. Die Rainman-Toolbox.eu stellt Informationen und Werkzeuge für BürgerInnen und Gemeinden zum Umgang mit Starkregenereignissen bereit. Teilweise werden auch regionale Behörden adressiert, die auf der Suche nach geeigneten Bewertungsmethoden, Darstellungsmethoden, Maßnahmen und Beispielen sind, um regionale Informationen und Hilfestellungen anzubieten. Die Toolbox widmet sich an die Raumplanung, indem Handlungsfelder wie „Versickerung und Vermeidung von Oberflächenversiegelung“, „Regenwasser sicher ableiten“, „Regenwasser zurückhalten und sammeln“ aufgezeigt werden.



Regenwasser zurückhalten und sammeln

Abb. 6.6 Illustration Rainman-Toolbox.eu Anpassung der Raumplanung



5.7 MASSENBEWEGUNGEN

Die Wirkungsketten gravitativer Massenbewegungen, sprich Hangrutschungen, Schuttströme, Muren oder Steinschlag sowie Lawine, können sehr komplex sein (vgl. Kap. 4.4). Vor allem in den Alpen gibt es große Erfahrungen in der räumlichen Planung im Umgang mit diesen Naturgefahren. Der Einfluss des Klimawandels auf diese Naturgefahren ist schwierig zu bestimmen, aber im Hinblick auf den Umgang mit diesen sinnvoll zu berücksichtigen.

5.7.1 THEMEN DER REGIONALEN RAUMPLANUNG

Nach dem Vorsorgeprinzip müssen mögliche Veränderungen von Naturgefahren in der Raumplanung berücksichtigt werden.

Auf folgende Themenbereiche kann die Raumplanung direkt oder indirekt Einfluss nehmen:

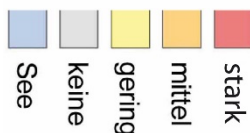
Massenbewegungen:

- ☐ risikoangepasste Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung
- ☐ Sicherung von schützenden Wald- und Freiflächen
- ☐ Gefahrenhinweise und Risikoanalysen

5.7.2 MASSNAHMEN UND HANDLUNGSERFORDERNISSE

Maßnahmen zum Umgang mit einer Zunahme von gravitativen Massenbewegungen⁵⁰ werden nicht im Zuge aller regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen formuliert. Dem Themenfeld kommt grundsätzlich eine hohe Bedeutung zu, jedoch sehen sich nicht alle Regionen gleichermaßen betroffen.

Die formulierten Maßnahmen dienen zur Einschätzung der Handlungserfordernisse der Raumplanung und ermöglichen einen qualitativen Vergleich im DACH+ Raum basierend auf den regionalen Strategien und Konzepten⁵¹. (vgl. Abbildung 39). Für alpine Regionen können mittlere bis hohe Handlungserfordernisse angenommen werden. Die jeweiligen Handlungserfordernisse und Maßnahmen in den Regionen sind den entsprechenden und aktuellen Publikationen zu entnehmen (vgl. Kap. 2.1).



Handlungserfordernis der Raumplanung

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen (siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020

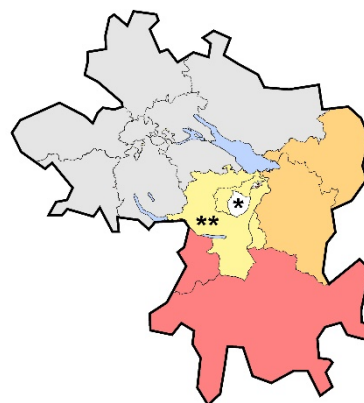


Abbildung 39 Handlungserfordernisse der Raumplanung im DACH+ Raum in Bezug auf Massenbewegungen basierend auf den regionalen Publikationen* und Einschätzungen** (HHP.raumentwicklung)

⁵⁰ Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015/2018/2020, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Appenzell Ausserrhoden 2020, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

⁵¹ ebd.

Gravitative Massenbewegungen werden unterschiedlich in den regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen berücksichtigt. Grundsätzlich entspricht dies der ermittelten Betroffenheit. Während Muren, Stein- und Felsschlag sowie Lawinen vorwiegend alpine Gefahren darstellen, können Rutschungen in weiten Teilen des DACH+ Raums auftreten (vgl. Kap.4.4). Die Kantone Schaffhausen, Thurgau und Zürich formulieren keine Maßnahmen, da das Risiko als gering eingestuft wird. Der Kanton Aargau und das Land Baden-Württemberg gehen nicht näher auf das Thema ein.

Eine Betroffenheit gegenüber Massenbewegungen besteht im alpinen Raum, insbesondere in den Kantonen Graubünden und Glarus (vgl. Kap.4.4). Bei den hierauf ausgerichteten Maßnahmen stehen ein integrales Risikomanagement und insbesondere die Berücksichtigung bzw. Erstellung von Gefahrenkarten im Vordergrund. Im Folgenden werden Beispiele von Maßnahmen aufgeführt.

Beispiele von Maßnahmen aus regionalen Publikationen im DACH+ Raum

Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung

- Vermeidung von Siedlungen und Infrastruktur in stark gefährdeten Gebieten (Kt.Glarus 2019, BaySt-MUV 2016, ANU 2015c)

Sicherung von Flächen

- Freihalten von Flächen zum Schutz von Massenbewegungen (Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018)

Datengrundlagen

- Maßnahmen zur Umsetzung von Gefahrenkarten (ANU 2015c, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015)
- regelmäßige Anpassung der Grundlagen (ANU 2015c, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015)

5.7.3 GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DER REGIONALEN PLANUNG

Je nach Planungssystem (vgl. Kap. 2.2) und Aufgabenstellung unterscheiden sich die Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung in den unterschiedlichen Regionen. Vor allem in den alpinen Regionen sind die Erfahrungen der Raumplanung im Umgang mit Naturgefahren durch Massenbewegungen sehr groß. Diese Unterschiede und die Tendenz hin zu einer risikobasierten Raumplanung werden im Kapitel 6.4 näher diskutiert. Das Teilthema Hangrutschungen wurde für die Modellregionen beispielhaft analysiert (vgl. Kap.6.7).

In Kapitel 5.5.4 werden Beispiele gezeigt, wie die regionale Planung zur Anpassung an die Risiken bei einer Zunahme von Massenbewegungen beitragen kann. Als Grundlage dienen bislang Gefahrenkarten, die entsprechend neuer Entwicklungen und Methoden weiter verbessert werden können (vgl. Kap.5.7.4 Beispiel 7.1). Grundlagendaten sind wichtig, damit die räumliche Planung die Risiken durch Naturgefahren berücksichtigen kann.

Der kantonale Richtplan des Kanton Freiburg (CH) zeigt, wie eine risikobasierte Raumplanung in der Richtplanung aussehen kann (vgl. Kap.5.7.4 Beispiel 7.2). Das Zentrale ist, dass nicht nur die Gefährdung durch eine Naturgefahr berücksichtigt wird, sondern auch die Nutzung und somit das Risiko. Der Richtplan implementiert konkrete Vorgaben, wie die Gemeinden die Gefahrenkarten im Rahmen der Nutzungsplanung risikobasiert umsetzen sollen.

Der Freiraum kann auch als Schutz vor Massenbewegungen dienen, so sind zum Beispiel Schutzwälder im alpinen Raum etabliert. Auch in flacheren Lagen kann eine Gefährdung

durch Massenbewegungen bestehen. Das Beispiel der Region Neckar-Alp (D) zeigt, wie die Regionalplanung hierauf reagieren kann (vgl. Kap.5.7.4 Beispiel 7.3). Der Regionalplan weist Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung aus, die auch stark rutschungsgefährdete Bereiche umfassen. Dort sollen keine destabilisierenden Eingriffe in den Boden erfolgen bzw. sind Maßnahmen zur Hangsicherung zu treffen. Dieses Beispiel zeigt gut die Verbindung des Themas Massenbewegungen und Erosion.

5.7.4 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

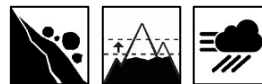
Beispiel 7.1: Datengrundlage Waldatlas Steiermark



DACH+

Projekt/ Planung	Forschungsprojekt zur Naturgefahrenhinweiskarte
Zeitraum	2011-2015
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Abteilung 10 Land- und Forstwirtschaft, Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Anpassung an:



Info

Seit 2015 stellt der Waldatlas Steiermark eine verbesserte flächendeckende Naturgefahrenhinweiskarte für das gesamte Bundesland bereit. Diese hochqualitative Datengrundlage kann als bedeutsame Grundlage für eine nachhaltige Raumordnungspolitik herangezogen werden.

Der online verfügbare Waldatlas Steiermark verortet die Wechselwirkungen zwischen dem Wald und dem Vorkommen von Naturgefahren. Der Fokus liegt dabei auf die Verortung von gravitativen Massenbewegungen, wie beispielsweise Rutschungen, Felssturz, Steinschlag oder Lawinenabgänge. Die neue und verbesserte Datengrundlage basiert auf innovativen Verfahren der Fernerkundung und ist wichtige Datengrundlage für regionalplanerischen Eingriffsmaßnahmen.

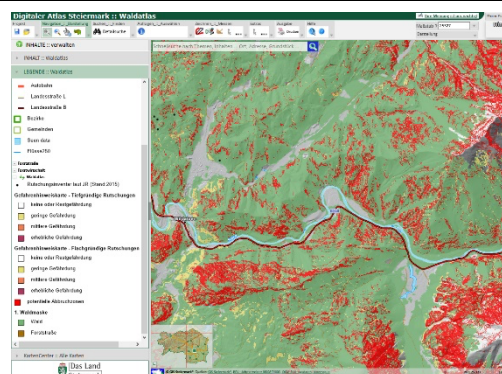


Abb. 7.1 Waldatlas Steiermark

Beispiel 7.2: Risikobasierte Raumplanung Richtplan Kanton Freiburg



DACH+

Projekt/ Planung	Richtplan Kanton Freiburg
Stand	2018
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Kanton Freiburg, BAFU, ARE

Anpassung an:



Info

Die durch das BAFU Pilotprojekt zur Anpassung an den Klimawandel «Risikobasierte Raumplanung: Eine Antwort auf den Klimawandel» gewonnenen Erkenntnisse wurden im Richtplan des Kanton Freiburg integriert. Der Ansatz der risikobasierten Raumplanung wurde in den neuen Kantonalen Richtplan Freiburg im Jahr 2018 implementiert. Der neue Richtplan gibt den Gemeinden vor, wie die Gefahrenkarten im Rahmen der Nutzungsplanung risikobasiert umgesetzt werden können.

Damit ermöglichen die im Richtplan festgehaltenen Grundsätze den Gemeinden, Interessen abzuwägen und auf lange Sicht Sach- und Personenschäden zu verringern. Der Ansatz der risikobasierten Raumplanung wird in Kapitel 6.4 näher erläutert.

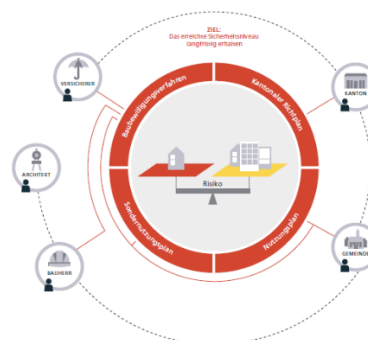


Abb. 7.2 Schema der Risikobasierten Raumplanung



DACH+

Beispiel 7.3: Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung Regionalplan Neckar-Alb

Projekt/ Planung	Regionalplan Neckar-Alb
Aufstellung	2013
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Neckar-Alb

Anpassung an:



Info

Im Regionalplan Neckar-Alb 2013 sind Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung, die unter anderem stark rutschungsgefährdete Bereiche umfassen, als Grundsatz festgelegt und in der Raumnutzungskarte dargestellt. In den Vorbehaltsgebieten für Bodenerhaltung hat der Schutz der Böden bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht.

Demnach müssen seit 2013 in stark erosionsgefährdeten Bereichen Vorkehrungen zum Erosionsschutz bei ackerbaulicher Nutzung getroffen werden. Bei forstwirtschaftlicher Nutzung muss eine dauerhafte Bestockung mit standortheimischen Baumarten sowie einer bodenbedeckenden Vegetation angestrebt werden. Zudem dürfen keine destabilisierenden Eingriffe in den Boden in rutschungsgefährdeten Bereichen erfolgen bzw. sind Maßnahmen zur Hangsicherung zu treffen. Zudem sind Vorgaben zum Umgang von Böden mit hoher Filter- und Pufferkapazität bzw. einem hohen natürlichen Ertragspotenzial gelistet sowie Vorgaben zur Landnutzung verankert



Abb. 7.3 Ausschnitt Beikarte 1 zu Kapitel 3.2.2 des Regionalplans Neckar-Alb 2013 (Erosions- und rutschungsgefährdete Gebiete in der Region Neckar-Alb)



5.8 VERSCHIEBUNGEN VON LEBENSÄÄUMEN

Die mögliche Verschiebung von LebensräÄumen und schleichende Veränderungen im Zuge des Klimawandels wurden in Kapitel 4.5 dargestellt und empfindliche Raumstrukturen beleuchtet. Auch hier können die Wirkungsketten sehr komplex sein. Für die räumliche Planung ist insbesondere die Durchgängigkeit der Landschaft für Tiere und Pflanzen ein wichtiges Themenfeld. Aber auch die Veränderungen von Standortbedingungen haben räumliche Relevanz.

5.8.1 THEMEN DER REGIONALEN RAUMPLANUNG

Die Raumplanung hat verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung an die räumliche und zeitliche Verschiebung von LebensräÄumen bzw. Standortbedingungen beizutragen (vgl. Kap.5.8.3). Insbesondere die Fachplanung Naturschutz hat bei diesem Thema eine Schlüsselrolle. Zudem gibt es hier im Speziellen Schnittstellen zu Tourismusthemen.

Auf folgende Themenbereiche kann die Raumplanung direkt oder indirekt Einfluss nehmen:

LebensräÄume

- ☐ Sicherung und Entwicklung Räumliche Verbundsysteme, Vernetzung von LebensräÄumen z.B. Biotopverbund
- ☐ Erhalt von sensiblen LebensräÄumen z.B. Moore und Sümpfe

Nutzungen

- ☐ Nachhaltige standortgerechte Landnutzung
- ☐ Sicherung Waldfunktionen
- ☐ Landschaftsgerechte Anpassung der touristischen Infrastrukturen

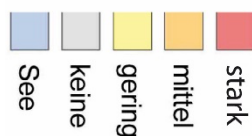
5.8.2 MASSNAHMEN UND HANDLUNGSERFORDERNISSE

Maßnahmen zum Umgang mit räumlichen und zeitlichen Verschiebungen im Zuge des Klimawandels, die auch das Handlungsfeld Raumplanung betreffen⁵², werden nicht im Zuge aller regionalen Anpassungsstrategien und Publikationen formuliert. Grundsätzlich werden die in Kapitel 4.5 beschriebenen Veränderungen auch die räumliche Planung betreffen, jedoch wird die Handlungserfordernis der Raumplanung für andere Klimafolgen als größer eingeschätzt.

Die formulierten Maßnahmen dienen zur Einschätzung der Handlungserfordernisse der Raumplanung und ermöglichen einen qualitativen Vergleich im DACH+ Raum basierend auf den regionalen Strategien und Konzepten⁵³. Der Vergleich in Abbildung 40 ermöglicht einen Überblick über den DACH+ Raum. Die jeweiligen Handlungserfordernisse und Maßnahmen in den Regionen sind den entsprechenden und aktuellen Publikationen zu entnehmen (vgl. Kap. 2.1).

52 Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015/2018/2020, ANU 2015a-d, BAFU 2013, BaySt-MUV 2016, Kt.Appenzell Ausserrhoden 2020, Kt.Glarus 2019, Kt.Schaffhausen 2019, Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018a-c, Regierung des Fürstentums Liechtenstein 2018, UM BW 2015

⁵³ ebd.



Handlungserfordernis der Raumplanung

Einschätzung basierend auf den regionalen Publikationen
(siehe Tab.2 Kap. 2.1.2)

* keine Informationen

** Gruppe Klimastrategie Kt. SG, Einschätzung basierend auf Entwurf Aug. 2020

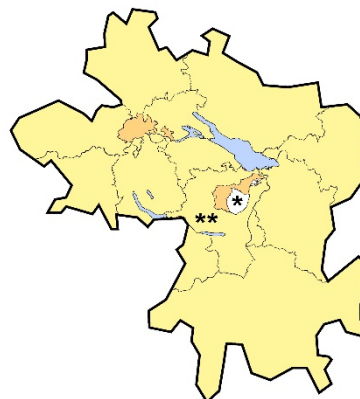


Abbildung 40 Handlungserfordernisse der Raumplanung im DACH+ Raum in Bezug auf die Verschiebung von Lebensräumen basierend auf den regionalen Publikationen* und Einschätzungen** (HHP.raumentwicklung)

Maßnahmen betreffen meist die Themenfelder Biodiversität und Landschaftsbild. Ein Schwerpunkt ist häufig die Vernetzung von Lebensräumen in Form eines Biotopverbundes. Im Folgenden werden Beispiele von Maßnahmen zur Übersicht aufgeführt.

Beispiele von Maßnahmen aus regionalen Publikationen im DACH+ Raum

Lebensräume

- ☐ Vernetzung von Lebensräumen und Schaffung eines Biotopverbundes (Kt.Thurgau 2012, Kt.Zürch 2018b, Meier et al. 2016, UM BW 2015, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2020)
- ☐ Berücksichtigung der Auswirkungen auf Naturschutzgebiete, wie Feuchtwiesen oder Moore (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2015, UM BW 2015)
- ☐ Schutz von Mooren (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2020)
- ☐ Intensivierung der Renaturierungsmaßnahmen für Hoch- und Niedermoore: Erhalt und Wiederherstellung von Hoch- und Niedermooren zur Förderung ihrer Natur- und Klimaschutz-Funktion (UM BW 2015)
- ☐ Naturschutzgebiete in Richtplan integrieren (Kt.Schaffhausen 2019)

Nutzungen

- ☐ Abstimmung von Bodeneignung und Raumnutzung (Kt.Thurgau 2012)
- ☐ Standortangepasste Landwirtschaft fördern (Kt.Schaffhausen 2019)
- ☐ Funktionen Schutzwald sicherstellen (ANU 2015a)
- ☐ Anpassungsprozess des Wintersports landschaftlich möglichst verträglich gestalten und den Ressourcenverbrauch minimieren (ANU 2015a)

5.8.3 GESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN DER REGIONALEN PLANUNG

Je nach Planungssystem (vgl. Kap. 2.2) und Aufgabenstellung unterscheiden sich die Gestaltungsmöglichkeiten der regionalen Planung in den unterschiedlichen Regionen. Besonders wichtig sind hier der Schutz und die Vernetzung von Lebensräumen. Grundsätzlich wirkt sich der Schutz unzerschnittener Räume und die Reduktion der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr hier positiv aus. Die Veränderungen von Landschaft und Bodeneignung können auf regionaler Ebene zum Teil gesteuert werden. In Kapitel 5.8.4 werden

Beispiele gezeigt, wie die regionale Planung zur Anpassung an eine Verschiebung von Lebensräumen und veränderte Standortbedingungen beitragen kann.

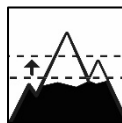
Das Konzept des Biotopverbundes nimmt eine Schlüsselrolle bei der Vernetzung von Lebensräumen ein. Hierbei werden bedrohte Lebensräume und spezifische Biotopkomplexe für die Vernetzung identifiziert. Auf regionaler Ebene können entsprechend Freiräume geschützt bzw. die Flächenzerschneidung begrenzt werden. Zwei Beispiele für die Einbindung eines regionalen Verbundkonzeptes in die regionale Planung sind die Regionalpläne der Region Leipzig-West Sachsen (D) (vgl. Kap. 5.8.4 Beispiel 8.3) und der Region Mittel- und Südhessen (D) (vgl. Kap. 5.8.4 Beispiel 8.1). Mögliche Folgen des Klimawandels müssen bei der Konzeption berücksichtigt werden. Der Regionalplan Ruhr (D) trifft hierzu besondere Festlegungen für klimasensible Arten (vgl. Kap. 5.8.4 Beispiel 8.4).

Feuchte Lebensräume sind besonders empfindlich gegenüber den klimatischen Veränderungen (vgl. Kap.4.5). Die EG- Wasserrahmenrichtlinien unterstützen den Aufbau eines Biotopverbunds durch die angestrebte Verbesserung des Zustandes von Gewässern einschließlich abhängiger Landökosysteme. Hier können Synergien zum vorbeugenden Hochwasserschutz genutzt werden. Die in Kapitel 5.5.4 genannt Beispiel 5.1 des Regionalplans Altmark und die Idee zum Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung (vgl. Kap.5.5.4 Beispiel 5.5) tragen ebenfalls zur Anpassung an eine Verschiebung von Lebensräumen bei.

Feuchte Lebensräume dienen häufig auch als Kohlenstoff-Speicher. Insbesondere Moore sind nicht nur wichtige Lebensräume, sondern binden auch bedeutende Mengen Kohlenstoff, was erheblich zum Klimaschutz beiträgt. Das BAFU Pilotprojekt zur Anpassung an den Klimawandel „Erhaltung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet von Moorbiotopen“ (CH) zeigt auf, welche Gebiete raumplanerisch eingebunden werden sollten, um Moorbiotope langfristig zu schützen (vgl. Kap. 5.8.4 Beispiel 8.2).

Zur räumlichen Anpassung an Veränderungen von Landschaft und Bodeneignung durch Klimaveränderungen kann die regionale Planung zum Beispiel einen Überblick geben. Ein gutes Beispiel ist hierfür die Planungshinweiskarte zur Spätfrostgefährdung von Obstbau in der Region Köln/Bonn (D) (vgl. Kap. 5.8.4 Beispiel 8.5). Vergleichbar können z.B. auf regionaler Ebene auch Gebiete aufgezeigt werden, für die eine Anpassung der Wintersportnutzung erforderlich sein wird.

5.8.4 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

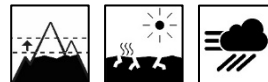


DACH+

Beispiel 8.1: Biotopverbundkonzept Klimaanpassung Mittel- und Südhessen (KLAMIS)

Projekt/ Planung	KLAMIS
Zeitraum	2010-2011
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Frankfurt Rhein Main und Partner

Anpassung an:



Info

Das Projekt KLAMIS ist Teil des Modellvorhabens "Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel" (KlimaMORO), bei dem regionale Klimaanpassungsstrategien für die Region entwickelt werden. Schwerpunkte bilden die Themen Siedungsklima, Hochwasser und Starkregen, Landwirtschaft und Biotopverbund. Für den Schwerpunkt Biotopverbund wurde ein Biotopverbundkonzept ausgearbeitet, welches Klimafolgerisiken räumlich konkretisiert und die Konsequenzen für den Lebensraum Grünland näher untersucht. Die Ergebnisse des Biotopverbundkonzepts sollen dazu dienen, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Natur und Landschaft im Regionalplan auszuweisen und die Belange des Naturschutzes dort zu verankern.

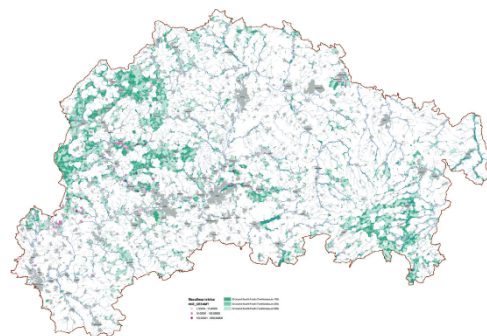


Abb. 8.1 Grünland Mittelhessen

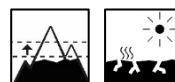


DACH+

Beispiel 8.2: Moorbiotop: Pilotprojekt Erhaltung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet von Moorbiotopen

Projekt/ Planung	Pflege- und Schutzzonen für Moore
Zeitraum	2014 - 2016
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	LIN'eco

Anpassung an:



Info

Das BAFU Pilotprojekt zur Anpassung an den Klimawandel „Erhaltung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet von Moorbiotopen“ möchte Kantone in der Schweiz unterstützen, im Hinblick auf den Klimawandel den Wasserhaushalt der Moore langfristig zu sichern und als Lebensraum zu erhalten. Das Projekt entwickelt Methoden zur Bestimmung von Gebieten, die den Wassergehalt der Moore stark beeinflussen. Pflege- und Schutzzonen sollen in bereits existierenden Planungsinstrumenten implementiert werden.

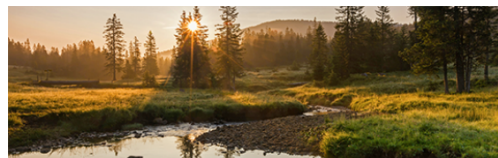


Abb. 8.2 Moorbiotop

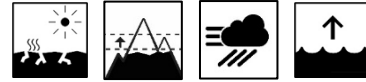


DACH+

Beispiel 8.3: regionaler Biotopverbund: Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Arten- und Biotopschutz in der Region Leipzig-Westsachsen

Projekt/ Planung	Regionalplan Westsachsen
Stand	Entwurf 2020
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Westsachsen

Anpassung an:



Info

Der Regionalplan Westsachsen entwickelt die Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Arten- und Biotopschutz als wesentlichen Bestandteile des großräumig übergreifenden Biotopverbunds. Kernbereiche des Biotopverbundes werden als Vorranggebiete geschützt und durch Vorbehaltsgebiete verbunden. Vor dem Hintergrund zu erwartender klimawandelbedingter Verschiebungen und Veränderungen von Lebensräumen tragen die Festlegungen zum Schutz von Rückzugsbereichen sensibler Arten und ihrer Vernetzung bei, um durch Wanderung und Neubesiedlung von Biotopen bzw. Ökosystemen auf die Veränderungen reagieren zu können.

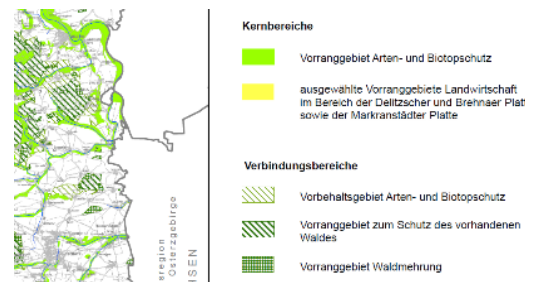


Abb. 8.3 Großräumig übergreifender Biotopverbund



DACH+

Beispiel 8.4: Klimatische Ausgleichsräume Lebensräume für klimasensible Arten im Regionalplan Ruhr

Projekt/ Planung	Regionalplan Ruhr
Stand	Entwurf 2018
Planungsebene	regionale Ebene
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Ruhr

Anpassung an:



Info

Bei der Konkretisierung des Biotopverbundes durch die nachfolgende Fachplanung soll insbesondere der Schutz und die Entwicklung solcher Flächen berücksichtigt werden, die für klimasensible Arten aufgrund des Klimawandels von besonderer Bedeutung sind oder die aufgrund ihrer Eigenschaften eine besondere Funktion für die Anpassung an den Klimawandel übernehmen (Regionalverband Ruhr 2018, 105 f.). Mit der Erhaltung der klimasensiblen Bereiche soll ein wirksamer Biotopverbund erreicht werden. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören die Stabilisierung von Schutzgebieten und die Verbesserung von Lebensräumen sowie der Erhalt eines wirksamen Biotopverbundes mit großflächigen Schutzgebieten in guter Qualität. Nur so können klimabedingte Ausweichbewegungen von klimaempfindlichen Tier- und Pflanzenarten ermöglicht werden (Regionalverband Ruhr 2018, 109 f.).

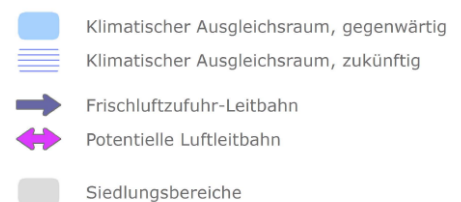


Abb. 8.4 Legende Klimatische Ausgleichsräume



DACH+

Beispiel 8.5: Informelles regionales Konzept Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Spätfrostgefährdung

Projekt/ Planung	Klimawandelvorsorgestrategie	Anpassung an:
Zeitraum	2016 - 2019	
Planungsebene	regionale Ebene	
Träger/ Verantwortliche	Region Köln/ Bonn e.V.	

Info

Im Rahmen der Klimawandelvorsorge befasst sich die Region Köln/ Bonn aktiv mit dem Klimaschutz und der Klimaanpassung. Grundlage der Klimawandelvorsorge ist eine Klimawirkungsanalyse für die Region Köln/ Bonn. Diese großräumige Analyse zeigt auf, welche Klimawirkungen in den Kommunen und Stadtbezirken der Region auftreten. Sie beinhaltet eine integrierte Planungshinweiskarte und auch differenzierte Analysen zum Spätfrostisiko im Obstbau. Diese Grundlagen kann in der Region Köln/ Bonn genutzt, zu strategischen Überlegungen von Anbauflächen genutzt werden.



Abb. 8.5 Ausschnitt Planungshinweiskarte Spätfrostgefährdung Obstbau, Region Köln/Bonn

5.9 MULTIFUNKTIONALITÄT

Die Gliederung in unterschiedliche Klimafolgen erleichtert die Orientierung und ermöglicht es besondere Anfälligkeiten zu erkennen. Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits deutlich geworden ist, gibt es viele Maßnahmen und Instrumente, die mehrere Funktionen erfüllen und / oder zur Anpassung an unterschiedliche Klimafolgen geeignet sind (vgl. Kap. 5.4 – Kap. 5.8). Mehrfachfunktionen von Maßnahmen tragen insbesondere zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit gegenüber der Folgen des Klimawandels bei.





Auf Grund ihrer vielfältigen Funktionen kann grüne Infrastruktur auf besondere Weise zur Anpassung an den Klimawandel beitragen. Werden z.B. Retentionsflächen als Teil der grünen Infrastruktur geplant, können damit viele weitere Aspekte zur Anpassung an den Klimawandel berücksichtigt werden. Auch die Reduktion der Flächenversiegelung und der Ausbreitung von Siedlungen und Infrastruktur tragen auf unterschiedliche Weise zur Anpassung bei. Ziel der Planung muss es sein, Synergieeffekte und Mehrfachfunktionen aufzuzeigen, zu nutzen und zu planen. Multifunktionale Konzepte, insbesondere auch auf der Ebene der Stadt- bzw. Bauleitplanung, sind essenziell, um den Folgen des Klimawandels begegnen zu können.

In Österreich und Deutschland sind multifunktionale Instrumente in der regionalen Planung etabliert. Grünstreifen (D) oder die Grünzone (A) sind von besonderer Bedeutung für den überregionalen Schutz von Freiräumen. Die Schweiz verfolgt einen anderen Ansatz. Im Rahmen der Agglomerationsprogramme werden Freiraumaspekte thematisiert. Auch ohne spezielles Instrument kann die Raumplanung Synergieeffekte fördern und Lösungen finden, die verschiedene Funktionen ermöglichen. Insbesondere der Schutz und die Entwicklung von Freiräumen birgt hier ein sehr großes Potenzial. Dies betrifft alle Planungsebenen.

Wie die Beispiele zeigen, kann grüne Infrastruktur in der städtebaulichen Förderung mitberücksichtigt werden. Ein weiterer Ansatz könnte sein z.B. vorsorglich im Rahmen von kommunalen Flächenpools Flächen zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen vorzuhalten. Das regionale Grünskataster zeigt, dass durch Grundlagen und Übersichtskarten auch informell Entwicklungen auf kommunaler Ebene unterstützt werden können.

5.9.1 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

Beispiel 9.1 Klimaanpassung durch regionale Grünzüge Regionalplan Ruhr





Projekt/ Planung	Regionale Grünzüge	Anpassung an:
Stand	2018	   
Planungsebene	regionale Ebene	
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Ruhr	
Info		

Im Verbandsgebiet Ruhr ist der Freiraum insbesondere in den Ballungskernen und am Ballungsrand stark zersiedelt und durch Inanspruchnahmen zu Siedlungszwecken sowie durch stetig neue Nutzungsanforderungen gekennzeichnet. Damit kommt dem Erhalt, dem Vernetzen und der Weiterentwicklung zusammenhängender Freiräume eine besondere Bedeutung zu. Der Regionalverband Ruhr hat mit der Neuaufstellung des Regionalplans Ruhr im Jahr 2018 den Fokus auf die Sicherung und Entwicklung Regionaler Grünzüge als eine Handlungsstrategie im Rahmen der Klimaanpassung gelegt. Darüber hinaus sollen die Regionalen Grünzüge ökologisch aufgewertet und Verbindungen zu den kommunalen Grünflächen hergestellt werden.



Abb 9.1. Titelblatt der Broschüre Fachliche Grundlage „Regionale Grünzüge“

Beispiel 9.2: Implementierung von Klima- und Grünmaßnahmen Städtebauförderung Bundesrepublik Deutschland

Projekt/ Planung	Städtebauförderung 2020 des Bundes	Anpassung an:
Stand	Seit 2020	   
Planungsebene	Bundes- Landes- bzw. Kommunalebene	
Träger/ Verantwortliche	BMI	
Info		


Im Rahmen des Förderansatzes der Städtebauförderung unterstützt der Bund gemeinsam mit den Ländern die Städte und Gemeinden darin, städtebauliche Missstände zu beseitigen. Als Neuerung wurden im Jahr 2020 Einzelmaßnahmen des Klimaschutzes beziehungsweise zur Anpassung an den Klimawandel als Voraussetzung für die Förderung der städtebaulichen Gesamtmaßnahme implementiert. Damit werden die Ziele des ehemaligen Förderprogramms „Zukunft Stadtgrün“ erheblich aufgewertet. Klima- und Grünmaßnahmen sind künftig sowohl Fördervoraussetzung als auch als Querschnittsaufgabe in allen Programmen förderfähig. Angesprochen sind u.a. Themen wie Bodenentsiegelung, Flächenrecycling, sowie Schaffung, Erhalt oder Erweiterung von Grünflächen und Freiräumen, Vernetzung von Grün- und Freiflächen, Begrünung von Bauwerksflächen oder die Erhöhung der Biodiversität.



Abb. 9.2: Broschüre zur Städtebauförderung 2020

Beispiel 9.3: Idee kommunale Flächenpools zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen

Bayrische Klimaanpassungsstrategie

Projekt/ Planung	Bayrische Klimaanpassungsstrategie	Anpassung an:
Veröffentlichung	2016	
Planungsebene	regionale Ebene	
Träger/ Verantwortliche	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (STUMV)	

Info


Im Rahmen der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie (2016) wird ein Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung im Städtebau vorgestellt. Eine Maßnahme beschreibt hierbei das Vorhalten von Flächen zur Umsetzung der verschiedenen Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen von kommunalen Flächenpools. Bei einem Flächenpool werden Flächen zur Durchführung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zur Verfügung gestellt. Basis dieser Regelung ist eine räumliche und zeitliche Flexibilität der Maßnahmen. Durch die innovative Etablierung kommunaler Flächenpools zur Umsetzung verschiedener Klimaanpassungsmaßnahmen, soll die Umsetzung dieser Maßnahmen erleichtert werden.



Abb. 9.3 Titelbild der Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie 2016

Beispiel 9.4: Datengrundlagen

Regionales Gründachkataster

Projekt/ Planung	Regionales Gründachkataster	Anpassung an:
Stand	2019	
Planungsebene	Regionalebene	
Träger/ Verantwortliche	Regionalverband Ruhr (RVR), Emschergenossenschaft (EGLV)	

Info

Für die Metropole Ruhr wurde ein regionales Gründachkataster entwickelt. Interessierte HausbesitzerInnen können über das Kataster eine erste Einschätzung bekommen, ob das eigene Dach für eine Begrünung geeignet ist. Eine Dachbegrünung bringt zahlreiche klimatische hydrologische Vorteile mit sich. Diese umfassen die Steigerung der Aufenthalts- und Umgebungsqualität durch Temperatursausgleich, Lärmreduktion und visuelle Qualität sowie Kühlung durch Verschattung und Verdunstung und Verbesserung der Luftqualität. Zudem führt eine Dachbegrünung zu einer reduzierten Kanalbelastung durch eine Erhöhung des Regenwasserrückhalts. Die Analyseergebnisse des Gründachkatasters beruhen auf einem automatisierten Verfahren zur Verarbeitung von Laserscandaten.

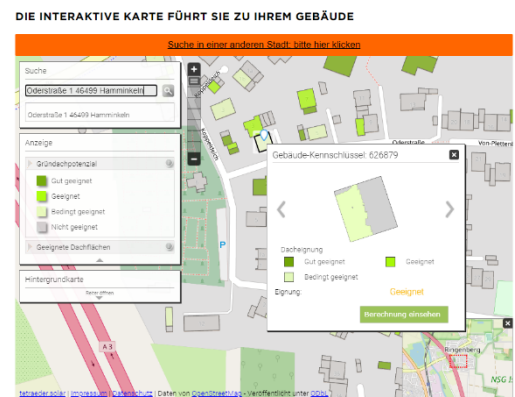


Abb. 9.4 Regionales Gründachkataster

5.10 PLANUNGSPROZESSE UND-STRATEGIEN


Wichtig ist, dass die Raumplanung nicht nur einzelne Maßnahmen umsetzt, sondern die Folgen des Klimawandels in der gesamten Planung mitberücksichtigt. Wie dies in der regionalen Planung aussehen kann, wird in Kapitel 6 exemplarisch diskutiert. Für eine gelungene Klimaanpassung müssen die Erkenntnisse in die gesamträumlichen Überlegungen mit einfließen und nicht punktuell hinzugefügt werden. Dies gilt für alle Planungsebenen und sowohl formellen als auch informellen Instrumente. Zum Beispiel kann eine Klimawandelvorsorgestrategie als informelles Instrument Grundlagen für die formelle Planungen bereitstellen (vgl. Kap.5.10.1 Beispiel 10.2).

Darüber hinaus kann im Planungsprozess und bei der Koordination von Planungen gezielt das Thema Klimawandel in den Fokus gerückt werden. Dies gilt insbesondere auch im Zusammenhang mit Beteiligungsverfahren und dem Austausch mit anderen Fachplanungen. Grundsätzlich gibt es einige Aspekte, die bei der Kommunikation von Klimawandelfolgen, Klimaanpassung und Klimaschutz zu berücksichtigen sind. Studien haben gezeigt, dass die Kommunikation zu diesen Themen meist mit Angst und Drohungen verbunden ist (Schäfer 2016). Dies hemmt jedoch die Bereitschaft aktiv zu werden (ebd.). Deshalb ist es wichtig, in der Planung die Handlungsmöglichkeiten zur Klimaanpassung und -schutz zu betonen und zur Umsetzung zu motivieren. Dies bezieht sich sowohl auf die Kommunikation mit der Öffentlichkeit und anderen Fachbehörden als auch innerhalb der jeweiligen Planungsbehörde.

Allgemein ist es wichtig, dass Zuständigkeit und Verantwortung zum Thema Klimawandel, Klimaanpassung und -schutz geklärt sind. In den meisten Regionen ist dies mittlerweile der Fall. In Vorarlberg wurde deshalb z.B. eine Koordinationsstelle zum Thema etabliert und die Verantwortlichkeit innerhalb der Verwaltung festgelegt. Um langfristig das Thema im strategischen Handeln zu verankern, sind derartige Entwicklungen von Strukturen von elementarer Bedeutung.

5.10.1 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

Beispiel 10.1: Kommunikation und Kooperation – Regionale Governance Aufbau regionaler Netzwerke zum Thema Klimawandel


Projekt/ Planung	Modellvorhaben „Klima NEU“ (KLIMA MORO)	Anpassung an:
Zeitraum	2009 – 2013, in Umsetzung	
Planungsebene	regionale Ebene	
Träger/ Verantwortliche	Landkreis Neumarkt i.d. OPf.	
Info		

Im Rahmen des Vorhabens „Klima NEU“ der KLIMA MORO-Modellregion Neumarkt wurden in einem partizipativen Prozess raumspezifische Strategien und bedarfsgerechte Maßnahmenvorschläge der Regionalentwicklung zum Klimawandel erarbeitet. Der Verlauf des Vorhabens zeigte, dass eine klimagerechte Entwicklung von Siedlung, Freiraum und Infrastruktur und eine raumplanerische Unterstützung der Energiewende nur als Gemeinschaftsaufgabe von regionalen und kommunalen Planungsakteuren, unter intensiver Beteiligung der Unternehmen, Verbände und BürgerInnen effektiv bewältigt werden kann. Vor allem auf Ebene der Landkreise erfuhr die Verknüpfung von regionalen und kommunalen Strategien zum Klimawandel durch Netzwerkbildung im Sinne des Regional-Governance Ansatzes breite Unterstützung.

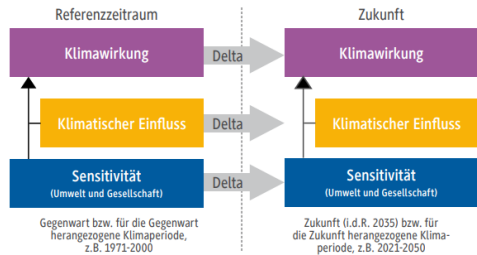


Abb. 10.1 Modellregionen KLIMA MORO

Beispiel 10.2: Informelles regionales Konzept zur Klimawandelvorsorge Klimawandelvorsorgestrategie - Regionalentwicklung Köln/ Bonn

Projekt/ Planung	Klimawandelvorsorgestrategie	Anpassung an:
Zeitraum	2016 - 2019	
Planungsebene	regionale Ebene	
Träger/ Verantwortliche	Region Köln/ Bonn e.V.	
Info		

Im Rahmen der Klimawandelvorsorge befasst sich die Region Köln/ Bonn aktiv mit Klimaschutz und -anpassung. Angestrebt wird eine abgestimmte Vorgehensweise mit anderen Zielen der Raumentwicklung. Grundlage der Klimawandelvorsorge ist eine Klimawirkungsanalyse für die Region. Diese großräumige Analyse zeigt auf, welche Klimawirkungen in den Kommunen und Stadtbezirken der Region auftreten. Daraus lässt sich ableiten, ob Klimawirkungen stärker durch Klimaparameter oder durch die Sensitivität der Raumnutzungen beeinflusst werden. Im Rahmen einer Clusteranalyse wird eine Karte der Klimawirkungstypen abgeleitet und Räume mit vergleichbaren Klimawirkungsmustern und geeigneten Kooperationsstrukturen abgrenzt. Auf Grundlage der voraussichtlichen Klimawirkungen werden Hinweise zur Ausgestaltung und zur räumlichen Konkretisierung zukünftiger Entwicklungsstrategien abgeleitet. Basierend auf der Clusteranalyse der Klimawirkungstypen werden Akteure im weiteren Prozess vernetzt, wodurch eine effektive Bündelung strategischer Maßnahmen zur Anpassung ermöglicht werden.



Referenzzeitraum

Klimawirkung

Klimatischer Einfluss

Sensitivität (Umwelt und Gesellschaft)

Delta

Zukunft

Klimawirkung

Klimatischer Einfluss

Sensitivität (Umwelt und Gesellschaft)

Delta

Gegenwart bzw. für die Gegenwart herangezogene Klimaperiode, z.B. 1971-2000

Zukunft (i.d.R. 2035) bzw. für die Zukunft herangezogene Klimaperiode, z.B. 2021-2050

Abb. 10.2 Methodischer Ansatz für die Klimawirkungsanalyse

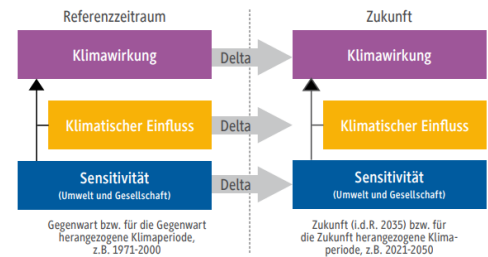


Abb. 10.2 Methodischer Ansatz für die Klimawirkungsanalyse

5.11 NETZWERKE

Gerade als querschnittsorientierte Planung ist die Raumplanung auf den intensiven Austausch mit anderen Fachdisziplinen angewiesen. Der Aufbau eines Netzwerkes, das sich speziell mit dem Thema Klimaanpassung auseinandersetzt, kann entscheidend für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen sein. Nicht nur der Austausch mit anderen Fachdisziplin, sondern auch der Austausch mit Kommunen oder anderen Regionen kann sehr hilfreich sein, um voneinander zu lernen und gemeinsam Probleme zu lösen. Der Rahmen dieses Projektes, das Interreg-Programm, ist ein gutes Beispiel dafür, dass nicht unbedingt erst neue Netzwerke geschaffen werden müssen, sondern viele bestehende Netzwerke zur Klimaanpassung genutzt werden können.

Deutschland, die Schweiz und Österreich haben koordinierende Stellen zur Vernetzung zum Thema Klimawandel bzw. auch zur Klimaanpassung eingerichtet. In der Schweiz ist dies das National Centre for Climate Services (NCCS). In Österreich übernimmt Climate Change Center Austria (CCCA) vergleichbare Aufgaben. In Deutschland dient insbesondere das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) zur Vernetzung von Akteuren. Ohne Wertung werden exemplarisch zwei dieser Stellen exemplarisch detaillierter beschrieben (vgl. Kap.5.11.1).

Projekte, die insbesondere zur Vernetzung auf regionaler Ebene beitragen, sind zum Beispiel die KLAR! Regionen in Österreich (vgl. Kap. 5.11.1 Beispiel 11.3) oder das BAFU Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel» (vgl. Kap.5.11.1 Beispiel 11.4).

Ein gutes Beispiel für die Vernetzung privater Akteure ist die Non-Profit-Initiative KlimaKonkret (A) (vgl. Kap. 5.11.1 Beispiel 11.5). Teil des Konzeptes ist es, komplexe Klimawandelmaßnahmen für die räumliche Planung graphisch umzusetzen.

5.11.1 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

Beispiel 11.1: KomPass

Programm	Kompetenzzentrum KomPass
Etabliert seit	2007
Träger/ Verantwortliche	Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) des Umweltbundesamtes (UBA)

Info

Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass) hat es sich die Aufgabe gestellt "Anpassung an den Klimawandel" in Deutschland und Europa voranzutreiben. Dabei werden zukunftsfähige Wege aufgezeigt und Anstöße für die Entwicklung einer an den Klimawandel angepassten Gesellschaft und Umwelt gegeben.

Zu den Hauptaufgaben von KomPass gehört es, die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) weiterzuentwickeln und ihre Umsetzung zu fördern.

Das Kompetenzzentrum KomPass unterstützt die Umsetzung und Weiterentwicklung der DAS durch Maßnahmen der Politikberatung, Umweltforschung und Informationsbereitstellung sowie der Vernetzung und Beteiligung.



Abb. 11.1 Logo des Kompetenzzentrums KomPass

Beispiel 11.2: National Centre for Climate Services

Programm	National Centre for Climate Services NCCS
Etabliert seit	2015
Träger/ Verantwortliche	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie Meteo Schweiz

Info

Das NCCS ist ein Zusammenschluss von zentralen und dezentralen Verwaltungseinheiten der Schweiz. Es koordiniert die gemeinsame Entwicklung und Bereitstellung von Klimadienstleistungen und fördert deren nutzerzentrierte Entwicklung sowie den Dialog zwischen allen Akteuren. Dabei fungiert das NCCS als Schnittstelle zwischen den Produzenten und Nutzern.

Aktuell entwickelt das NCCS in acht sektoralen und sektorübergreifenden Themenschwerpunkten Klimadienstleistungen. Diese umfassen: (1) Neue Schweizer Klimaszenarien CH2018, (2) Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel, (3) Schadorganismen an Kulturpflanzen, (4) Waldfunktionen und Klimawandel, (5) Klimawandel und Bevölkerungsschutz, (6) Gesundheit des Menschen, (7) Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit, (8) Hagelklima Schweiz.

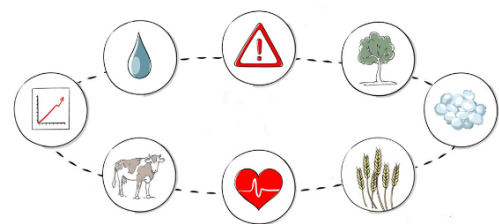


Abb. 11.2 Themenschwerpunkte des NCCS

Beispiel 11.3: KLAR!

Programm	KLAR!
Etabliert seit	2016
Träger/ Verantwortliche	Klima- und Energiefonds Österreich in Kooperation mit Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Info

In Österreich wurde vom Klima- und Energiefonds das Pilotprogramm Klimawandel- Anpassungsmodellregionen (KLAR!) geschaffen, um die zukünftigen Herausforderungen des Klimawandels zu bestreiten. Mit Hilfe des Programms werden für die aktuelle Förderperiode ab Herbst 2020 44 Regionen aus ganz Österreich bei der Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen unterstützt. Der umfassende Ansatz des KLAR! Programms umfasst die Dimensionen Klimaschutz, soziale Akzeptanz und die Vermeidung von Fehleinschätzungen.

In Vorarlberg liegen KLAR! Regionen in den Regionen Brengenz, Vorderwald-Egg und im Walgau.

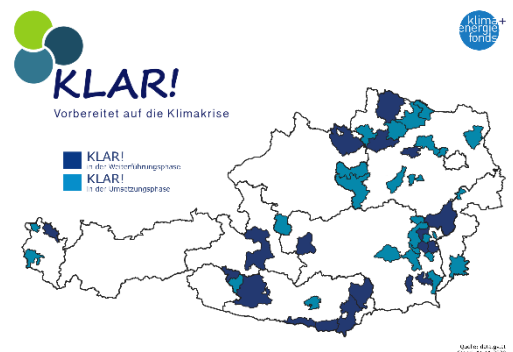


Abb. 11.3 Übersichtskarte der KLAR! Regionen

Beispiel 11.4: BAFU Pilotprogramm

Programm	Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel»
Etabliert seit	2013
Träger/ Verantwortliche	Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Info

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) der Schweiz etablierte ein Pilotprojekt, in welchem aufgezeigt wird, wie sich die Schweiz konkret an das veränderte Klima anpassen kann. Die erste Projektphase mit 31 Projekten wurde 2017 abgeschlossen. Aktuell unterstützen 50 innovative Projekte Kantone, Regionen, Städte und Gemeinden ganz konkret dabei, sich auf den Klimawandel einzustellen. Die Projekte dienen dazu, vor Ort die Klimarisiken zu minimieren, die Anpassungsfähigkeit zu steigern und Chancen zu nutzen. Dabei konzentriert sich das Pilotprogramm auf folgende sechs Themen: (1) Größere Hitzebelastung, (2) zunehmende Sommertrockenheit (Fokus Landwirtschaft), (3) Steigendes Hochwasserrisiko, (4) abnehmende Hangstabilität und häufigere Massenbewegungen, (5) Ausbreitung von Schadorganismen, Krankheiten und gebietsfremden Arten, (6) Sensibilisierung, Information und Koordination

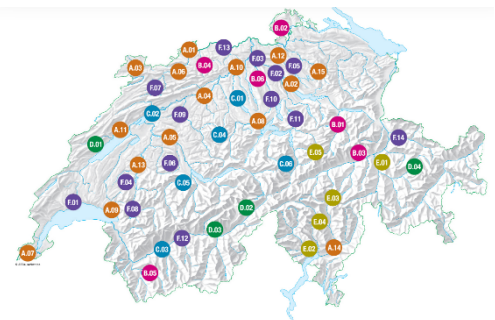


Abb. 11.4 Projektverordnung innerhalb der zweiten Programmphase Regionales Grundachtkataster

Beispiel 11.5: Initiative KlimaKonkret

Initiative	KlimaKonkret
Etabliert seit	2020
Träger/ Verantwortliche	Weatherpark Raumposition 3:0 Landschaftsarchitektur con.sens verkehrsplanung zt

Info

KlimaKonkret (klimakongkret.at) ist eine österreichische non-profit Initiative mit dem Ziel, Städte und Gemeinden zur Anpassung an den Klimawandel zu motivieren und bei der Umsetzung von Maßnahmen zu unterstützen.

Zentral ist hierbei der KlimaKonkret-Plan, der verschiedene Handlungsmöglichkeiten bündelt und illustriert. Schwerpunkte liegen bei den Handlungsfeldern Grünräume, Mobilität, Bauen/ Siedlungsentwicklung und Wasser. Fokus ist die kommunale Planungsebene, wobei auch regionale Aspekte aufgezeigt werden.

Die interdisziplinäre Expertengruppe wird vom österreichischen Klima- und Energiefond und der "The Innovation in Politics Institute GmbH" finanziell unterstützt.

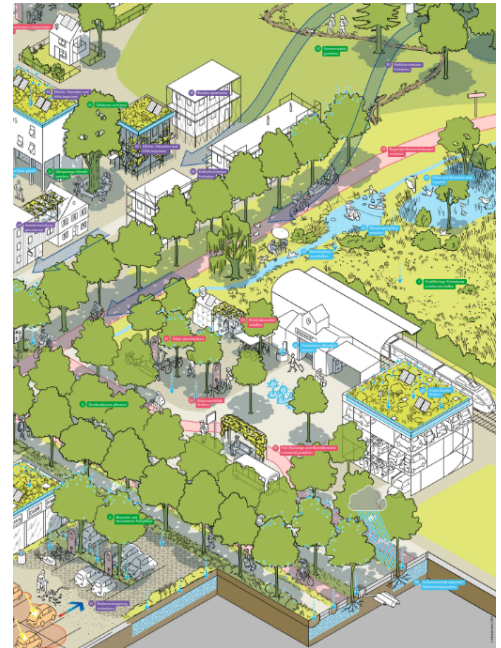


Abb. 11.5 Ausschnitt KlimaKonkret Plan

6 ANPASSUNG IN DEN REGIONALEN PLANUNGEN REGIONEN IM VERGLEICH

Baustein IV

Diskursive Erarbeitung konzeptioneller Vorschläge für die Raumplanung zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz in den Beispielregionen

Die regionalen Planungen der Modellregionen Region Hochrhein-Bodensee, Land Vorarlberg, Kanton St. Gallen und Kanton Schaffhausen werden exemplarisch betrachtet. Neben der allgemeinen Betrachtung des Themas Klimaanpassung liegt der Fokus auf den Klimawandelfolgen von „Hitzewellen und Dürren“ sowie „Starkregen“, da in der Planungspraxis hier insbesondere Verbesserungspotenzial gesehen wird. Vier Schwerpunktthemen wurden für die unterschiedlichen Teilregionen betrachtet: urbane Hitzebelastungen, Waldbrandgefahr, Sturzfluten sowie Erosion.

In Anlehnung an die Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung (Pütz et al. 2011), wurden die verschiedenen regionalen Planungen analysiert und in Workshops diskutiert. Durch die Betrachtung der räumlichen Anfälligkeit in Bezug zur regionalen Planung werden Möglichkeiten zur Verbesserung der Klimaanpassung in der Planung aufgezeigt. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind im Folgenden dargestellt.



6.1 RAUMBILDER, STRATEGIEN UND PLANINHALTE

Die regionale Planung trägt mit der Anpassung an die zu erwartenden klimatischen Veränderungen eine hohe Verantwortung. Ihre Ausrichtung nach dem Vorsorgeprinzip steht hierbei im Vordergrund.

Dies kann nur erreicht werden, wenn bereits auf strategischer Ebene die Anpassung an den Klimawandel thematisiert und angegangen wird. Damit dies gelingt, muss der Klimawandel sowie Klimaschutz und -anpassung insbesondere auch auf der konzeptionellen Ebene berücksichtigt werden.

Die Mindestinhalte der regionalen Planungen in den Ländern der Modellregionen wurden in Kapitel 2.2.3 dargestellt. Auf Grund der unterschiedlichen Planungssysteme gibt es verschiedene Ansatzmöglichkeiten, Aspekte des Klimawandels und der Klimaanpassung zu integrieren.

Die kantonalen Richtpläne der Schweiz beinhalten eine Raumentwicklungsstrategie, die ein Raumbild und das Monitoring und Controlling (vgl. Kap.6.2) umfasst. Insbesondere die hier entwickelten Ziele und Leitsätze der Raumentwicklung können genutzt werden, um die Klimaanpassung in der kantonalen Planung zu verankern. In allen Themenkomplexen der Leitsätze ist die Klimaanpassung mitzudenken. Entwicklungen und Gefahren können angesprochen, Vernetzung und Wechselwirkungen erkannt sowie Konsequenzen und Ziele überdacht werden. Darüber hinaus kann die Thematik in die themenbezogenen Festsetzungen mit einbezogen werden. Auch bei der Entwicklung des Raumbildes können und sollten die möglichen Folgen des Klimawandels und abzuleitenden Konsequenzen Berücksichtigung finden.

Im Richtplan des Kantons St.Gallen fließen Klimawandel, Klimaschutz und -anpassung bisher noch nicht in die Raumentwicklungsstrategie ein. Allerdings sollen die Erkenntnisse aus der derzeit erarbeiteten Klimaanpassungsstrategie des Kantons im Zuge einer Revision auch in die regionale Planung einbezogen werden.

Im Richtplan des Kantons Schaffhausen wird der Klimawandel zum Teil bereits berücksichtigt. Der Klimawandel wird im Zusammenhang mit Naturgefahren als richtplanrelevante Herausforderungen für die nachhaltige Entwicklung gesehen (vgl. Kap. 6.3). Allerdings fließt das Thema nicht direkt in die übergeordneten Zielsetzungen des Richtplans des Kantons ein. Der Kanton plant Klimaanpassung als Teil des Richtplans zu begreifen und auch Klimaanpassungsrichtlinien in die Revision zu integrieren (Kt. Schaffhausen 2019). Geprüft werden soll auch die Integration von Klimaanpassungsrichtlinien in das kantonale Baugesetz (ebd.).

Aufbauend auf dem österreichische Raumentwicklungskonzept (ÖREK) wurde 2019 für das Land Vorarlberg ein Raumbild entwickelt, welches das strategische Leitbild darstellt und als Grundlage für eine umfassende Landesplanung zur räumlichen Entwicklung dient (Raumbild Vorarlberg 2030 - Amt der Vorarlberger Landesregierung 2019). Hier werden Klimawandel und -anpassung explizit thematisiert (vgl. Kap.2.2.5) und auch die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg aufgegriffen (ebd.). Die Folgen des Klimawandels werden unter dem Punkt übergeordnete raumrelevante Trends aufgeführt. Klimawandel und Klimaanpassung werden grundsätzlich im strategischen Leitbild berücksichtigt. In der regionalen Planung tragen insbesondere die Landesraumpläne zur Anpassung an den Klimawandel bei.

Zu beachten sind vor allem auch die regionalen Entwicklungspläne und Entwicklungskonzepte mit ihren Aussagen zu Siedlung, Freiraum und Boden sowie Verkehr und Infrastruktur. Hier sieht das Raumplanungsgesetz Vorarlberg explizit vor, dass die Erfordernisse des

Der Regionalplan der Region Hochrhein-Bodensee verweist in der Strukturkarte direkt auf bestimmte Raumkategorien und Entwicklungsachsen formuliert Grundsätze für die gesamte Region. Bereits an dieser Stelle bietet es sich an, die Themen Klimawandel, Klimaschutz und -anpassung mit zu berücksichtigen. Auch für den Landschaftsrahmenplan, der als Grundlage für die Erstellung des Regionalplans herangezogen wird (vgl. Kap.2.2.1), gilt es diese Themenstellungen zu integrieren. Darüber hinaus muss für eine konsequente Integration der Thematik Klimaanpassung in die unterschiedlichen Planungsinstrumente auch im Rahmen der Umweltprüfung zum Regionalplan das Thema aufgenommen werden (vgl. Kap.6.3).

Die Erstellung eines regionalen Raumbildes für die Region Hochrhein-Bodensee gilt es zu diskutieren. Als zusammenfassende abstrakte Darstellung könnte ein Raumbild helfen, Strategie und Konzepte, insbesondere auch in Bezug auf die Klimaanpassung, zu entwickeln und zu kommunizieren. Sowohl die Gesamtplanung des Regionalplans könnte hierdurch herausgestellt werden, als auch einzelne Themenstellungen wie bspw. die Freiraumentwicklung stärker in den Fokus gesetzt werden.

6.2 MONITORING UND CONTROLLING

Monitoring und Controlling der regionalen Planungen können dazu dienen, den Fortschritt der Klimaanpassung zu überprüfen, um sie dementsprechend zu steuern. Für das Monitoring sind Indikatoren zu nutzen, die die Klimaanpassung berücksichtigen. Das räumliche Controlling vergleicht die mit Hilfe des Monitorings erfassten Entwicklungen mit den festgesetzten Zielen und Planungsgrundsätzen. Durch das Zusammenspiel von Monitoring und Controlling können Entwicklungen gezielt gesteuert und Planungen optimiert werden. Um Klimawandel, Klimaschutz und Klimaanpassung in den Planungsprozess zu integrieren (vgl. Kap.5.10), sind diese Aspekte schon bei der Wahl der Indikatoren für das Monitoring zu berücksichtigen.

Für die Raumplanung in der Schweiz ist ein Ansatz für das Monitoring und Controlling der kantonalen Richtpläne etabliert. Die Kantone führen ein Monitoring und Controlling durch, in einem Vierjahresrhythmus erfolgt eine Berichterstattung an den Bund. Im Zuge des Monitoring und Controlling sollen auch die Aspekte von Klimawandel und Klimaanpassung einfließen. So formuliert der Kanton Schaffhausen z.B. das Ziel, Klimaanpassungsrichtlinien in die Revision des kantonalen Richtplans zu integrieren (Kanton Schaffhausen 2019).

In Deutschland ist alle fünf Jahre ein Monitoring der Regionalpläne vorgesehen, jedoch ohne Controlling. In der Planungspraxis ist dieser Ansatz grundsätzlich nur wenig etabliert. Hier besteht großes Potenzial auch im Hinblick auf die Integration des Themas Klimaanpassung.

Die Landesraumpläne in Vorarlberg werden in regelmäßigen Abständen überprüft und überarbeitet. Zum Beispiel ist für das Monitoring der Landesgrünzone angedacht, das Indikatorenset um Kenngrößen zur Bestimmung der Qualität der Grünzone zu erweitern. Auf gleiche Weise wäre es denkbar, auch Indikatoren zur Klimaanpassung zu ergänzen. Beispielsweise wurden bereits im Rahmen des ÖREK 2011 zu Naturgefahren, Bodenversiegelung und Waldbeständen Indikatoren für das Handlungsfeld Klimawandel, Anpassung und Ressourceneffizienz erarbeitet. Sie könnten hierzu eine erste Orientierung darstellen. Insgesamt ist jedoch festzustellen, die Entwicklung und Festlegung auf bestimmte Indikatoren, die die Aspekte der Klimaanpassung umfassend widerspiegeln, sich derzeit noch in den Anfängen befinden.

Als Orientierung können hier die Indikatoren der Evaluierungen im Zusammenhang mit Anpassungsstrategien und Maßnahmenplänen dienen. Zum Beispiel werden beim Monitoring der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) für den Bereich Raumplanung vor allem die Entwicklungen von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten betrachtet z.B. Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für Natur und Landschaft, Grund- und Trinkwasserschutz, (vorbeugender) Hochwasserschutz. Auch Bereiche mit besonderen Klimafunktionen oder die Entwicklung von Siedlungen in Risikogebieten sowie die Flächenneuanspruchnahme sind Beispiele für mögliche Indikatoren (dt. UBA 2019). Das Monitoring zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg nimmt andere Kenngrößen in den Blick wie zum Beispiel den Anteil der Erholungsfläche an der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Großstädten, die Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche oder auch die Wärmebelastung in Städten (LUBW 2017).

6.3 UMWELTPRÜFUNG UND WIRKUNGSBEURTEILUNG

Um Umweltauswirkungen zu erfassen und zu prüfen, gibt es unterschiedliche Instrumente. In Deutschland und Österreich ist das europäische Instrument der Umweltprüfung verankert. Das Instrument basiert auf der UVP-Richtlinie 2011/92/EU und deren Änderungen durch RL 2014/52/EU sowie auf der SUP-Richtlinie 2001/42/EU. Die Richtlinien fließen in das nationale Recht ein. Es gibt zwei Formen der Umweltprüfung, die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), welche sich auf Vorhaben bezieht, und die Strategische Umweltprüfung (SUP), die bei Aufstellung bestimmter Programme und Pläne durchgeführt wird. Eine SUP ist für Planungen aller Planungsebenen (Bund, Land, Region, Kommune) durchzuführen.

In der Schweiz hingegen ist eine Prüfung der Umweltverträglichkeit von Planungen auf Bundesebene nicht vorgesehen. In den Kantonen gibt es zum Teil unterschiedliche Instrumente und Methoden zur Beurteilung von Umweltauswirkungen, die jedoch relativ unverbindlich sind (ARE und BAFU 2012). Für die Schweiz wird die Einführung einer Wirkungsbeurteilung angestrebt, die die Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) und die SUP vereinen soll, also Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft beinhalten und darüber hinaus auch die Anforderungen an eine SUP erfüllen soll (BAFU 2018). Bestandteil ist die Wirkungsbeurteilung Umwelt, die einer SUP entspricht (ebd.). Ziel ist es, bei der Erarbeitung und Genehmigung von Plänen und Programmen die Umweltziele und Umweltvorschriften mit einzubeziehen (ebd.). Die Begriffe Wirkungsbeurteilung Umwelt und SUP werden z.T. synonym gebraucht. Die Anpassung an den Klimawandel soll eines der in der Wirkungsbeurteilung Umwelt behandelten Themen sein (BAFU 2018).

Die europäische UVP-Änderungsrichtlinie 2014 legt fest, dass Klimawandel, Klimaanpassung und -schutz stärker in der Umweltprüfung zu berücksichtigen sind. Dieses ist bis 2017 in das nationale Recht eingeflossen. Zielstellung der Umweltprüfungen ist es, die Auswirkungen von Vorhaben und Plänen auf die Schutzgüter der UVP und SUP und deren Wechselwirkungen mit den Auswirkungen des Klimawandels darzulegen (UBA 2017 b).

Im Zusammenhang mit regionalen Planungen geht es im Speziellen um die Strategische Umweltprüfung. Klimawandel, Klimaanpassung und Klimaschutz können auf unterschiedliche Weise in die strategische Umweltprüfung einfließen. Mögliche Wechselwirkungen bei Umweltprüfungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel sind in Abbildung 41 dargestellt.

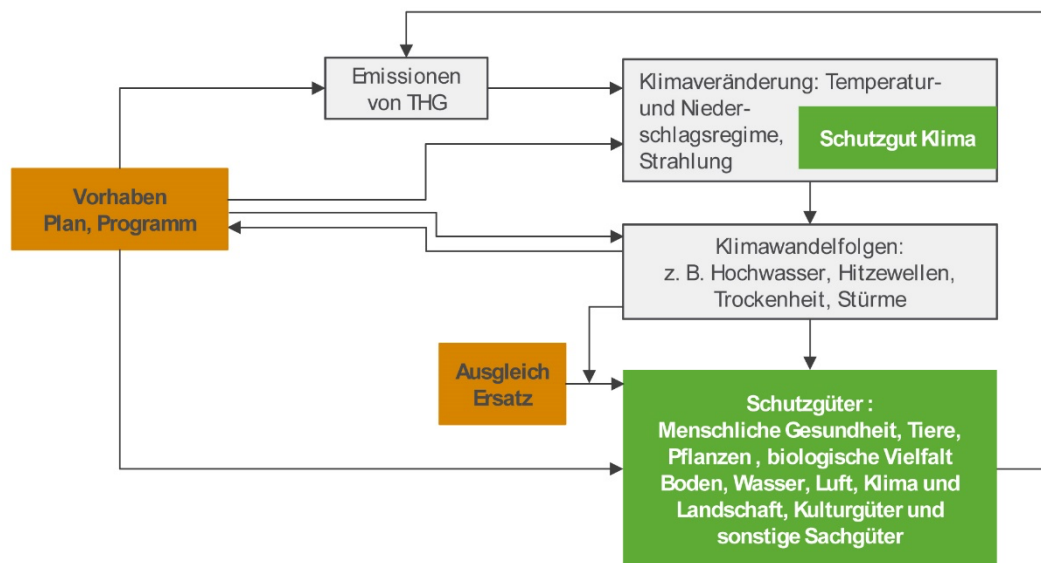


Abbildung 41 Mögliche Wechselwirkungen bei Umweltprüfungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel (Bosch & Partner GmbH, UBA 2017 b)

Zum einen kann die Verhinderung oder Minderung nachteiliger Auswirkungen bzw. Stärkung positiver Auswirkungen von Plänen und Programmen auf die Anpassungskapazität geprüft werden (Klimafolgenanpassung) (Lüdeke 2019). Zum anderen kann die Minderung nachteiliger Auswirkungen des Klimawandels auf Pläne und Programme angestrebt werden (Climate Proofing) (ebd.). So gilt es selbstverständlich auch den Klimaschutz, d.h. die Verhinderung oder Minderung nachteiliger Auswirkungen bzw. Stärkung positiver Auswirkungen von Plänen auf das Klima, in der Prüfung zu berücksichtigen (UBA 2017 b). In welchem Umfang die dargestellten Wechselwirkungen Bestandteil der Umweltprüfung sein sollen, wird noch diskutiert (ebd.). Grundsätzlich ist zu beachten, dass die SUP Auswirkungen des Klimawandels auf den Plan oder das Programm nur herausstellen kann, wenn diese auch zu Auswirkungen der Planung auf die Umwelt bzw. die Schutzgüter führen (ebd.). Einem Climate Proofing von Plänen und Programmen soll eine Gefährdung oder Beeinträchtigung von durch die

Planung vorbereiteten Vorhaben oder Aktivitäten durch die Folgen des Klimawandels ermitteln (ebd.). Die SUP in ihrer jetzigen Form kann kein vollständiges Climate Proofing von Plänen und Programmen darstellen, da nur diejenigen Aspekte berücksichtigt werden können, die Auswirkungen auf die Schutzgüter hervorrufen (ebd.). Mit den entsprechenden fachrechtlichen Ergänzungen könnte die SUP als eine gründliche und transparente Anpassungsprüfung auf Ebene genutzt werden (Reese 2015). Auf diese Weise könnte die SUP die regionale Planung bei der Anpassung an den Klimawandel noch stärker unterstützen.

Bei der Umsetzung von Maßnahmen gilt es die Bandbreite möglicher klimatischer Veränderungen und Unsicherheiten mit zu berücksichtigen (vgl. Kap.3). Es wird empfohlen sogenannte „No- bzw. Low-Regret“-Optionen zu präferieren (Pütz et al. 2011). Hierbei sollte immer die Nachhaltigkeit einer Handlungsoption geprüft und mögliche negative Auswirkungen berücksichtigt werden. Es gilt Optionen zu wählen, die robust und multifunktional sind. Auch die Bandbreite möglicher klimatischer Veränderungen ist mit zu berücksichtigen (vgl. Kap.3).

Jeder SUP liegen übergeordnete Umweltziele zu Grunde, die als Maßstab der Einschätzung der Umweltauswirkungen gelten. Bereits an dieser Stelle ist das Thema Klimaanpassung aufzugreifen. Auch im Zusammenhang mit der Status-Quo Prognose, die als Referenz für die Prüfung dient, können Erkenntnisse über Klimawandelfolgen und empfindliche Raumstrukturen mit einfließen.

Darüber hinaus umfasst jedes Schutzgut in der SUP Aspekte, die vom Klimawandel beeinflusst werden, zur Klimaanpassung beitragen können oder eine Anpassung erschweren. Häufig fehlen Datengrundlagen, um diese Aspekte in der Prüfung berücksichtigen zu können. Ein Beispiel hierfür sind Sturzfluten bzw. Hangwasser (vgl. Kap. 6.7). Diese können z.B. bei einer SUP in Vorarlberg oder in der Region Hochrhein-Bodensee nicht adäquat berücksichtigt werden, da wichtige Grundlagendaten fehlen (vgl. Kap. 6.7).

In der vertiefenden Prüfung besteht die Möglichkeit ein „Climate Proofing“ in die Prüfsteckbriefe zu integrieren. Darüber hinaus kann ein eigenes Unterkapitel im Umweltbericht das Thema herausstellen.

Die Umweltprüfung stellt ein „reaktives“ Instrument dar, während Gefahrenkarten eher ein „aktives“ Instrument sind und einen restriktiven Charakter haben. Die Umweltprüfung ermöglicht es, verschiedene Aspekte in der Abwägung zu berücksichtigen, z.B. die Klimaanpassung. Demnach ergänzen sich die beiden Instrumente: Die Umweltprüfung kann Basis einer risikobasierten Raumplanung sein und nimmt somit Einfluss auf den Umgang mit Naturgefahren (vgl. Kap.6.4).

6.4 UMGANG MIT NATURGEFAHREN

Im Zuge des Klimawandels können Naturgefahren zunehmen, wie z.B. Überschwemmungen, Hangrutsche etc. (vgl. Kap. 4). Der Raumplanung kommt im Zusammenhang mit Naturgefahren eine wesentliche Rolle in der Gefahrenprävention zu (ÖROK 2016). Es gibt verschiedene Ansätze und Instrumente mit Naturgefahren in der regionalen Planung umzugehen. Die Praxis in den Modellregionen unterscheiden sich hier zum Teil erheblich.

Unerlässliche Grundlage im Umgang mit Naturgefahren ist die Erfassung und das Monitoring von Gefahrenprozessen und Ereignissen (BAFU et al. 2020). Darüber hinaus ist es sinnvoll betroffene Sektoren wie Landwirtschaft, Verkehr oder Energie mit zu berücksichtigen (ebd.).

Im Umgang mit Naturgefahren ist ein gefahrenbasierter Ansatz etabliert. Üblich ist hier der Einsatz von Gefahrenkarten, um Risiken zu bewerten. Im Bereich Hochwasser werden von allen Regionen Gefahrenkarten genutzt. Des Weiteren werden zumeist Massenbewegungen wie Hangrutschungen, Schuttströme, Muren, Steinschlag, Lawinen, unter dem Begriff Naturgefahren zusammengefasst (vgl. Kap.4.4).

Auf Grund der alpinen Naturgefahren ist der Umgang mit dem Risiko tief in der Österreichischen und Schweizer Planung verankert. In Baden-Württemberg liegt der Fokus hauptsächlich auf Hochwassergefahren.

In der Schweiz gibt es vier Gefahrenkategorien, die aufzeigen, welche Siedlungsräume und Verkehrswege durch Hochwasser, Lawinen, Rutschungen oder Felsstürze bedroht sind (PLANAT 2020). Diese Gefahrenkarten enthalten detaillierte Angaben über Ursachen, Ablauf, räumliche Ausdehnung, Intensität und Eintretenswahrscheinlichkeit von Naturereignissen (ebd.). Gefahrenkarten sind das Ergebnis der Gefahrenbeurteilung und beinhalten die Einordnung in Gefahrenstufen (BAFU 2020). Die Gefahrenkarte dient als Grundlage der Raumplanung, z.B. zur Definition von Gefahrenzonen im Nutzungsplan und Formulierung von Bauauflagen. In der Schweiz wurden die Gefahrenkarten durch die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss ergänzt (vgl. Kap.6.7.1). Sie ist nicht Bestandteil der Gefahrenzonenpläne und hat einen hinweisenden Charakter.

Entsprechend der unterschiedlichen Zuständigkeiten gibt es in Österreich zwei zentrale Systeme: die Hochwasserzonierung (HORA) ergänzt durch weitere Naturgefahren (eHORA) sowie die Gefahrenkarten und Gefahrenzonenplan der Wildbach- und Lawinenverbauung.

Im Raumplanungsgesetz des Landes Vorarlberg sind die Regelungsansätze für den Umgang mit Gefahrenbereichen sowie für die Beachtung der Gefahrendarstellungen verankert (ÖROK 2016).

Für die Planung in Baden-Württemberg steht neben den Hochwassergefahrenkarten die Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte zur Verfügung, welche Gefahren wie Hangrutsche, Setzungen und Steinschlag abbildet (vgl. Kap.6.7.2). Im Gegensatz zu den Analysen in Österreich und der Schweiz wird hier keine direkte Gefahreneinstufung vorgenommen. Sie hat hinweisenden Charakter und ist nicht verbindlich, kann aber Planungen als Grundlage dienen. Eine Karte zu Oberflächenabflüssen, vergleichbar mit der Schweiz, gibt es für Baden-Württemberg nicht (vgl. Kap.6.7.1). Die Grundlagendaten für das kommunale Starkregenerisikomanagement umfassen zwar eine Karte zu Abflussbahnen bei Starkregen, jedoch beinhaltet dieses keine Informationen für den Siedlungsbereich.

Die Entwicklungen zeigen, dass Gefahrenkarten allein nicht genügen, um Naturgefahren, auch in Verbindung mit den klimatischen Veränderungen, zu begegnen. Die Planung muss aktuelle und künftige Risiken bedenken und steuern. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels muss hier zentraler Bestandteil werden.

Neben dem gefahrenbasierten Ansatz findet der risikobasierte Ansatz in der Raumplanung mehr und mehr Zuspruch. In diesem Zusammenhang wird auch von einem integrierten Risikomanagement (ÖROK 2016) gesprochen. Der Ansatz berücksichtigt neben der Gefährdung eines Standortes auch die Empfindlichkeit der Nutzungen, um das Risiko zu ermitteln (BAFU und ARE 2019). Das Schadenspotenzial wird nämlich maßgeblich durch die Nutzung eines Standortes bestimmt (ebd.). Ob und welche Maßnahmen erforderlich sind, wird beim risikobasierten Ansatz daher nicht nur durch die Gefährdung, sondern auch verstärkt durch die Nutzung und das damit durch das verbundene Schadenspotenzial ermittelt (ebd.). Berücksichtigt werden sollen nicht nur aktuelle Risiken, sondern auch künftige, wie z.B. die Auswirkungen des Klimawandels (ebd.). Hierbei steht der bewusste Umgang mit Naturgefahren im Mittelpunkt, nicht das vollständige Vermeiden von Risiken. Ziel ist es langfristig die Risikoentwicklung zu steuern. Dieser planerische Ansatz kann in den unterschiedlichen Instrumenten der regionalen Planung berücksichtigt werden. Ein gutes Beispiel ist der kantonale Richtplan des Kantons Freiburg (vgl. Kap.5.7.4 Beispiel 7.2).

Gerade im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels, wird zurzeit diskutiert, ob Risikokarten als Hauptgrundlage für ein integrales Risikomanagement besser geeignet wären als Gefahrenkarten (SCNAT ProClim et.al 2018). Risikokarten können für die Wirkungen des Klimawandels und die damit verbundenen Risiken sensibilisieren (ebd.).

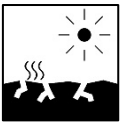
Im Endeffekt ist dieser Planungsansatz mit den Prinzipien der strategischen Umweltprüfung vereinbar. Die strategische Umweltprüfung kann in diesem Zusammenhang zentrale Risiken aufzeigen und bewerten, mögliche Entwicklungen verdeutlichen und abwägen. Die strategische Umweltprüfung bzw. die Wirkungsbeurteilung Umwelt, kann sehr gut genutzt werden, um eine risikobasierte Raumplanung umzusetzen (vgl. Kap. 6.3). Allerdings ist zu beachten, dass sich die SUP immer auf die Auswirkungen der Planung auf die Schutzgüter konzentriert

und es ist nicht ihre Aufgabe ist, die Funktionsfähigkeit einer Planung zu gewährleisten (UBA 2017 b) (vgl. Kap.6.3).

6.5 REGIONALE UND KOMMUNALE EBENE

Das Zusammenspiel und die Schnittstellen von kommunaler und regionaler Ebene unterscheiden sich in den Modellregionen. Dies zeigt sich in den unterschiedlichen Planungssystemen und Instrumenten im DACH+ Raum (vgl. Kap. 2.2.3). Bildlich kann man hier von einer „schiefen regionalen Ebene“ sprechen. Während zum Beispiel die Regionalplanung in Deutschland (M 1:50.000) zwar im Kontext mit den Kommunen einzelne Themenbereiche vertieft, reicht in der Schweiz die regionale Planung bis auf Quartiersebene. Grundsätzlich dient die regionale Planung der kommunalen Ebene als Grundlage. Darüber bieten interkommunale Ansätze Kommunen die Möglichkeit gemeinsame Themen zu bearbeiten und sich zu vernetzen.

Regionale Betrachtungen der räumlichen Risiken des Klimawandels bieten einen Überblick, der von Kommunen genutzt werden kann, um Prioritäten bei der Klimaanpassung zu setzen und relevante Handlungsfelder festzulegen. Die kommunale Ebene ist für die Umsetzung der Klimaanpassung ausschlaggebend. Die identifizierten Klimafolgen machen deutlich, dass für viele Herausforderungen eine regionale Perspektive sinnvoll ist, um die Anpassung an den Klimawandel zu meistern. Beispiele hierfür sind der Umgang mit Überschwemmungsrisiken oder das Vernetzen von Biotopstrukturen. Je nach Thematik kann die regionale Planung die kommunale Ebene bei der Anpassung an den Klimawandel durch konkrete Maßnahmen unterstützen, wie z.B. durch Sicherung wichtiger Freiräume. Andersherum können Erkenntnisse aus kommunalen Projekten zum Teil auch auf die regionale Ebene übertragen werden. Zum Beispiel fließen die Erkenntnisse aus den interkommunalen Agglomerationsprogrammen der Schweiz entsprechend des Gegenstromprinzips in die Richtplanung mit ein.



6.6 FOKUS HITZEWELLEN UND DÜRREN

Eine Folge des Klimawandels ist die Zunahme von Hitzewellen und Dürren (vgl. Kap.3.4). Wie in Kapitel 4.1 dargestellt, kann die Zunahme von Hitzewellen und Dürren unterschiedliche Konsequenzen haben. Die Handlungserfordernisse für die Planungspraxis wurden im vorangegangenen Kapitel beleuchtet (vgl. Kap.5.4). Für die Raumplanung ist der Umgang mit urbanen Hitzebelastungen ein sehr wichtiges Aufgabenfeld (vgl. Kap.6.6.1). Zusätzlich werden die Themen Waldbrandgefahr (vgl. Kap.6.6.2). Räumlich vertiefend werden hier das Land Vorarlberg und der Kanton St.Gallen betrachtet.

6.6.1 URBANE HITZEBELASTUNGEN

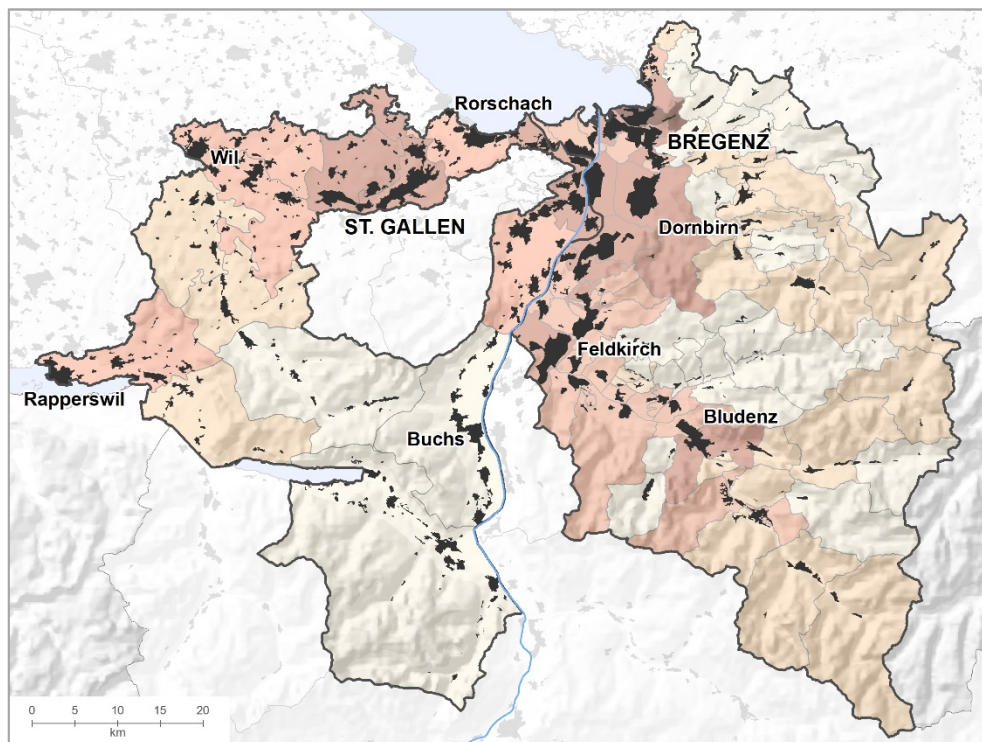
Die zunehmende Hitzebelastung im Siedlungsbereich ist ein Aufgabengebiet der räumlichen Planung, auch der regionalen Ebene (vgl. Kap.5.4). Auf Grund der Überbauung und Versiegelung sind die Temperaturen in Städten meist höher als im Umland. Dieses Phänomen der urbanen Wärmeinseln (urban heat islands) ist gut erforscht (BAFU 2018 b). Insbesondere nachts kann der Temperaturunterschied sehr hoch sein (ebd.). Zudem können Inversionswetterlagen zu Problemen mit der städtischen Luftqualität beitragen (ebd.).

Regionale Sensitivität und Betroffenheit

Im DACH+ Raum sind die Siedlungsräume je nach Exposition und Sensitivität unterschiedlich stark betroffen (vgl. Kap.4.1.3). Für den Raumausschnitt Land Vorarlberg und Kanton St.Gallen wurde die räumliche Betroffenheit tiefer analysiert und diskutiert.

Im Zusammenhang mit der Siedlungsdichte spricht man auch von einer nutzungsbedingten Sensitivität gegenüber Hitzebelastungen. Je dichter ein Gebiet besiedelt ist, desto mehr Menschen können potenziell belastet sein, desto höher ist demnach die Sensitivität.

Abbildung 42 gibt einen Überblick zur Bevölkerungsdichte in den Regionen. Für genauere Betrachtungen können auch detailliertere Erhebungen der jeweiligen Regionen genutzt werden. Insbesondere die bauliche Dichte ist für Fragestellungen des Städtebaus im Zusammenhang mit urbaner Hitze wichtig.



Einwohner pro km²



Abbildung 42 Überblick Bevölkerungsdichte Land Vorarlberg (nach Gemeinden) und Kt. St.Gallen (nach Bezirken) (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁵⁴

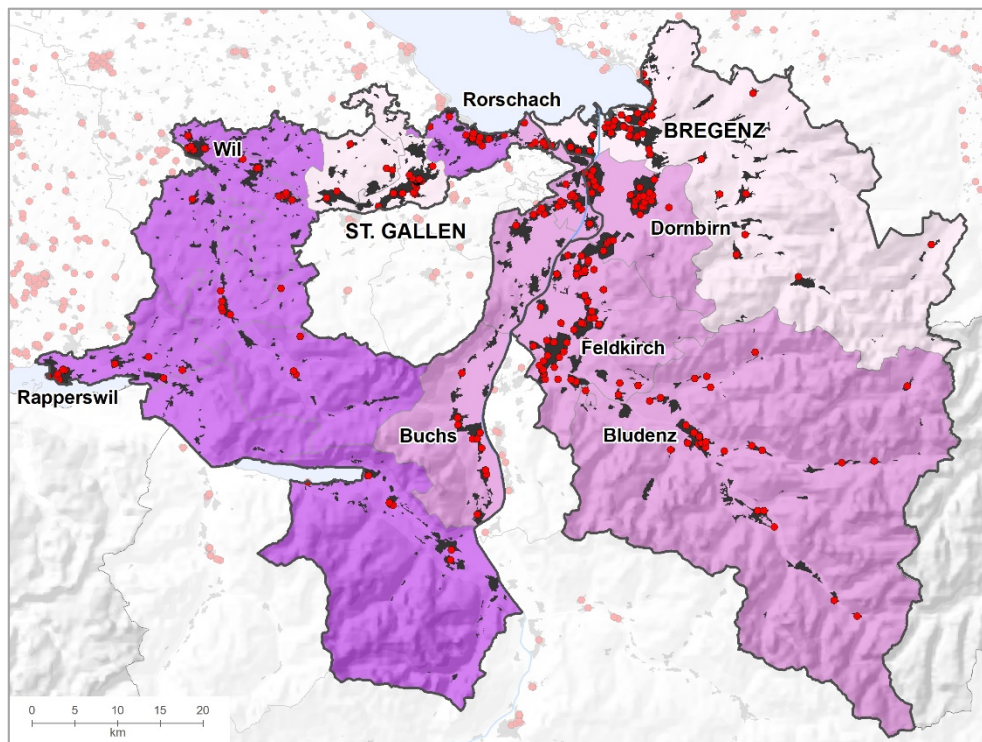
Die Bevölkerungszahlen sind mit ca. 390.000 EW in Vorarlberg (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2018 b) und ca. 510.000 EW im Kanton St.Gallen (BFS 2020) annähernd vergleichbar. Siedlungsschwerpunkte sind die Hauptstädte St.Gallen mit ca. 80.000 EW (ebd.) und Bregenz mit ca. 60.000 EW (ebd.) inklusive Ballungsraum, sprich in den Hauptstädten leben ca. 15% der Bevölkerung der jeweiligen Region. Für die Ballungszentren wird sowohl für Vorarlberg als auch für den Kanton St.Gallen ein Bevölkerungswachstum prognostiziert (ebd.). Die Stadt St.Gallen hat eine durchschnittliche Einwohnerdichte von ca. 2000 EW pro km². Wobei zu beachten ist, dass ca. die Hälfte der Fläche als Grünflächen einzuordnen ist (BFS 2020). Die durchschnittliche Einwohnerdichte von Bregenz liegt bei ca. 3100 EW pro km².

Das Alpenrheintal, insbesondere der nördliche Teil Richtung Bodensee, zeichnet sich durch eine hohe urbane Dichte aus. Im Einflussbereich der Alpen konzentrieren sich die Siedlungen auf Grund der starken Topografie, meist auf die Talräume. In Vorarlberg gelten ca. 80% der Landesfläche als nicht besiedelbar (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2018 b). In Vorarlberg lebt ein Großteil der Bevölkerung daher im Rheintal (ca. 68%) oder im Walgau (ca. 13%). Größere Siedlungen sind nur im Rheintal zu finden, wobei ca. die Hälfte aller Menschen im Rheintal in Siedlungen von 20.000 Einwohnern oder mehr lebt (ebd.).

⁵⁴ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), Amt der Vorarlberger Landesregierung 2018 b, STATPOP BFS 2019

Im Kt. St.Gallen sind die Siedlungsschwerpunkte weniger konzentriert als in Vorarlberg. Definiert sind sogenannte urbane Verdichtungsräume, die vor allem im Norden des Kantons und entlang des Rheintals liegen (Kt.SG 2020). Es leben 25% der Bevölkerung in den Städten St.Gallen, Rapperswil-Jona und Wil (SG, inkl. Bronschhofen), den einzigen Siedlungen mit mehr als 20.000 Einwohnern (ebd.).

Neben der Siedlungsdichte kann die Altersstruktur Hinweise auf die Sensitivität gegenüber Hitzebelastungen geben, da ältere Menschen und Kinder besonders sensibel gegenüber Belastungen reagieren⁵⁵. Abbildung 43 zeigt den Anteil besonders empfindlicher Altersgruppen an der Bevölkerung sowie besonders sensitive Standorte.



bis 6 und ab 65 Jahre

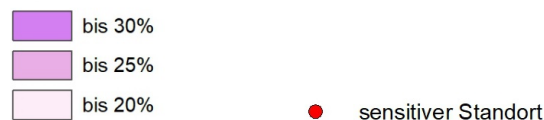


Abbildung 43 sensitive Altersstruktur und sensitive Standorte Land Vorarlberg und Kt. St.Gallen (nach Bezirken) (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁵⁶

Besonders empfindliche Infrastrukturen stellen z.B. Altenheime und Krankenhäuser dar, die sich vor allem in den dicht besiedelten Gebieten konzentriert. Durchschnittlich zeigt sich für die Verwaltungseinheiten mit den Städten St.Gallen und Bregenz der niedrigste Anteil von Personen in den empfindlichen Altersgruppen (vgl. Abbildung 43). Im Moment liegt der Anteil der sensitiven Bevölkerungsgruppe im gesamten Gebiet zwischen 20 und 30%. Für beide Regionen wird der demographische Wandel prognostiziert, sodass ein Anstieg der empfindlichen Bevölkerungsgruppe über 65 Jahren zu erwarten ist (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2018 b und Kt.SG FfS 2018).

Schon heute treten in den niedrigeren Lagen vermehrt Hitzetage auf (vgl. Kap.3.4.1). Wie der Beobachtungszeitraum zeigt, sind im Durchschnitt hauptsächlich die Tallagen von hei-

⁵⁵ ebd.

⁵⁶ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), Amt der Vorarlberger Landesregierung 2018 b, STATPOP BFS 2019, POT OSM 2020)

ßen Tagen betroffen (vgl. Abb. 44). Wie bereits erläutert, ist hier die Bevölkerungsdichte relativ hoch. Vergleicht man die beiden Hauptstädte, so ist Bregenz im Vergleich zu St.Gallen stark betroffen. Gleiches gilt für das Alpenrheintal, das Seeztal sowie die Gebiete entlang des Obersees (vgl. Abb.43).

Die Modellierungen der heißen Tage für die nahe Zukunft (RCP 8.5) zeigen, dass hier von einer starken Zunahme auszugehen ist (vgl. Kap.3.4.1). Sowohl das 50. Perzentil, als auch für das 25. Und 75. Perzentil zeigen die Zunahme von heißen Tagen (vgl. Kap.3.4.1 Abb.2). Die Gebiete, die stark betroffen sind, werden sich unter dem Einfluss des Klimawandels vergrößern und die Belastungen weiterhin steigen (vgl. Abb.44 und Abb.45).

Neben den heißen Tagen dienen Tropennächte als guter Indikator für Hitzebelastungen. Analog zu den heißen Tagen zeigen die Modelle auch die Zunahme von Tropennächten (ÖKS 15, CH 2018). Da sich der urbane Wärmeinseleffekt vor allem nachts auswirkt, erhöhen sich die Temperaturen in dicht besiedelten Städten stärker als im Umland.

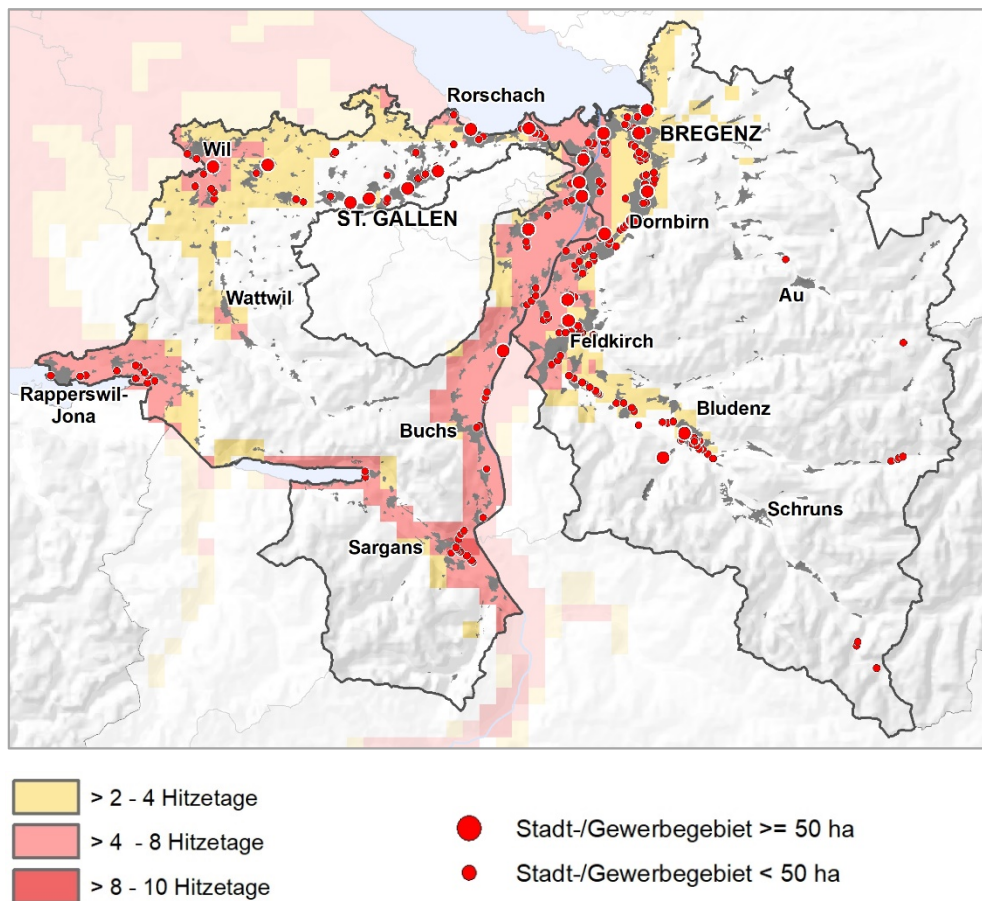


Abbildung 44 Betroffenheit urbane Hitze: Hitzetage und Stadt/Gewerbegebiete im Land Vorarlberg und im Kt. St.Gallen im Beobachtungszeitraum (1971-2000, RCP 8.5, 50.Perzentil, vgl. Kap.3.4.1) (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁵⁷

⁵⁷ Grundlegendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018, CH2018, ÖKS15)

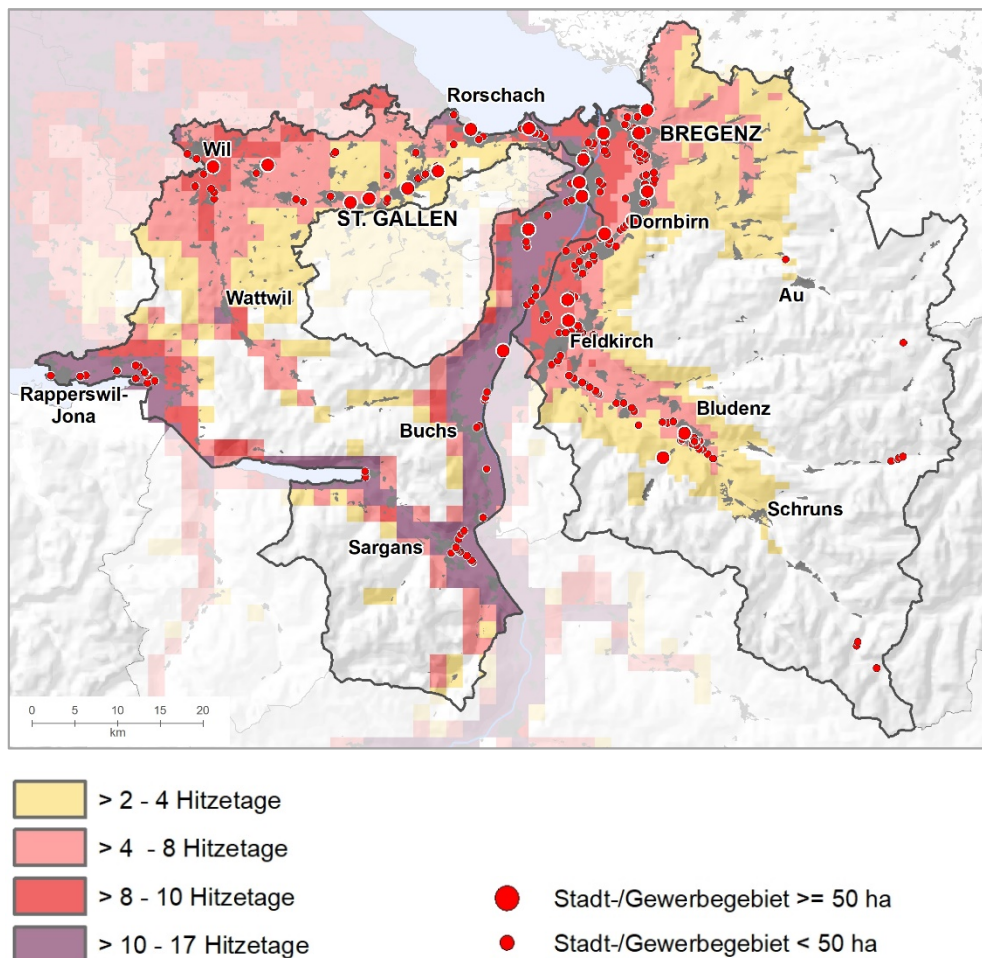


Abbildung 45 Betroffenheit urbane Hitze: Hitzetage und Stadt/Gewerbegebiete im Land Vorarlberg und im Kt. St.Gallen in naher Zukunft (2021-2050, RCP 8.5, 50.Perzentil, vgl. Kap.3.4.1) (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁵⁸

Grüne und blaue Infrastruktur in den Städten sowie der Luftaustausch mit dem Umland können zur Anpassung an die klimatischen Veränderungen genutzt werden und die Anfälligkeit reduzieren (vgl. Kap.5.4). Auf regionaler Ebene kann dazu beigetragen werden, wertvolle resilienzfördernde räumliche Strukturen zu erhalten und zu entwickeln. Abbildung 46 zeigt solche Strukturen, wie z.B. Wälder, Parks, Offenland oder Wasserflächen auf. Innerhalb der Siedlung können Parkanlagen und Freiflächen, Gewässer, Wasserspiele und Trinkbrunnen die Resilienz gegenüber urbanen Hitzebelastungen fördern.

Klimatope können einen ersten Hinweis auf die thermischen Belastungen in einer Region geben (vgl. Kap. 4.1), indem Wirk- und Ausgleichsräume unterschieden werden können. Industrie- / Gewerbeklimatope und Stadtkernklimatope sind grundsätzlich thermisch stärker belastet als Siedlungsklimatope. Diesen Wirkräumen stehen Ausgleichsräume wie Waldklimatope, Gewässerklimatope und Freilandklimatope gegenüber, welche klimatischen Belastungen entgegenwirken können. Abbildung 47 stellt die Klimatope nach Landnutzung für den Kanton St. Gallen und das Land Vorarlberg heraus. Die Häufung von Wirkräumen spiegelt die regionale Betroffenheit wider, insbesondere im Alpenrheintal.

Auf regionaler Ebene können Analysen der Luftströmungen und Austauschprozesse sehr hilfreich sein, um Planungshinweise zu liefern. Ein Beispiel ist die Klimaanalyse der Region Bodensee-Oberschwaben (KLIMBO), in der auch Teile Vorarlbergs und des Kantons St.Gallen modelliert, allerdings nicht interpretiert wurden (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.3).

⁵⁸ Grundlegenden Daten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018, CH2018, ÖKS15)

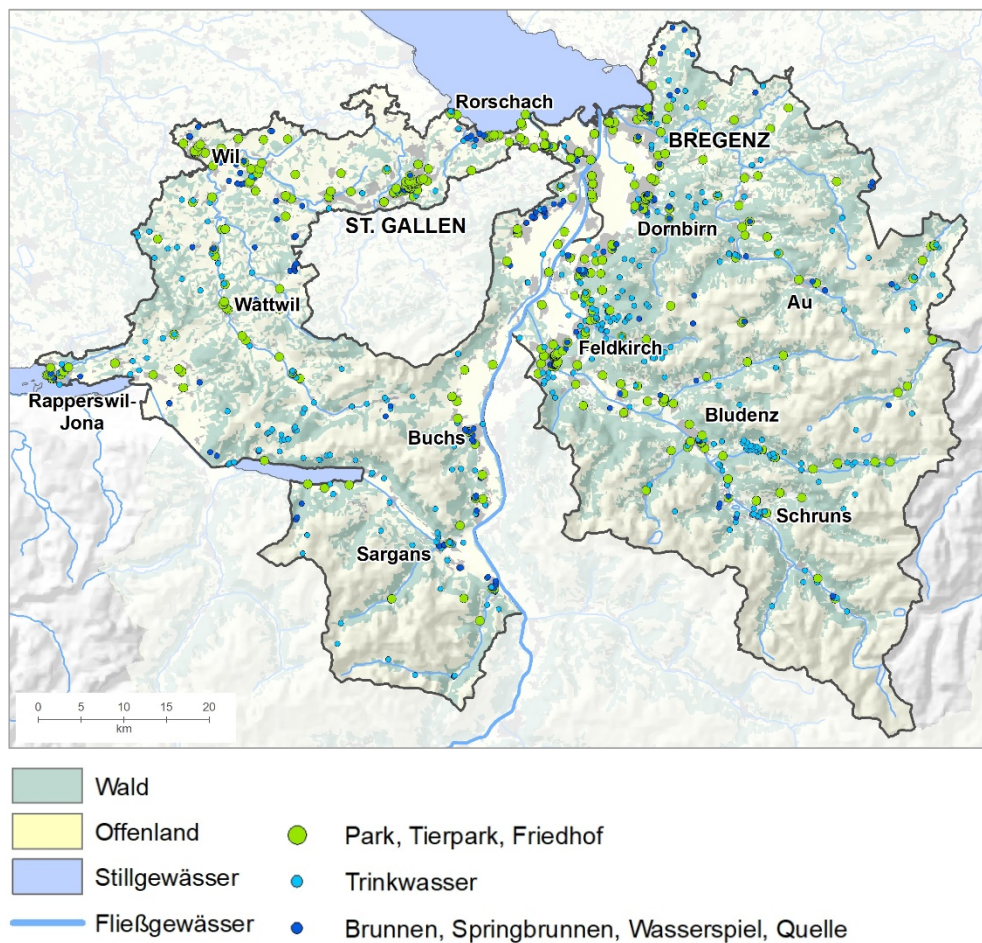


Abbildung 46 Überblick zu resilienzfördernde Strukturen in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁵⁹

⁵⁹ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018, POI OSM 2020

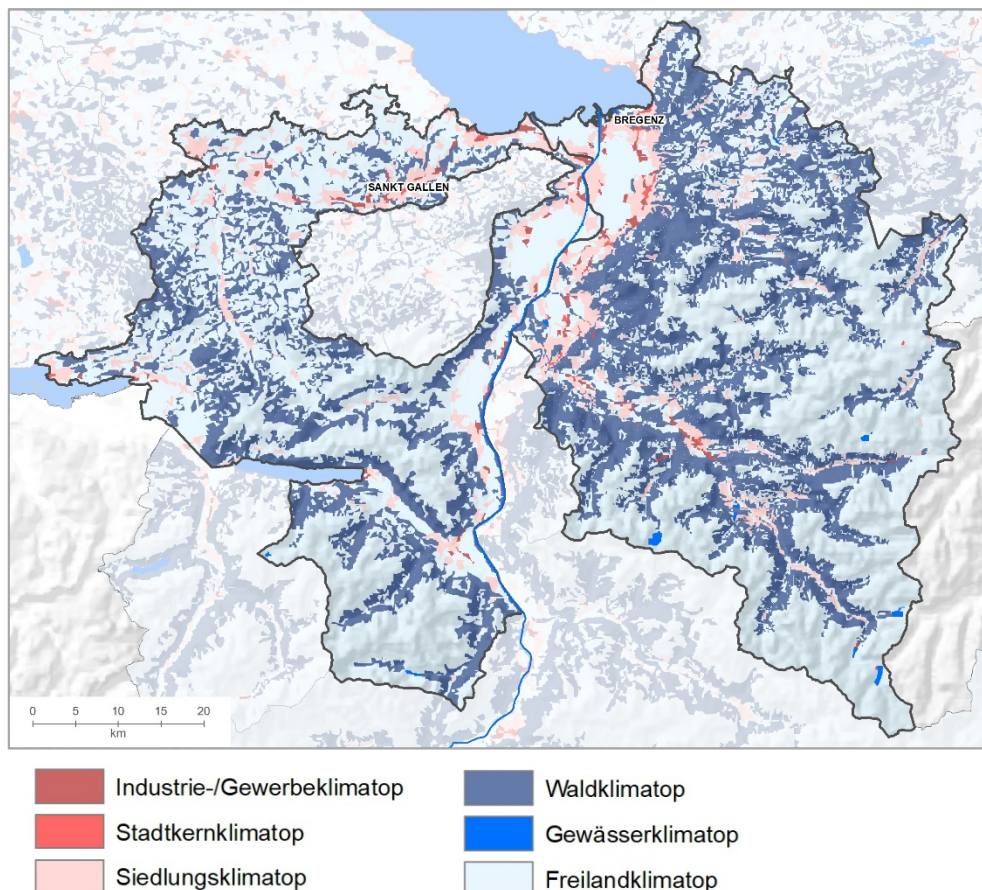


Abbildung 47 Klimatope Vorarlberg und Kt. St.Gallen bestimmt nach Landnutzung (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁰

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass Vorarlberg durch die Folgen des Klimawandels noch stärker von urbaner Hitze betroffen sein wird als der Kanton St.Gallen. In Vorarlberg sind die Siedlungen im Rheintal und Walgau stark betroffen. Auch bei hohen Anstrengungen hinsichtlich des Klimaschutzes ist von einer Betroffenheit dieser Räume auszugehen (ÖKS 15). Ohne Anstrengungen im Klimaschutz ist auf lange Sicht eine sehr starke Betroffenheit zu erwarten (ÖKS 15). Im Kanton St. Gallen sind vor allem die Siedlungen im Rheintal, im Seeztal und am Obersee einer Zunahme starker Hitze ausgesetzt. Die Hauptstadt St.Gallen liegt jedoch in einem Gebiet, das im Vergleich weniger Hitze ausgesetzt sein wird. Hier gilt, dass Anstrengungen im Klimaschutz die starke Zunahme der Hitzebelastung abwenden können (CH 2018).

Regionale Planung in Vorarlberg

Die regionale Planung in Vorarlberg nimmt nicht direkt Bezug auf das Thema urbane Hitze, jedoch können die Festlegungen von Grünzone und Blauzone einen wichtigen Beitrag leisten. Fließen die möglichen Folgen des Klimawandels bei der Planung von Grünzone und Blauzone mit ein, können diese als multifunktionale Instrumente genutzt werden und gezielt zur Anpassung an den Klimawandel beitragen (vgl. Kap.5.9). Gerade im Hinblick auf urbane Hitzebelastungen werden bereits jetzt wichtige Freiräume gesichert.

Um klimatische Aspekte in der regionalen Planung berücksichtigen zu können, sind insbesondere Grundlagendaten zu Luftaustauschprozessen und Kaltluftsystemen hilfreich (vgl. Kap.5.4). Hier können Freiflächen aufgezeigt werden, die es aus klimatischer oder lufthygienischer Sicht zu sichern bzw. zu entwickeln gilt. Wie bereits erwähnt, liegt für die Region

⁶⁰ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

Bodensee-Oberschwaben eine solche Analyse vor, die bei der Berechnung auch Teile Vorarlbergs berücksichtigt, diese jedoch nicht auswertet (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.2). Darüber hinaus sind für das Land Vorarlberg keine entsprechenden Grundlagendaten vorhanden.

Neben den Luftaustauschprozessen können auf regionaler Ebene Gebiete mit besonders hoher Hitzebelastung aufgezeigt bzw. besondere Betroffenheiten herausgestellt werden. Hierzu dienen die beschriebenen Informationen zu klimatischen Veränderungen, Empfindlichkeiten und Resilienz. Insbesondere die Hauptstadt Bregenz, aber auch andere Gemeinden im Alpenrheintal und im Walgau werden betroffen sein.

Für die Stadt Bregenz ist zum Beispiel auf kommunaler Ebene ein Projekt zu urbaner Hitze und Starkregen geplant, das eine interaktiv Klimakarte umfassen wird (Ender 2020). Ziel ist es, diese Klimakarte auch in die Planung zu integrieren. Ebenfalls liegt für Bregenz eine Klimaanpassungsstrategie auf kommunaler Ebene vor. Die Zusammenarbeit von kommunaler und regionaler Ebene, ist insbesondere beim Thema urbane Hitze sehr wichtig, da die beiden Ebenen thematisch stark verzahnt sind (vgl. Kap.6.5).

Exemplarisch zeigen Abbildung 48 und Abbildung 49 Kartenausschnitte vom Ballungsgebiet Bregenz. Die Klimatope lassen erste Rückschlüsse über besonders belastete Bereiche zu. Grün- und Blauzone sichern bereits jetzt wichtige Freiräume, die für das Stadtklima wichtig sind. So werden bspw. entlang der Bregenzer Ach, im Bereich Lauteracher Ried sowie an der Rheinmündung Freiräume mit wichtigen klimatischen Funktionen durch Grün- und Blauzone geschützt. Die Frage ist inwieweit eine Sicherung wichtiger innerstädtischer Grünstrukturen im Rahmen der Grünzone umsetzbar wären, um die übergeordnete Bedeutung bestimmter Freiflächen zu betonen.

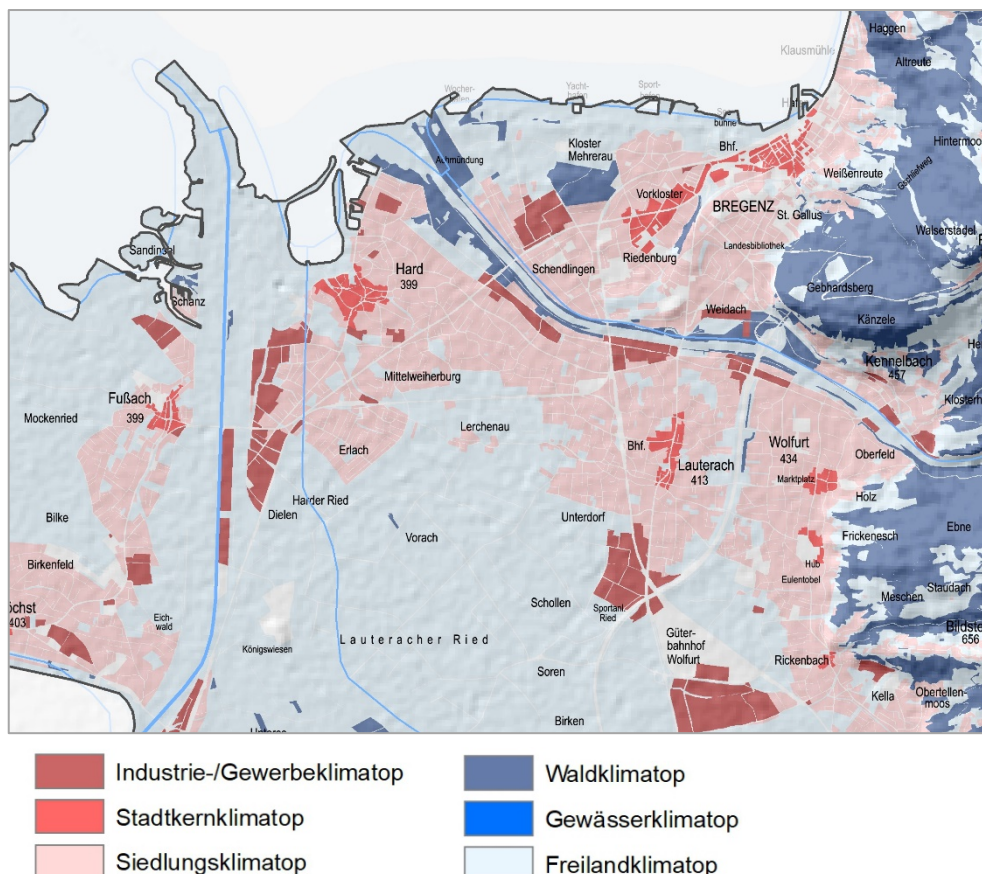
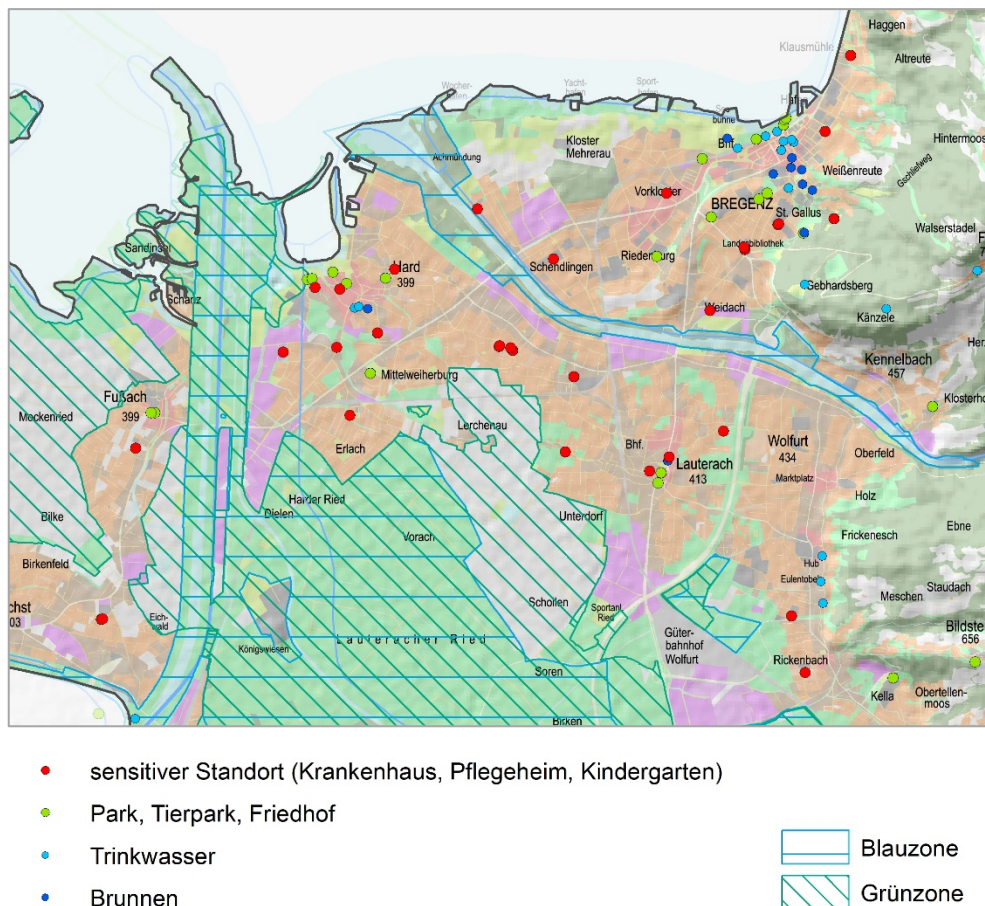


Abbildung 48 Klimatope bestimmt nach Landnutzung Ausschnitt Bregenz basierend auf Flächenwidmungsplan (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶¹

⁶¹ Grundlagendaten: VoGIS Amt der Landesregierung, Abteilung VIIa – Raumplanung



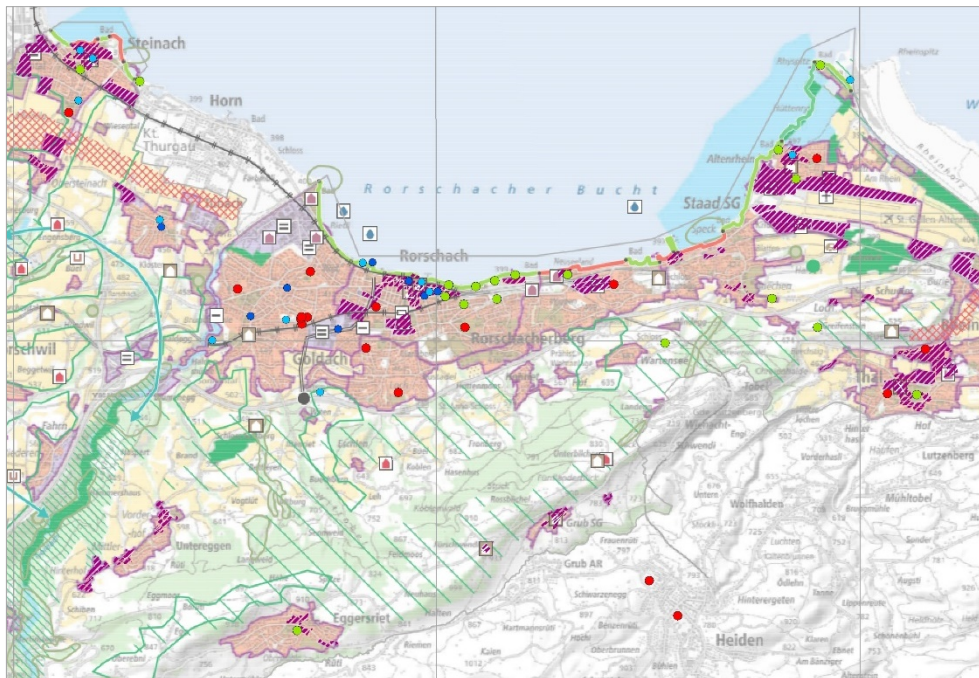
Neben den Landesraumplänen bieten regionale räumliche Entwicklungskonzepte (REK) und regionale Entwicklungspläne (REP) die Chance Klimaanpassung in der räumlichen Planung zu verankern. Hier könnten z.B. wichtige Kaltluftströmungen oder auch besonders belastete Gebiete aufgezeigt und eine daran angepasste Entwicklung angestrebt werden. Im Raumbild Vorarlberg 2030 wird die Erarbeitung regionaler Landschaftsentwicklungskonzepte mit Schwerpunktgebieten und Schwerpunktnutzungen als prioritäre Maßnahme formuliert. Diese Konzepte können in vielen Bereichen zur Klimaanpassung beitragen. In Bezug auf urbane Hitze können zum Beispiel wichtige Grünverbindungen von Siedlung und Umland identifiziert werden, Kaltluftentstehungsgebiete aufgezeigt oder auch Aussagen zu den klimatischen Funktionen von Siedlungsrändern getroffen werden. Auch die Freiräume innerhalb der Siedlung können und sollten in Landschaftsentwicklungskonzepte eingebunden werden, wenn das Thema urbane Hitze behandelt werden soll. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Freiraumkonzept der Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.8).

Die Zielsetzung von mehr Gründächer im Raumbild Vorarlberg 2030 kann auch zur Anpassung an urbane Hitzebelastungen beitragen, ist jedoch eher der kommunalen Ebene zuzuordnen. Ein möglicher regionaler Beitrag ist z.B. ein regionales Gründachkataster (vgl. Kap.5.9.1 Beispiel 9.4). Wie bei allen Grünstrukturen sind auch hier Synergieeffekte zu weiteren Themen der Klimaanpassung wie Retention, oder Vernetzung von Lebensräumen möglich.

⁶² Grundlagendaten: VoGIS Amt der Landesregierung, Abteilung VIIa – Raumplanung, POI OSM 2020

Regionale Planung im Kanton St.Gallen

Im Richtplan des Kantons St.Gallen wird urbane Hitze nicht näher thematisiert, wohingegen sich im Zuge der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel die Raumplanung intensiv mit dem Thema urbane Hitze auseinandersetzt. Ziel ist es, die Klimaanpassung in der Raumplanung besser zu berücksichtigen.



- sensibler Standort (Krankenhaus, Pflegeheim, Kindergarten)
- Park, Tierpark, Friedhof
- Trinkwasser
- Brunnen

Abbildung 50 Beispiel Kantonale Richtplankarte Kt. St.Gallen mit sensiblen Standorten und resilienzfördernden Strukturen, Ausschnitt Rorschach (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶³

Der Richtplan des Kantons legt den Fokus auf eine verstärkte Innenentwicklung. Dies kann viele positive Auswirkungen haben, wie z.B. den Schutz der freien Landschaft. Allerdings können bei einer starken Nachverdichtung Zielkonflikte auftreten, insbesondere auch im Hinblick auf urbane Hitze. Deshalb muss Grün- und Freiflächenentwicklung Teil des Konzeptes zur Innenentwicklung sein und auch klimatische Aspekte mit berücksichtigt werden. So kann verhindert werden, dass eine starke Innenentwicklung die Belastung durch urbane Hitze verstärkt.

Hierzu gibt es große Potenziale auf regionaler Ebene. Grundlagendaten zu Kaltluftstörungen und Kaltluftentstehungsgebieten können der regionalen Planung z.B. Freiflächen aufzeigen, die es aus klimatischer oder lufthygienischer Sicht zu sichern gilt (vgl. Kap.5.4). Freiraumkonzepte, die auch die Klimaanpassung mitberücksichtigen, können hier auch eine wichtige Hilfestellung für die Innenentwicklung sein. Die Agglomerationen Obersee und Werdenberg-Liechtenstein haben solche Freiraumkonzepte erstellt (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.85.4). Wie bereits angesprochen handelt es sich hier um Gebiete, für die eine starke Hitzebelastung im Zuge des Klimawandels wahrscheinlich ist. Die Erkenntnisse aus diesen Agglo-Programmen sollen in der Fortschreibung des Richtplans berücksichtigt werden.

⁶³ Grundlagendaten: Richtplankarte Nord Kanton St.Gallen Amt für Raumentwicklung und Geoinformation 2020, POI OSM 2020

Regionale Planungen in den vier Modellregionen

Alle Regionen sehen den Umgang mit urbaner Hitze auch als Aufgabe der regionalen Planung an (vgl. Kap.5.4). Im Moment fließt dieses Thema unterschiedlich stark in die regionale Planung der vier Modellregionen ein. Grundsätzlich gilt, dass viele Ansätze der regionalen Planung bereits zur Anpassung an urbane Hitze beitragen, ohne dass dieses explizit thematisiert wird. Beispiele hierfür sind die Sicherung von Freiflächen oder die Reduktion versiegelter Flächen. Auch die Erfahrungen mit starken Hitzewellen sind zum Teil sehr unterschiedlich. In der Vergangenheit waren Vorarlberg und der Kanton St.Gallen weniger stark betroffen. Insgesamt kommt dem Thema wachsende Bedeutung zu. In allen Regionen gibt es regionalplanerische Instrumente zur Sicherung und Entwicklung resilienzfördernder Strukturen.

Für Vorarlberg und den Kanton St.Gallen wären Datengrundlagen zu regionalen Luftströmungen, Luftaustauschprozessen und Stadtklima hilfreich, um diese Aspekte besser in die Planung einfließen lassen zu können. In Baden-Württemberg zum Beispiel ist es gängig, Analysen zu Stadtklima und Luftaustauschprozessen in der regionalen Planung zu nutzen. Auch der Landschaftsrahmenplan, der dem Regionalplan als Grundlage dient, beinhaltet Analysen und Karten zum Thema und benennt Ziele und Maßnahmen, z.B. die Berücksichtigung klimatischer Belange in der Bauleitplanung (Landschaftsrahmenplan Regionalverband Hochrhein-Bodensee 2007). Für die Region Hochrhein-Bodensee und den Kanton Schaffhausen wurde eine regionale Klimaanalyse als Grundlage für weitere Planungen erarbeitet (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.2). Diese wird in die regionale Planung einfließen. In der Region Hochrhein-Bodensee dienen sogenannte Regionale Grünzüge als multifunktionale Festlegungen auch dazu, klimatische und lufthygienische Funktionen zu sichern. Es gibt viele inhaltliche Parallelen dieses Planungsinstruments zu dem der Vorarlberger Grünzone.

In der Schweizer Planung gibt es kein vergleichbares Instrument. Allerdings kann auf regionaler Ebene durch die Begrenzung von Siedlungsbereichen Freiraum geschützt werden. Der kantonale Richtplan Schaffhausen sieht hierzu z.B. Siedlungstrenngürtel vor. Darüber hinaus gibt es den Auftrag an die kommunale Planung, die Grünflächen im Siedlungsgebiet zu erhalten sowie die Flächenversiegelung auf ein Minimum zu reduzieren (Kt. Schaffhausen 2019). Es wurde eine Arbeitshilfe für Grün- und Freiräume entwickelt, um aufzuzeigen, dass Innenentwicklung nur funktionieren kann, wenn Grün- und Freiflächen mitgeplant werden (ebd.). Allerdings werden die Anpassung an den Klimawandel und die klimatischen Funktionen von Freiflächen in der Arbeitshilfe nicht näher thematisiert.

Eine weitere Möglichkeit ist es, Gebiete, die besonders anfällig gegenüber einer Zunahme urbaner Hitze sind, zu identifizieren und diese z.B. auch in der regionalen Planung aufzuzeigen. Ein Beispiel ist hier die Analyse zum Regionalplan Südlicher Oberrhein oder auch Klimawandelvorsorgestrategie der Region Köln/Bonn (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.5).

Die allgemeinen Handlungserfordernisse und Gestaltungsmöglichkeiten der Raumplanung zur Anpassung an urbane Hitze werden in Kapitel 5.4 aufgezeigt.

6.6.2 WALDBRANDGEFAHR

Durch zunehmende Hitze und Dürre kann auch die Gefahr für Vegetationsbrände steigen (vgl. Kap.4.1.3). Hier soll insbesondere der Umgang mit Waldbrandgefahren in der regionalen Planung näher betrachtet werden. Waldbrände können zu den Naturgefahren gezählt werden. Die Hauptverantwortung der Problematik liegt bei Disziplinen wie Forstwirtschaft und Feuerwehr, jedoch kann auch die Raumplanung nach dem Vorsorgeprinzip hierzu einen Beitrag leisten.

Das Klima ist einer von verschiedenen Faktoren, die Waldbrände beeinflussen. Zum Beispiel spielen der Standort, die Artenzusammensetzung oder auch die forstwirtschaftliche Praxis eine wichtige Rolle. Steigende Temperaturen und zunehmende Trockenheit während der Vegetationszeit setzen die Bäume unter Stress und erhöhen dadurch auch die Waldbrandgefahr und fördern den Befall durch Schadorganismen. Betroffen ist zum Beispiel die Fichte, die bei anhaltender Trockenheit anfälliger für Borkenkäferbefall ist. Auch Laubwälder leiden

unter trockenen Bedingungen. Waldbrände können von natürlichen Ursachen ausgelöst, wie Blitzschlag, oder durch den Menschen verursacht werden. Waldbrand kann sich als ein Bodenfeuer ausbreiten oder sich zu einem Kronenband entwickeln. Die Ausbreitung eines Feuers hängt von Faktoren wie z.B. Windrichtung, Boden, Vegetation, aber auch Möglichkeiten der Einsatzkräfte zur Löschung ab.

Regionale Sensitivität und Betroffenheit Waldgebiete

Wälder erfüllen zahlreiche wichtige Funktionen, sie dienen z.B. als Lebensraum, Schutzwald und Kohlenstoff-Speicher. Gut ein Drittel der Vorarlberger Landesfläche, 37 % bzw. 97.000 Hektar, ist mit Wald bedeckt (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2018 b). Im Kanton St. Gallen sind nach der Bestandskarte 2009 rund 60'000 ha oder 31 % der Kantonsfläche bewaldet (Kt. St.Gallen 2020 b). Im Vergleich zum Kanton St.Gallen hat Vorarlberg größere zusammenhängende Waldgebiete und einen größeren Anteil an Nadelwaldbeständen (vgl. Abbildung 51). Grundsätzlich sind im gesamten Gebiet wenig Monokulturen und viele Mischwälder anzutreffen.

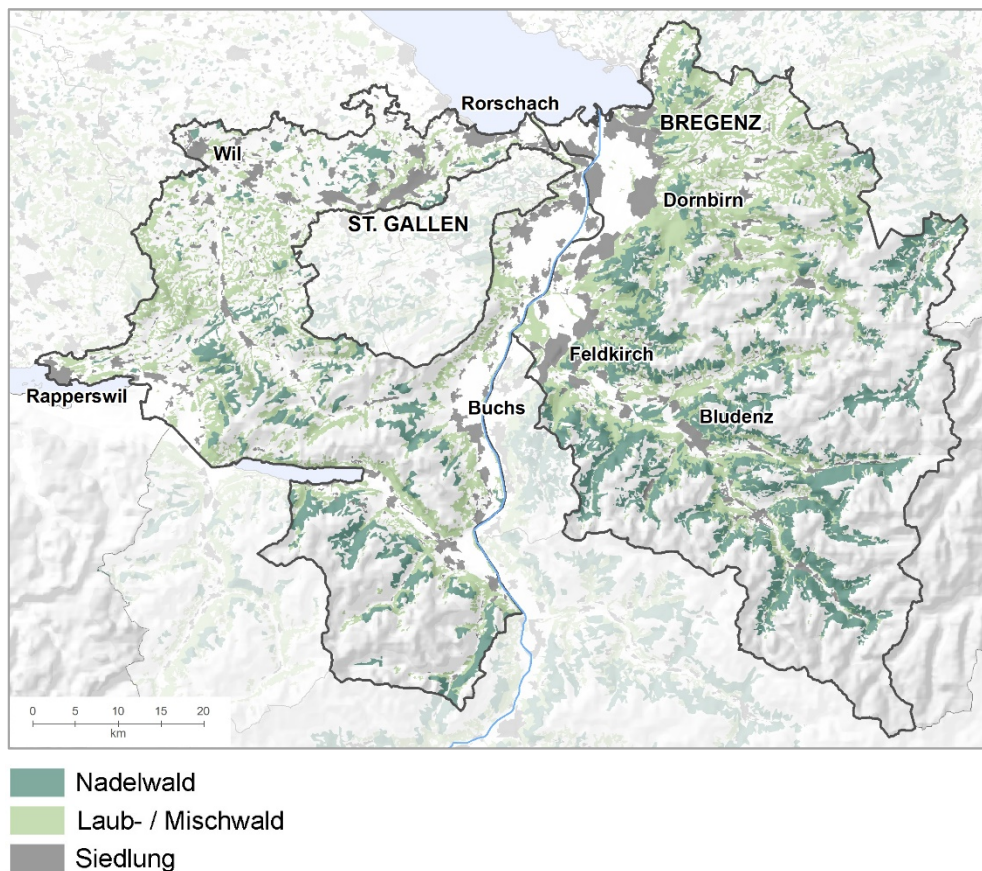


Abbildung 51 Waldbestände in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁴

Im Vergleich zu anderen Regionen, wie z.B. dem Kanton Tessin oder Brandenburg, sind der Kanton St.Gallen und das Land Vorarlberg weniger stark von Waldbränden betroffen. In Vorarlberg und im Kanton St.Gallen wird das Risiko insgesamt als eher gering eingestuft (Vorarlberger Waldstrategie 2030, Amt der Vorarlberger Landesregierung 2020, KVA 2008). Hier liegen eher lokale Betroffenheiten vor. Jedoch ist eine Zunahme der Gefährdung durch die Folgen des Klimawandels auf lange Sicht nicht auszuschließen (vgl. Kap.4.1.3). Gemäß dem Vorsorgeprinzip ist es wichtig, sich mit möglichen Gefahren auseinander zu setzen und Handlungsspielräume der regionalen Planung zu eruieren. Deshalb wird die Thematik hier aufgegriffen.

⁶⁴ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

Insbesondere Waldstandorte unterhalb 1000 m ü.M. sind von den Folgen des Klimawandels betroffen (vgl. Abbildung 52 und Kap.4.1.3). Nicht standortgerechte Arten, z.B. Fichten, können durch zunehmende Trockenheit und steigende Temperaturen belastet werden und so zu einem höheren Waldbrandrisiko beitragen. Für Österreich wurde zum Beispiel das Trockenheitsrisiko für Waldflächen aus dem Fichtenanteil und deren klimatischer Standorttauglichkeit abgeleitet (Formayer 2016).

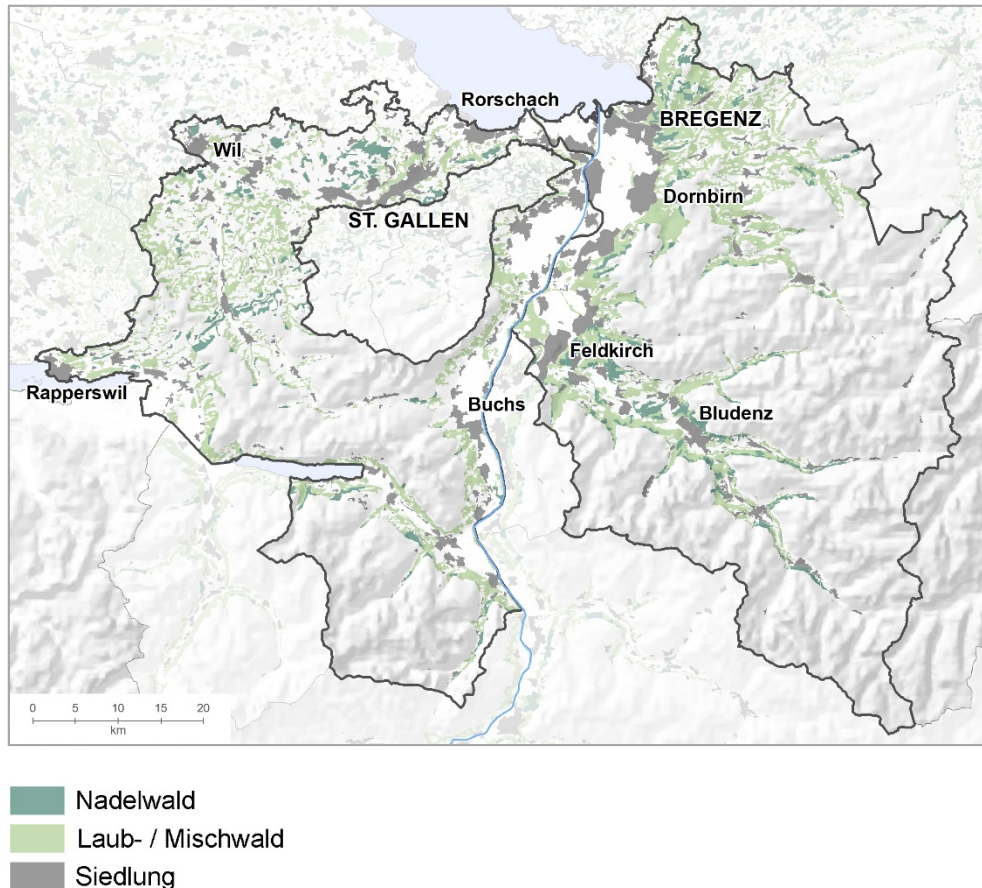


Abbildung 52 Waldbestände in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen unterhalb 1000 m ü.M. (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁵

Auf Grund der großen Komplexität bei der Ermittlung der Gefährdung durch Waldbrände, kann die regionale Betroffenheit gegenüber einer Zunahme der Gefahr von Waldbränden hier nur bedingt betrachtet werden. Ziel ist es, räumliche Aussagen zum Thema auf regionaler Ebene zu treffen und einen Überblick zu erhalten. Im Speziellen muss die Betroffenheit von der Fachplanung Forst und Katastrophenschutz beurteilt werden. Für beide Regionen sind ein Waldbrandmonitoring und Warnsysteme etabliert.

Die meisten Waldbrandereignisse in Vorarlberg sind in niedrigen Lagen und in sonnigen Tälern verzeichnet (BOKU, Waldbrand-Datenbank Österreich, 2020). Insbesondere entlang der Hanglagen des Alpenrheintals und im Walgau fanden Brände statt. Die Ereignisse im Kanton St. Gallen sind weniger konzentriert, jedoch sind auch hier häufig Täler bzw. exponierte Hanglagen betroffen (WSL, Waldbranddatenbank Swiss Fire, 2020). Gefährdet sind insbesondere flachgründige, südexponierte Lagen, wie sie zum Beispiel im Sarganserland oder im Rheintal häufig anzutreffen sind (KFA 2008).

Ein Hinweis auf besonders trockene Waldstandorte können südexponierte Hanglagen sein (vgl. Abbildung 53). Vorarlberg hat mehr zusammenhängende Waldgebiete auf südexponier-

⁶⁵ Grundlegendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018

ten Hängen als der Kanton St.Gallen. Im Kanton St.Gallen finden sich solche Gebiete hauptsächlich im Seetal. Viele der Lagen sind auch vom Südföhn beeinflusst, der mit seinen warmen trockenen Fallwinden zu sehr trockenen Standortbedingungen beiträgt. Hinzu kommt, dass sich vor allem in den Tallagen Hitzebelastungen durch den Klimawandel voraussichtlich erhöhen werden (vgl. Kap.6.6.1).

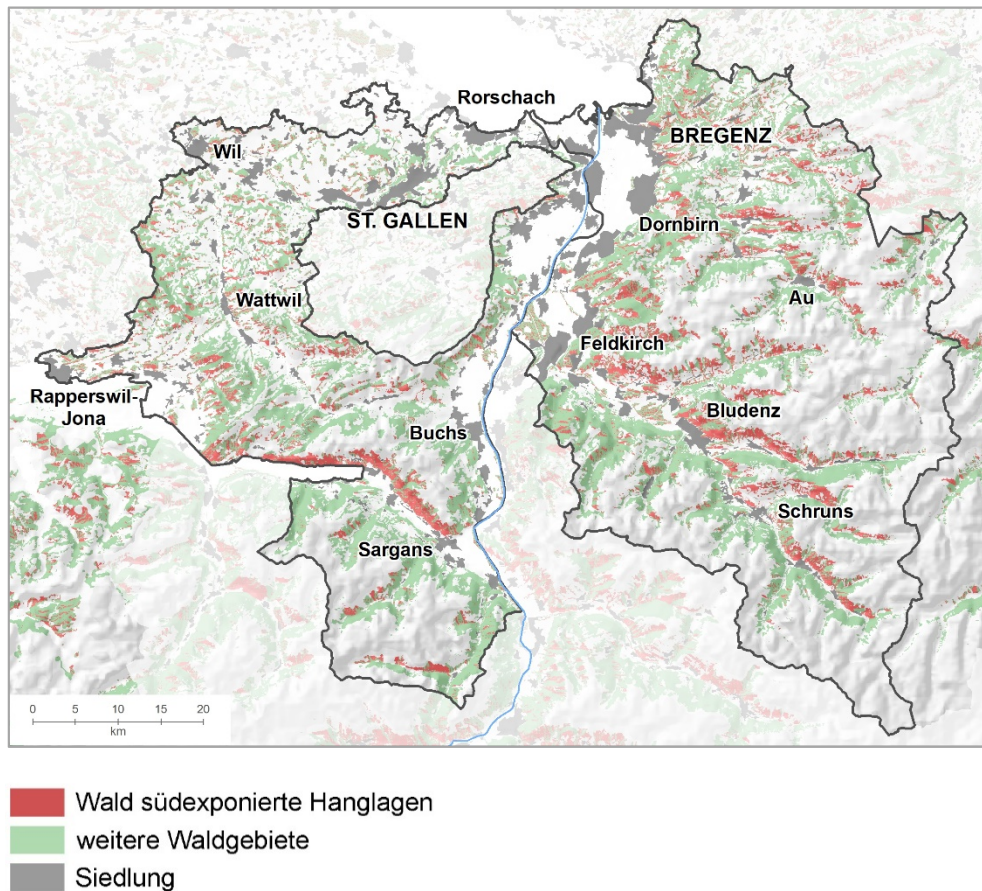


Abbildung 53 Wälder auf südexponierten Hanglagen in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁶

Regionale Sensitivität und Betroffenheit Siedlung und Infrastruktur

Breiten sich Waldbrände aus, können Siedlungen und Infrastruktur gefährdet sein. Exemplarisch wurden Siedlungen identifiziert, die sich in unmittelbarer Nähe von Wäldern in südexponierter Hanglage befinden (vgl. Abbildung 54). Eine direkte Nachbarschaft ist gegeben, wenn der Abstand zwischen Siedlung und Wald weniger als 30 m beträgt. Kommt es hier zu Waldbränden, können diese Siedlungen potenziell gefährdet sein (vgl. Abbildung 54).

In Vorarlberg gibt es mehr Siedlungen in der Nähe zu Wäldern in südexponierter Hanglage als im Kanton St.Gallen. Für solche Siedlungen könnte z.B. die Sensitivität auf kommunaler oder interkommunaler Ebene näher analysiert werden.

Auch Straßen, Bahntrassen, Energieinfrastrukturen können durch Waldbrände gefährdet sein (vgl. Abbildung 55, Abbildung 56). Eine einfache Analyse ermöglicht hier einen Überblick, welche Infrastruktur in oder in unmittelbarer Nähe von Wäldern liegt (vgl. Kap.4.3.3). Eine direkte Nachbarschaft potenzieller Risiken ist gegeben, wenn der Abstand zwischen Straße/ Bahntrasse und Wald weniger als 50 m beträgt. Diese Breite wird häufig als Mindestabstand bei Brandschneisen veranschlagt wird. Je nach Art der Infrastruktur werden zum Teil gezielt Abstände zu Waldflächen gehalten, um das Risiko durch Waldbrand

⁶⁶ Grundlegendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GIS+, CLC 2018

oder auch Sturmwurf zu reduzieren. Solche Maßnahmen können in der Darstellung nicht mitberücksichtigt werden.

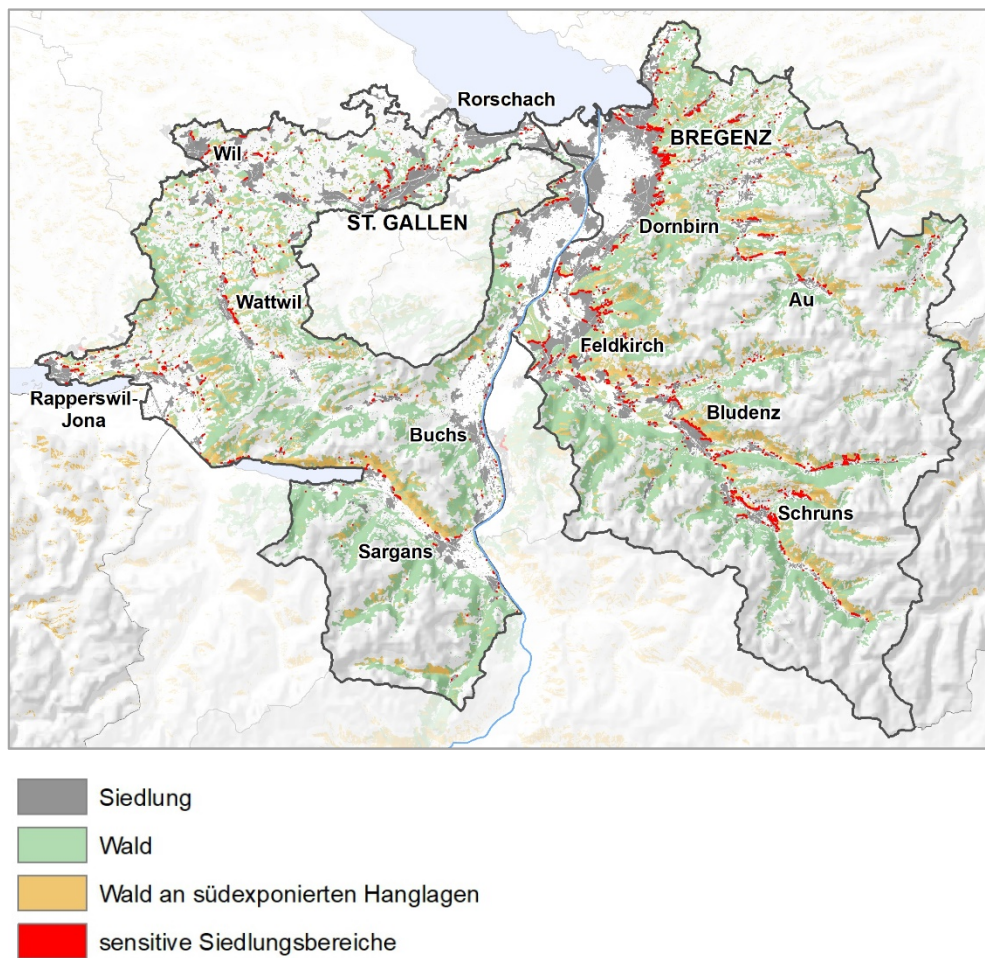


Abbildung 54 Sensitive Siedlungsbereiche in der Nähe von Waldgebieten in südexponierten Hanglage in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁷

⁶⁷ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GIS+, CLC 2018

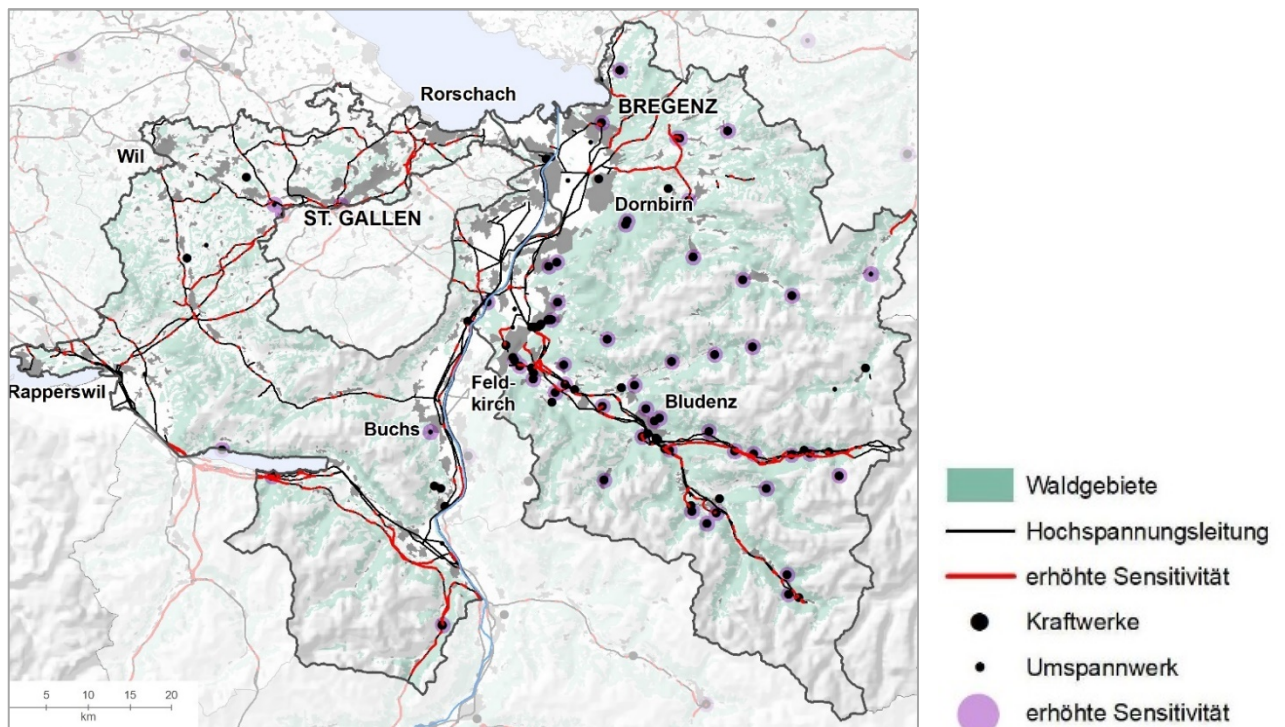


Abbildung 55 Energieinfrastruktur in der unmittelbaren Nähe von Waldgebieten in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁸

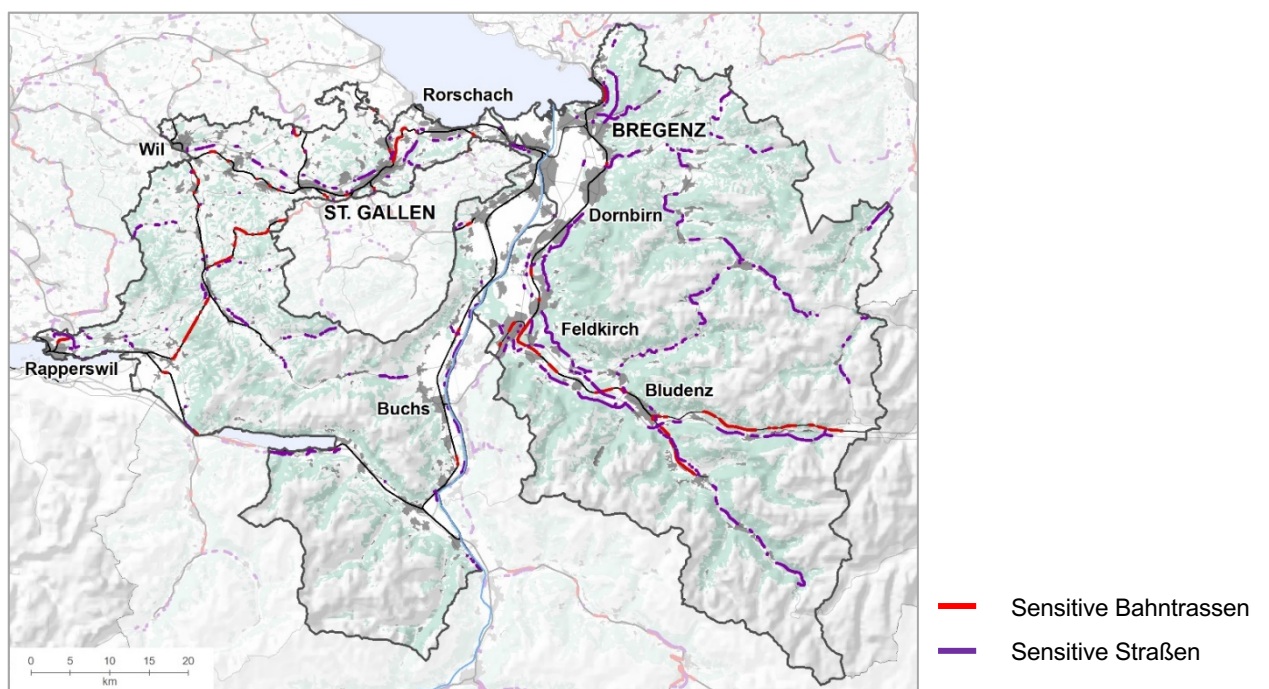


Abbildung 56 Infrastruktur in der unmittelbaren Nähe von Waldgebieten in Vorarlberg und im Kt. St.Gallen(Darstellung HHP.raumentwicklung)⁶⁹

⁶⁸ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GIS+, CLC 2018

⁶⁹ Grundlagendaten: ebd.

Regionale Planungen in den vier Modellregionen

Waldbrandgefahren werden in der regionalen Planung in den vier Modellregionen nicht explizit berücksichtigt. Zum einen liegt dies an der relativ geringen regionalen Betroffenheit, zum anderen wird diese Naturgefahr in der regionalen Planung der Länder generell weniger berücksichtigt.

Auf regionaler Ebene könnten potenziell gefährdete Waldgebiete dargestellt und so in den Planungen berücksichtigt werden.

In der Region Westsachsen wurden regionale Schwerpunktbereiche für den Waldumbau festgelegt und in diesem Zusammenhang die Waldbrandgefährdung berücksichtigt (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.10). Ein weiteres Beispiel bietet die Planungshinweiskarte zum Trockenstressrisiko von Wäldern aus der Klimawandelvorsorgestrategie Köln/ Bonn (vgl. Kap.5.4.4 Beispiel 4.9).

Die regionalen Darstellungen dienen dem Überblick und können z.B. bei der Planung der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung oder auch für Festlegungen im Zusammenhang mit Bann- und Schutzwäldern bzw. Tourismus / Erholung genutzt werden. Auf kommunaler Ebene können z.B. durch Abstandsregelungen von Siedlung und Wald in gefährdeten Gebieten Risiken reduziert werden. Eine entsprechende Risikokarte kann auch Hinweise geben, wo die Erstellung lokaler Konzepte zur Waldbrandbekämpfung besonders wichtig ist.

Im Moment wird das Risiko auf regionaler Ebene, auch unter Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels, als eher gering eingeschätzt (Amt der Vorarlberger Landesregierung 2020 b, Kantonsforstamt St.Gallen 2020). Grundsätzlich kann die Raumplanung unterstützend dazu beitragen, Risiken zu reduzieren. Die Frage ist inwieweit und wann die regionale Planung in den Modellregionen vorsorglich handeln sollte. Die Vernetzung mit den anderen Fachplanungen ist deshalb sehr wichtig. Zunächst einmal kann ein Bewusstsein für die Möglichkeiten der Raumplanung zum Umgang mit Waldbrandgefahren geschaffen werden, damit ggf. diese Möglichkeiten auch genutzt werden.



6.7 FOKUS STARKREGEN



Eine Folge des Klimawandels ist die Veränderung des Niederschlagsregimes (vgl. Kap.3.4.2). Starke Niederschläge können zunehmen. Starkregen kann zu Überschwemmungen, Erdrutschen und Verschlammung führen. Deshalb werden hier sowohl das Thema Sturzfluten (vgl. Kap.4.3), als auch das Thema Erosion und Rutschungen (vgl. Kap.4.4) behandelt.

Die Handlungserfordernisse für die Planungspraxis wurden im vorangegangenen Kapitel beleuchtet (vgl. Kap.5.6). Räumlich vertiefend wurden hier die Region Hochrhein-Bodensee und der Kanton Schaffhausen betrachtet. Statistische Auswertungen zeigen eine Zunahme von Starkregenereignissen in beiden Regionen (CH 2018, LUBW 2016).

6.7.1 STURZFLUTEN

Sturzfluten entstehen durch einen starken Oberflächenabfluss bei heftigen Niederschlägen, wenn Boden und Vegetation das Wasser nicht aufnehmen oder zurückhalten können. Das Wasser sammelt sich in Vertiefungen, oder fließt in Gewässer ein, sodass es zu Überschwemmungen und Hochwassern kommt. Grundsätzlich haben die Fachplanungen Wasserwirtschaft und Raumplanung langjährige Erfahrungen im Umgang mit Hochwasserrisiken, jedoch ist die Auseinandersetzung mit Überschwemmungen durch Starkregen relativ neu. Deshalb wird das Thema getrennt von der Klimafolge „Hochwasser“ betrachtet, auch wenn inhaltliche Überschneidungen auftreten.

Regionale Sensitivität und Betroffenheit

Besonders empfindlich gegenüber Überschwemmungen sind Siedlungen und Infrastruktur sowie landwirtschaftliche Flächen. Für die Modellregionen wurde das potenzielle Sturzfluten-

risiko von Flusseinzugsgebieten auf regionaler Ebene bestimmt (vgl. Abbildung 57). Die Methode ermöglicht auf einfachem Weg einen Überblick zum Thema für den Gesamttraum zu bekommen (Methode nach May et al. 2016 in LUBW 2016 b). Hierzu werden im ersten Schritt Hangneigung und Retentionsvermögen sowie die Landnutzungen erfasst. Daraus ergeben sich Einzugsgebiete mit einem potenziell erhöhten Risiko für Sturzfluten. In einem zweiten Schritt werden Senken und Tallagen ermittelt, die mit diesen Gebieten in Verbindung stehen. Die regionale Perspektive kann Hinweise geben, welche Gebiete genauer betrachtet werden sollten. Ein weiterer Hinweis sind vergangene Überschwemmungsereignisse.

Basierend auf der beschriebenen Methode können Gebiete dargestellt werden, für die auf Grund der Landnutzung und Topografie von einem erhöhten Risiko für Sturzfluten auszugehen ist. Dies ermöglicht der Raumplanung einen besonderen Fokus auf die Landnutzung in diesen Bereichen zu legen.

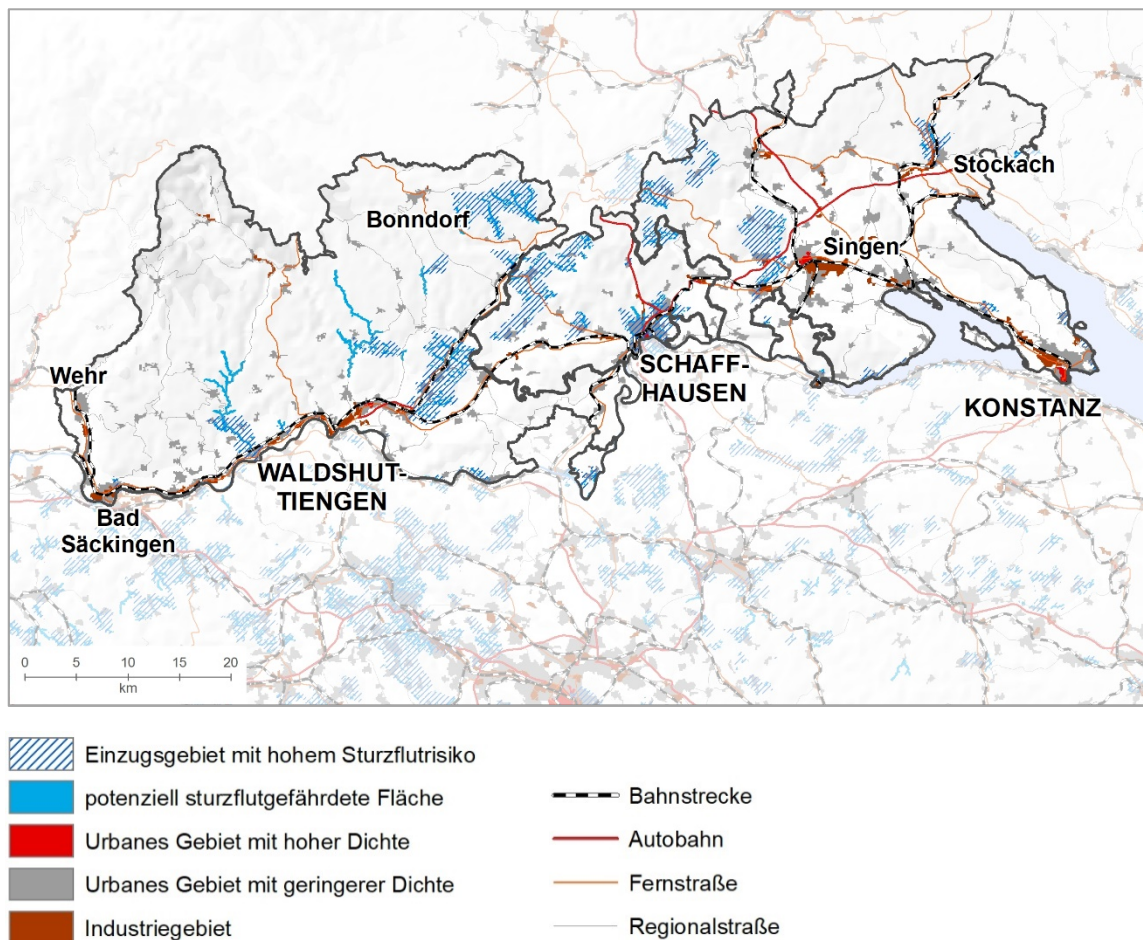


Abbildung 57 Regionale Analyse des potenziellen Sturzflutenrisikos für die Region Hochrhein-Bodensee und den Kt. Schaffhausen (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷⁰

Es gibt jedoch noch weitere Faktoren, die Sturzfluten beeinflussen, sodass auch in anderen Gebieten ein erhöhtes Risiko für Sturzfluten vorliegen kann. Zum Beispiel kam es in der Vergangenheit zu starken Überflutungen durch Starkregen in den Gebieten Stetten, Wilchingen und Trasadingen im Kanton Schaffhausen. Diese Gebiete wurden nicht durch die verwendete Methode erfasst. Zur genauen Beurteilung des Risikos durch Starkregen sind demnach umfangreichere Analysen erforderlich. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss, die seit 2018 landesweit für die Schweiz vorliegt (vgl. Abbildung 58 und Kap.5.6.4 Beispiel 6.5). Diese Datengrundlage ist wesentlich detaillierter als der zuvor

⁷⁰ Grundlegendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), GIS+, CLC 2018

beschriebene Ansatz und ermöglicht der Planung, Risiken für Sturzfluten besser zu berücksichtigen. Zu berücksichtigen ist, dass es sich bei der Gefährdungskarte um ein reines Modellierungsprodukt handelt, sodass eine korrekte Interpretation mit einer Plausibilisierung der Abflusswege vor Ort einhergehen muss.



Abbildung 58 Ausschnitt Wilchingen Trasadingen Gefährdungskarte Oberflächenabfluss (geodiens-te.ch, Kt.Schaffhausen, OpenStreetMap, Landeskarte@swisstopo 2020)

Vergleichbaren Datengrundlagen wie die Schweizer Gefährdungskarte für Oberflächenabflüsse liegen weder für Baden-Württemberg noch für Vorarlberg vor. Grundsätzlich ist das Starkregenrisikomanagement Teil des Hochwasserrisikomanagements nach der EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (2007/60/EG des Europäischen Parlaments). Das Land Baden-Württemberg setzt zum Thema Starkregenrisikomanagement den Fokus auf die kommunale Ebene und verfolgt somit einen anderen Ansatz als die Schweiz (LUBW 2016). Auf landesweiter Ebene werden in Baden-Württemberg Datengrundlagen zur Modellierung lokaler Oberflächenabflüsse bereitgestellt.

Regionale Planung in der Region Hochrhein-Bodensee

Auf regionaler Ebene gibt es keine Datengrundlagen, um ein Risiko von Sturzfluten in der Planung aufgreifen zu können. Das Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg ist auf kommunaler Ebene zu entwickeln. Eine finanzielle Förderung soll Anreize schaffen, um auf freiwilliger Basis ein Konzept zum kommunalen Starkregenrisikomanagement zu erstellen. Hierzu wurde ein Leitfaden erarbeitet, Datengrundlagen werden bereitgestellt (LUBW 2016). Eine dieser Datengrundlagen ist die Karte zu möglichen Abflussbahnen bei Starkregen für gesamt Baden-Württemberg (LUBW 2016). Diese kann lediglich erste Hinweise zu Risiken geben und entspricht nicht einer Gefährdungskarte. In der Region Hochrhein-Bodensee gibt es neun Kommunen, die bereits eine Förderung zur Erstellung einer kommunalen Starkregenrisikomanagementplans nutzen bzw. beim Regierungspräsidium beantrag haben (RP Freiburg 2020).

Der Regionalplan 2000 der Region Hochrhein-Bodensee (Stand 2014) enthält keine speziellen Festlegungen explizit zum Thema Sturzfluten, jedoch können innerhalb der Festlegungen von Regionalen Grünzügen auch Flächen mit hohem Retentionsvermögen gesichert werden, die auch dazu beitragen können, Sturzflutereignissen vorzubeugen. Informationen und Kenntnisse in Hinblick auf Oberflächenabflüsse können als wichtiges Argument zur Ausweisung von Grünzügen herangezogen werden. Abbildung 59 zeigt die Raumnutzungskarte Ost – Landkreis Konstanz des Regionalplan 2000 überlagert mit der Analyse des Sturzflutenrisikos für Einzugsgebiete sowie potenzielle Abflussbahnen bei Starkregen.

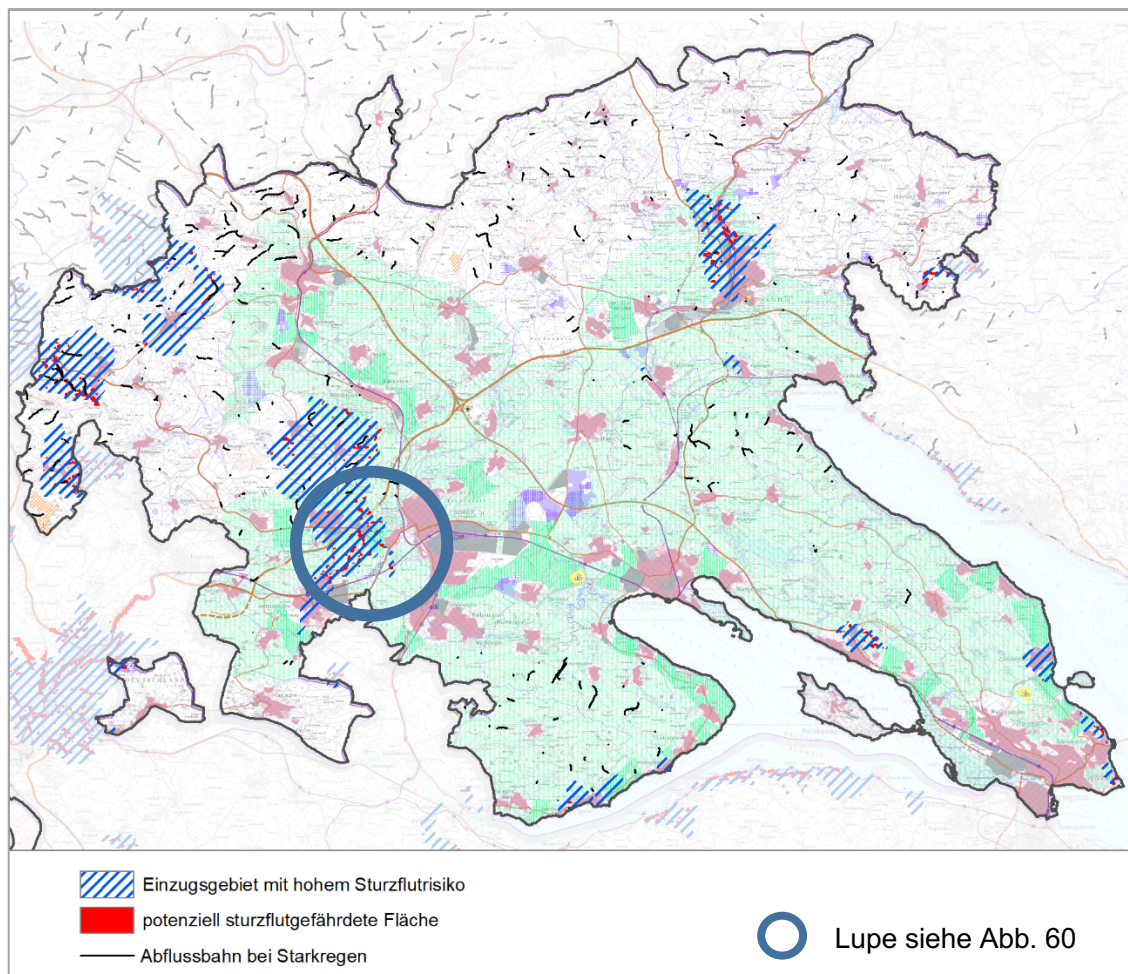


Abbildung 59 Einzugsgebiete mit potenziell hohem Sturzflutenrisiko im Landkreis Konstanz überlagert mit Raumnutzungskarte Ost – Landkreis Konstanz Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷¹

Die regionale Planung kann z.B. durch die Lenkung der Siedlungsentwicklung Rücksicht auf Einzugsgebiete mit hohem Sturzflutrisiko nehmen. Eine weitere Versiegelung des Bodens in solchen Gebieten verringert das Retentionsvermögen im Einzugsgebiet und kann so das Risiko für Sturzfluten weiter erhöhen. Alle Festlegungen, die zur Steigerung des Retentionsvermögens in solchen Gebieten dienen, können potenziell zur Reduktion des Risikos beitragen. Hier sind Grünzüge bzw. auch Grünzäsuren zentrale Instrumente in der Region Hochrhein-Bodensee. Wie in Kapitel 5.9 erläutert, sind Grünzüge als multifunktionales Instrument gut geeignet, zur Anpassung an die unterschiedlichen Folgen des Klimawandels beizutragen. Die Prävention von Sturzfluten kann als eine Begründung für Grünzüge dienen. Abbildung 60 zeigt exemplarisch einen bestehenden Grünzug und Grünzäsuren zwischen Hilzingen, Gottmadingen und Singen, der in einem Einzugsgebiet mit potenziell erhöhtem Sturzflutrisiko liegt. Dies kann zur Begründung der Anreicherung der Landschaft mit Grünstrukturen genutzt werden, da diese das Retentionsvermögen der Landschaft erhöhen. Sind andere räumliche Entwicklungen geplant, sollte das Sturzflutrisiko näher geprüft und Auswirkungen auf die Planung aufgezeigt werden, z.B. im Rahmen der SUP (vgl. Kap.6.3).

⁷¹ Grundlegenden: Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee, GIS+, LGRB

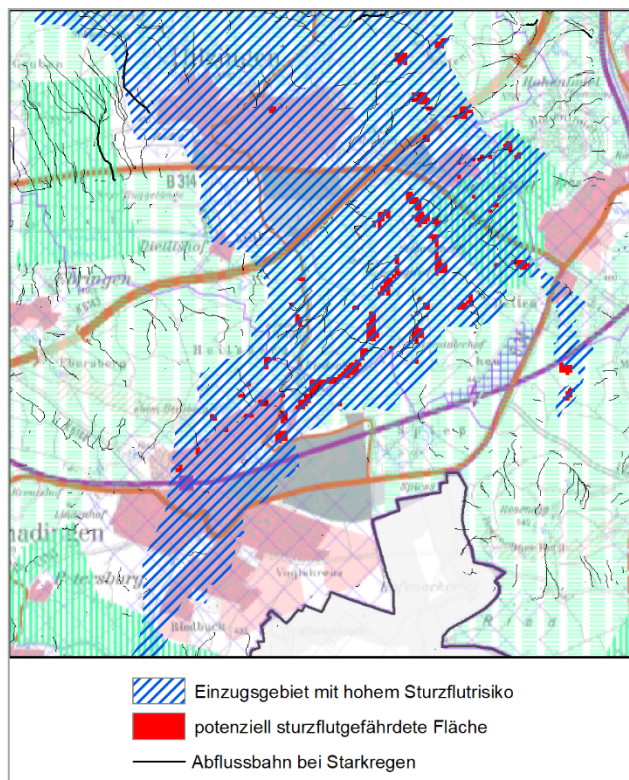


Abbildung 60 Ausschnitt Einzugsgebiete mit potenziell hohem Sturzflutenrisiko im Landkreis Konstanz überlagert mit Raumnutzungskarte Ost – Landkreis Konstanz Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷²

Der Landschaftsrahmenplan (vgl. Kap.2.2.1), der Grundlage des Regionalplans und der Strategischen Umweltprüfung ist, behandelt das Risiko für Sturzfluten nicht. Oberflächenabflüsse könnten, wie auch Hochwassergefahren Teil der Raumwiderstandskarte im Landschaftsrahmenplan sein und so besser in der regionalen Planung berücksichtigt werden. Der Landschaftsrahmenplan formuliert viele Ziele und Maßnahmen, die auch das Risiko für Sturzfluten reduzieren können, z.B die Verminderung des Oberflächenabfluss in Siedlungsgebieten, die Förderung des Wasserrückhaltevermögens und ein nachhaltiges Flächenmanagement (Landschaftsrahmenplan Regionalverband Hochrhein-Bodensee 2007).

Gerade zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Landschaft kann die regionale Perspektive hilfreich sein. Auch können Hinweise für die kommunale Ebene gegeben und die Erstellung eines Starkregenrisikomanagementkonzeptes angeregt werden.

Regionale Planung im Kanton Schaffhausen

2013 gab im Kanton Schaffhausen es heftige Überschwemmungen durch Starkregen, wobei 90% der Schäden durch Sturzfluten bzw. Hangwasser verursacht wurden (BAFU 2020). Besonders stark betroffen war die Gemeinde Stetten, die deshalb auf kommunaler Ebene eine Verbesserung anstrebt.

Diese Ereignisse waren Anstoßpunkt zur Entwicklung einer schweizweiten Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. Der Kanton Schaffhausen forciert die Einbindung der Gefährdungskarte in die Siedlungsentwicklungen und Bauleitplanung.

Im Umgang mit Sturzfluten gilt es immer auch das Thema Retention zu berücksichtigen. Hier kann die regionale Ebene die Bauleitplanung durch räumlich übergeordnete Hinweise und konkrete Hilfestellungen in Hinblick auf eine generelle Verbesserung des Retentionsvermö-

⁷² Grundlegendaten: Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee, GIS+, LGRB

gens der Landschaft unterstützen. Die Betrachtung des Themas aus regionaler Sicht ist insbesondere für derartig umfassender Inhalte, die über administrative Grenzen hinaus relevant sind, von besonderer Bedeutung, um Probleme nicht nur räumlich zu verlagern, sondern inhaltlich zu verringern. Akkumulationseffekte von Auswirkungen von Sturzfluten sind zu vermeiden.

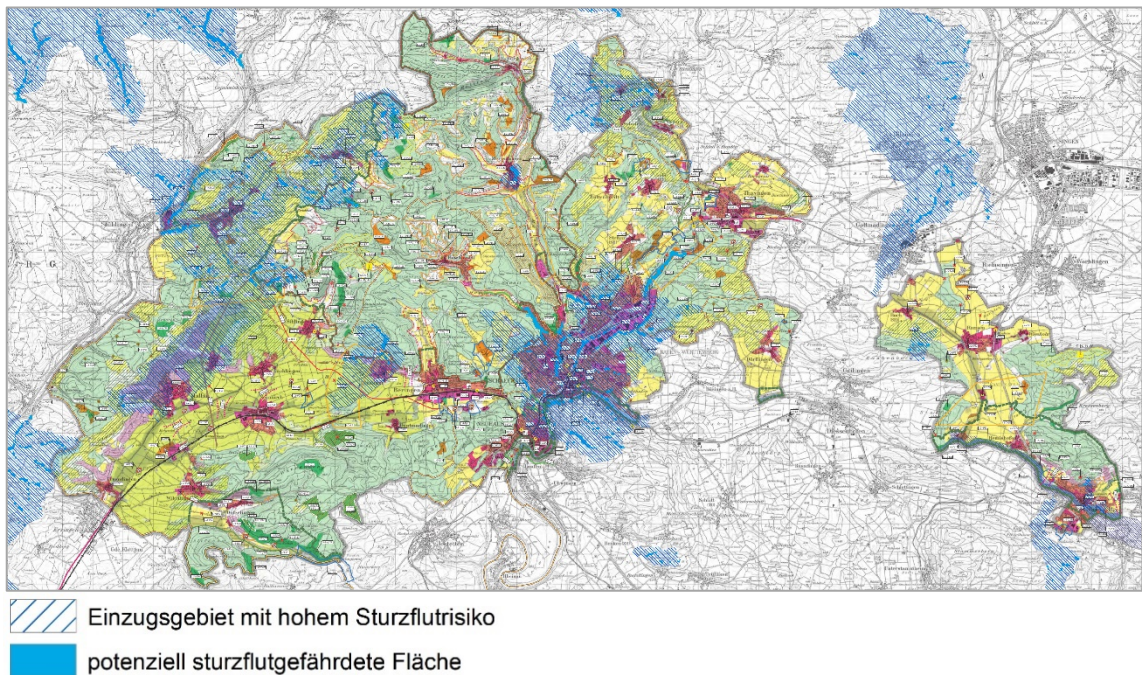


Abbildung 61 Einzugsgebiete mit potenziell hohem Sturzflutrisiko im Kanton Schaffhausen überlagert mit Ausschnitt der kantonalen Richtplankarte (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷³

Abbildung 61 zeigt Einzugsgebiete mit potenziell hohem Sturzflutrisiko im Kanton Schaffhausen auf. Die regionale Analyse basiert auf der Landnutzung und gibt Hinweise, in welchen Einzugsgebieten Veränderungen von Landnutzungen besonders problematisch sein könnten. Dies gilt insbesondere in Hinblick auf Verringerung des Retentionsvermögens. Der Kantonale Richtplan des Kantons Schaffhausen enthält viele Festlegungen, die auch zur Reduktion des Sturzflutrisikos beitragen können, z.B. die Reduktion der Flächeninanspruchnahme zur Sicherung von Freiräumen.

Regionale Planungen in den vier Modellregionen

Im Vergleich zu Flusshochwassern, ist die Auseinandersetzung mit Überschwemmungen durch Oberflächenabflüsse relativ neu. Die Modellregionen verfolgen hier unterschiedliche Strategien. In der Schweiz wurde mit der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss eine Grundlage geschaffen, um das Risiko für Sturzfluten landesweit berücksichtigen zu können (vgl. Abbildung 58 und Kap.5.6.4 Beispiel 6.5). Vergleichbare Grundlagen liegen für die Region Hochrhein-Bodensee und das Land Vorarlberg nicht vor.

Dennoch liegt es im Einflussbereich der regionalen Planung, unabhängig der Grundlagen, das Risiko von Sturzfluten zu reduzieren. Auch wenn die regionalplanerischen Festlegungen nicht explizit auf das Risiko von Sturzfluten eingehen, können sie dazu beitragen Risiken zu reduzieren (vgl. Kap.5.6). Das Thema Retentionsvermögen der Landschaft ist hier von zentraler Bedeutung. Zum Beispiel stellen die Grün- und Blauzone in Vorarlberg oder die Grünzüge in der Region Hochrhein-Bodensee wertvolle Freiräume dar, die auch der Rückhaltung von Niederschlägen dienen. Hier gilt es das Retentionsvermögen zu erhalten bzw. weiter zu verbessern. Die Freiräume beinhalten auch Flächen mit Landnutzungen wie Ackerbau, die allerdings sehr sensitiv gegenüber Starkregenereignissen sind (vgl.Kap.6.7.2).

⁷³ Grundlagendaten: Richtplan Kanton Schaffhausen Stand 2019, GIS+

Eine Idee des Projektes KlimReg hierzu ist es, wo möglich und sinnvoll durch standortgerechte Aufforstung gezielt Gebiete zum Wasserrückhalt von Niederschlägen zu nutzen und Erosion zu verhindern (vgl. Kap. 5.6.4 Beispiel 6.3). Aufforstung kann der CO₂-Kompensation dienen und so aktiv zum Klimaschutz beitragen. Die regionale Analyse des potenziellen Sturzflutrisikos von Einzugsgebieten kann hierzu wichtige Hinweise liefern (vgl. Abbildung 57 und Kap. 4.3.3 Abbildung 24). In der Region Köln/Bonn wurde zum Beispiel eine regionale Planungshinweiskarte mit einer entsprechenden Analyse für die Erarbeitung einer Klimawandelvorsorgestrategie genutzt (vgl. Kap.5.6.4 Beispiel 6.4).

Grundsätzlich ist der in der Raumplanung aller vier Regionen verfolgte Ansatz zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr auch im Hinblick auf Erhaltung des Retentionsvermögens und die Reduktion des Risikos für Sturzfluten sinnvoll. Der Kanton St.Gallen sieht in seiner Richtplanung z.B. von der Erweiterung von Siedlungen ab.

Wenn möglich, kann die regionale Ebene die Rahmenbedingungen zur kommunalen Umsetzung eines Starkregenrisikomanagements verbessern. Wie das Beispiel des Kantons Schaffhausen zeigt, können die Kommunen bei der Umsetzung der Gefahrenkarte Oberflächenabfluss unterstützt werden. Ein weiteres Beispiel ist die Förderung von privaten Versickerungsflächen und Zisternen in Österreich (vgl. Kap.5.6.4 Beispiel 6.2).

Da eine Zunahme von Starkregenereignissen als Folge des Klimawandels zu erwarten ist, kommt der Thematik mehr und mehr Aufmerksamkeit zu. Im Zusammenhang mit der Modellierung von Niederschlagsereignissen gibt es bislang größere Unsicherheiten als zur Thematik Temperaturveränderungen. (vgl. Kap.3.4).

Dies bedeutet gerade im Zusammenhang mit Sturzfluten, dass die Raumplanung den Fokus auf den Erhalt und die Entwicklung von Grün- und Freiflächen legen muss, da diese zahlreiche Funktionen übernehmen und sich positiv auf klimatische Ereignisse auswirken. In Kapitel 5.6 werden die Handlungserfordernisse der Planungspraxis zusammengefasst und gute Beispiele aufgezeigt.

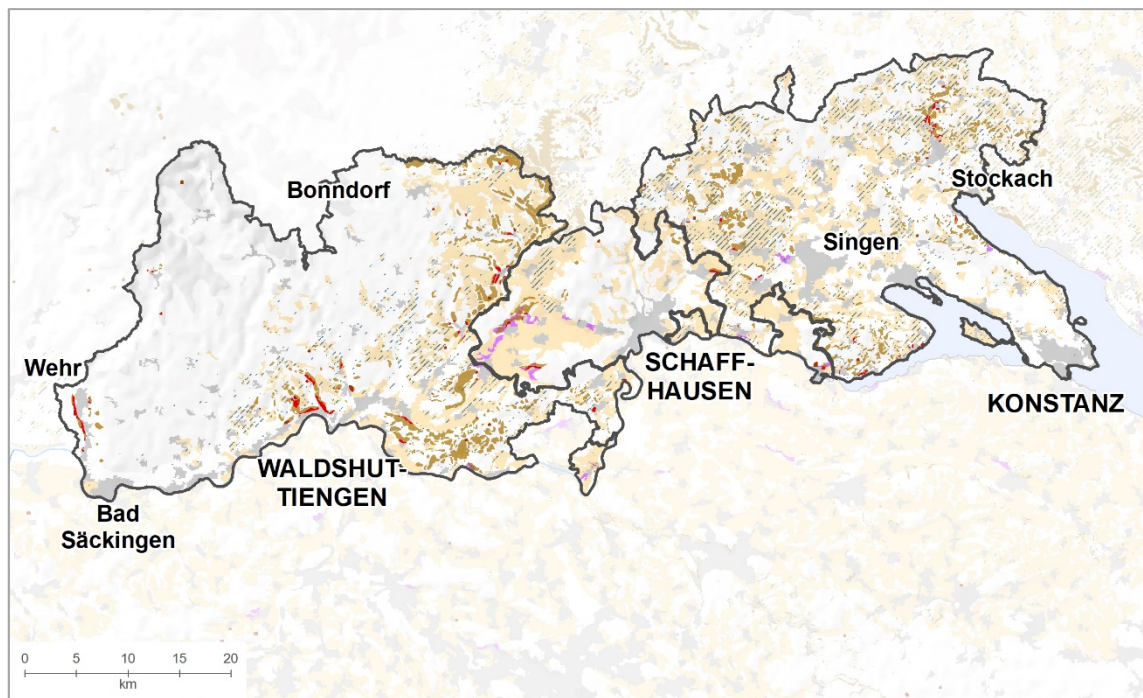
6.7.2 EROSION UND RUTSCHUNGEN

Starkregen kann zur Verlagerung von Bodenmaterial führen. Zum einen kann es zu Hangrutschungen kommen, was eine Naturgefahr darstellt (vgl. Kap.4.4), zum anderen können obere Bodenschichten durch Oberflächenabflüsse erodieren.

Regionale Sensitivität und Betroffenheit

Landnutzungen wie Acker-, Wein- und Obstbau tragen durch ihre Anbaumethoden maßgeblich zur Erosionsanfälligkeit von Böden bei. Diese Flächen sind besonders erosionsanfällig, da der Boden zum Teil nicht durch Wurzelwerk stabilisiert wird, häufig keine geschlossene Vegetationsdecke vorhanden ist sowie das Wasserrückhaltevermögen durch Vegetation gering ist. Darüber hinaus gibt es Bodenarten, die besonders leicht erodieren wie z.B. Löss. Für die Region Hochrhein-Bodensee und den Kanton Schaffhausen gibt es Karten, die die Erosionsgefährdung von Böden auf Agrarflächen aufzeigen. Die besonders stark gefährdeten Flächen sind in Abbildung 62 dargestellt.

Verschlämmung kann eine Vorstufe von Erosion sein. Trifft Wasser mit hohem Druck, z.B. bei Starkniederschlägen auf unbedeckten, vegetationslosen Boden, verändert sich die Oberflächenstruktur des Bodens, indem eine wenige Millimeter mächtige Schicht an der Bodenoberfläche entsteht, deren Struktur, Rauigkeit und Dichte sich von der des anstehenden Bodens stark unterscheidet (Spektrum 2020). Das Wasser kann nicht in tiefere Bodenschichten eindringen, sodass die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens gering ist. Durch diese Verschlämmungen entstehen vermehrte Oberflächenabflüsse, die wiederum zu einer Erhöhung von Bodenabtrag führen kann.



Sensitive Landnutzung

- durch Rutschung gefährdetes Siedlungsgebiet
- Ackerfläche auf Hang > 4% Neigung
- Weinbau
- sonstige Ackerflächen

potenzielle Erosionsgefahr

- Rutschungsgebiet
- hohe und sehr hohe Erosionsgefahr

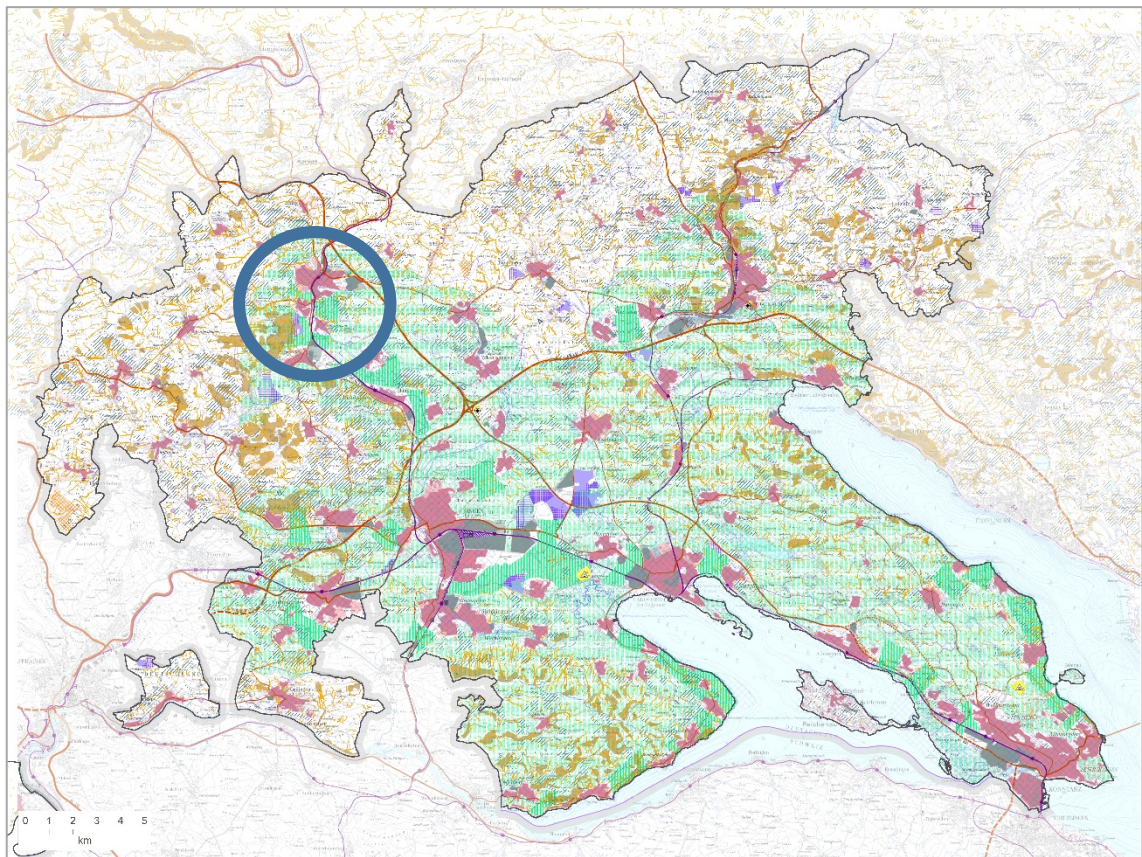
Abbildung 62 Potenzielle Erosionsgefahr und sensitive Landnutzungen in der Region Hochrhein-Bodensee und im Kanton Schaffhausen (Darstellung HHP.raumentwicklung) ⁷⁴



Darüber hinaus können starke Niederschläge auch Erdrutschungen auslösen. Potenzielle Rutschungsgebiete liegen vor allem im Osten des Landkreises Waldshut, im Westen des Kantons Schaffhausen sowie im Westen und Nordosten des Landkreises Konstanz. Siedlungen in unmittelbarer Nähe (≤ 30 m) zu Rutschungsgebieten wurden als potenziell gefährdet markiert. Ob Siedlungen einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind, hängt von vielen Faktoren ab und kann lokal näher analysiert werden.

Regionale Planung in der Region Hochrhein-Bodensee

Die Empfindlichkeit gegenüber Bodenerosion durch Niederschläge ist Bestandteil des Landschaftsrahmenplanes, der dem Regionalplan als Grundlage dient (vgl. Kap.2.2.1). Hier werden Ziele und Maßnahmen formuliert, um der Bodenerosion entgegenzuwirken. Im Zuge der Regionalplanfortschreibung werden Diskussionen zum Thema Bodenerhaltung geführt. Vergleichbar mit den Darlegungen zum Thema Sturzfluten, können die Festlegungen zu Freiräumen auch im Zusammenhang mit Erosionsgefahren bzw. Vermeidung von Erosion genutzt werden (vgl. Kap.6.7.1). Auch hier können Grünzüge als multifunktionales Instrument einen Beitrag leisten.

⁷⁴ Grundlagendaten: Raumübersichten DACH+ (ROK-B 2014), CLC 2018, geodienste.ch Gefahrenkarten Kanton Schaffhausen Amt für Geoinformation (2020), LGRB 2012, BLW 2019, LGRB 2015



-  hohe und sehr hohe Erosionsgefahr bei Starkregen
-  Rutschungsgebiet (Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte)
-  Abflussbahn bei Starkregen


 Lupe siehe Abb. 64

Abbildung 63 Potenzielle Erosionsgefahr in der Region Hochrhein-Bodensee im Landkreis Konstanz überlagert mit Raumnutzungskarte Ost – Landkreis Konstanz Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷⁵

Abbildung 63 zeigt die Überlagerung potenzieller Erosionsgefahren im Landkreis Konstanz in der Region Hochrhein-Bodensee mit der Raumnutzungskarte Ost – Landkreis Konstanz Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee. Der exemplarische Kartenausschnitt umfasst das Gebiet im Bereich der Stadt Engen (vgl. Abbildung 64).⁷⁶ Hier liegen zum Beispiel Grünzüge und Grünzäsuren in Bereichen, die bei Starkregen potenziell eine hohe bis sehr hohe Erosionsgefahr aufweisen. Die potenzielle Erosionsgefährdung verdeutlicht die Notwendigkeit der Festlegung und kann zur Begründung der Qualifizierung der Grünstrukturen herangezogen werden. Auch potenzielle Rutschungsgebiete liegen innerhalb der Festlegungen. Soweit hier andere Entwicklungen geplant werden, sollte das Risiko näher geprüft und berücksichtigt werden, z.B. im Rahmen der SUP (vgl. Kap.6.3).

Weder der Regionalplan noch der Landschaftsrahmenplan gehen auf das Thema Erdrutsche ein. Auf Grund der möglichen Zunahme der Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels, wäre eine genauere Betrachtung sinnvoll.

Ein Beispiel für die Integration des Themas in den Regionalplan sind Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung, die unter anderem stark rutschungsgefährdete Bereiche umfassen (vgl. Kap.5.7.4 Beispiel 7.3). In den Vorbehaltsgebieten für Bodenerhaltung hat der Schutz

⁷⁵ Grundlegendaten: Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee, LGRB 2011, LGRB 2015

⁷⁶ Legende der zugrunde liegenden Raumnutzungskarte Abb. 63 und 64 siehe Regionalplan 2000 Hochrhein-Bodensee

der Böden bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht.

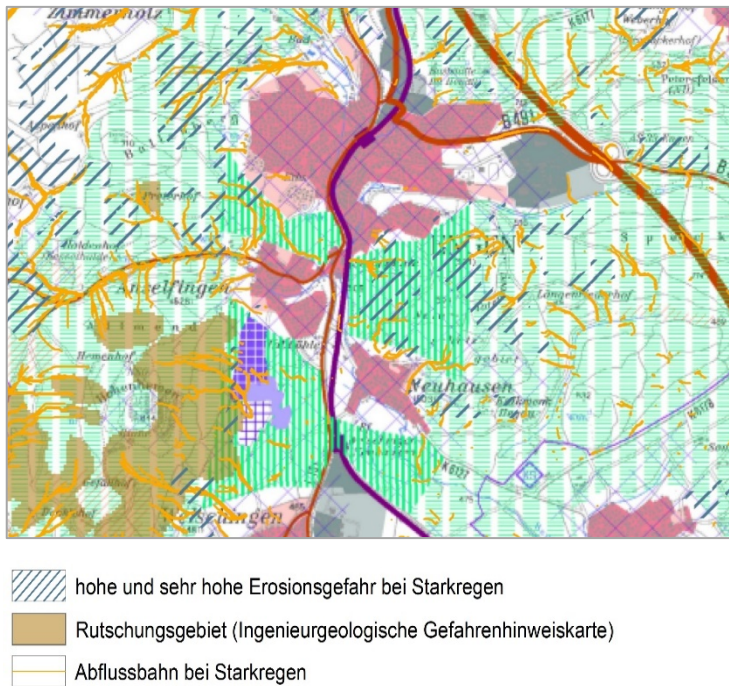


Abbildung 64 Exemplarischer Kartenausschnitt Engen: Potenzielle Erosionsgefahr in der Region Hochrhein-Bodensee im Landkreis Konstanz überlagert mit Raumnutzungskarte Ost – Landkreis Konstanz Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷⁷

Regionale Planung im Kanton Schaffhausen

Erosionsgefährdung wird bei den Grundlagendaten zur Richtplanung nicht einbezogen. Gerade im Zusammenhang mit Fruchtfolgefläche wäre es möglich, die Erosionsgefährdung mit zu berücksichtigen. Entsprechende Datengrundlagen stehen zur Verfügung. Im Kanton Schaffhausen sind hier vor allem Anbauflächen im Nordwesten des Kantons betroffen (vgl. Abbildung 62).

In der Schweiz sind Rutschungsgebiete Teil der Gefahrenkarten, die Gefahren für Siedlungsräume sowie für Kantonsstraßen räumlich darstellen. Gefahrenkarten sind verbindlich innerhalb der Bauzonen. Der Kanton Schaffhausen hat Erfahrungen im Umgang mit Rutschungsgebieten. Gebiete mit potenziellen Hangrutschungen stellen nicht unbedingt ein Ausschlusskriterium für die bauliche Entwicklung dar, sondern die Entwicklungen können auch an die Gegebenheiten angepasst werden. Im Außenbereich werden Einzelmaßnahmen zur Vermeidung von Hangrutschungen ergriffen.

⁷⁷ Grundlagendaten: Regionalplan 2000 Region Hochrhein-Bodensee, LGRB 2011, LGRB 2015

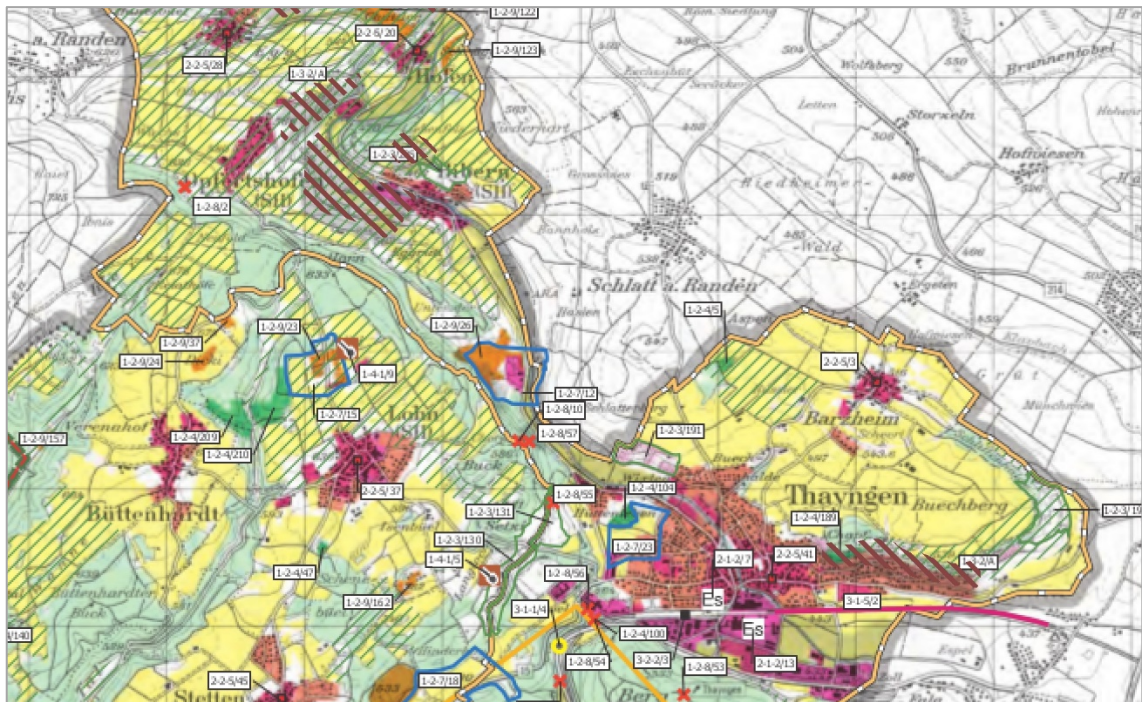


Abbildung 65 Kartenausschnitt Nordosten: potenzielle Rutschungegebiete im Kanton Schaffhausen überlagert mit Richtplankarte (Darstellung HHP.raumentwicklung)⁷⁸

Regionale Planungen in den vier Modellregionen

Das Thema Erosionsgefährdung ist vor allem ein Thema der Fachplanungen Forst- und Landwirtschaft. Bei regionaler Betroffenheit kann eine Berücksichtigung in der regionalen Planung sinnvoll sein. Dies gilt insbesondere im Zusammenhang mit Fruchtfolgeflächen oder auch Vorbehalts- oder Vorranggebieten für die Landwirtschaft. Zudem können hinweisende Karten zum Thema auf regionaler Ebene eingebunden werden.

In flacheren Lagen, wie im Kanton Schaffhausen und in der Region Hochrhein-Bodensee können Massenbewegungen hauptsächlich in Form von Rutschungen auftreten. Das Beispiel der Region Neckar-Alb (D) zeigt, wie die Regionalplanung hierauf reagieren kann (vgl. Kap.5.7.4 Beispiel 7.3). Der Regionalplan weist Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung aus, die auch stark rutschungsgefährdete Bereiche umfassen. Dort sollen keine destabilisierenden Eingriffe in den Boden erfolgen bzw. sind Maßnahmen zur Hangsicherung zu treffen.

Freiräume können auch als Schutz vor Massenbewegungen dienen, so sind zum Beispiel Schutzwälder in St.Gallen und Vorarlberg etabliert. In der Schweiz und in Österreich sind Rutschungsgebiete Teil der Gefahrenkarten (vgl. Kap.6.4). Diese werden bei der Planung berücksichtigt. In Baden-Württemberg sind Rutschungsgebiete in der Ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte dargestellt. Bei regionaler Betroffenheit sollten der Landschaftsrahmenplan und der Regionalplan diese Themen mitberücksichtigen. Dies gilt insbesondere auch für die strategische Umweltprüfung (vgl.Kap.6.3). Der Umgang mit Naturgefahren in den vier Modellregionen wird in Kapitel 6.4 näher beleuchtet.

⁷⁸ Grundlagendaten: Richtplan Kanton Schaffhausen Stand 2019, geodienste.ch Gefahrenkarten geodienste.ch Gefahrenkarten Kanton Schaffhausen Amt für Geoinformation (2020)

7 EMPFEHLUNGEN

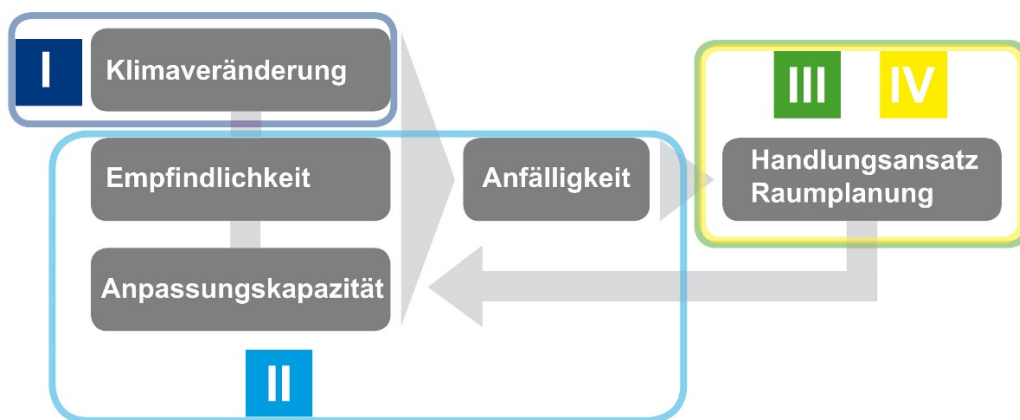
In den vorangegangenen Kapiteln wurde der Beitrag der Raumplanung zur Anpassung der räumlichen Entwicklung an den Klimawandel herausgestellt.

Der politische und gesetzliche Rahmen verdeutlicht die Verantwortung der räumlichen Planung den Klimawandel, Klimaanpassung und Klimaschutz in der räumlichen Planung zu berücksichtigen (vgl. Kap.2). Hierzu stehen zahlreiche Hilfestellungen zur Verfügung, die bei der Umsetzung in die Praxis unterstützen können (vgl. Kap.2.3).

In den vier Bausteinen des Projektes (vgl. Kap.0) haben wir die räumlichen Auswirkungen des Klimawandels im DACH+ Raum analysiert (**Baustein I** vgl. Kap.3) sowie empfindliche Raumstrukturen und die Betroffenheit bzw. Anfälligkeit aufgezeigt (**Baustein II** vgl. Kap.4). Im Handlungsfeld der Raumplanung können fünf zentrale Klimawandelfolgen identifiziert werden: Hitze und Dürren, Hochwasser, Starkregen und Sturm, Massenbewegungen und die Verschiebung von Lebensräumen.

Die Raumplanung kann die Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels reduzieren, indem sie die Empfindlichkeit des Raums reduziert oder Möglichkeiten der Anpassung an den Klimawandel erhöht (vgl. Diagramm Projektbausteine).

Das Kapitel Handlungserfordernisse und Planungspraxis gibt eine Übersicht dazu, wie dies in der Praxis aussehen kann (**Baustein III** vgl. Kap.5). Hierzu wurden die Handlungserfordernisse der Raumplanung der unterschiedlichen Regionen des DACH+ Raums gegenübergestellt. Je nach politischem Rahmen, Planungssystem und regionaler Anfälligkeit gibt es zum Teil Unterschiede, jedoch überwiegen die inhaltlichen Gemeinsamkeiten. Eine Schlüsselrolle hierbei nehmen Freiräume ein, die aufgrund von Synergieeffekten auf vielfältige Weise zur Anpassung an den Klimawandel beitragen können (vgl. Kap.5.9).



Der Fokus dieses Projekts liegt auf der regionalen Planungsebene. Entsprechend der Ausgangslage und Rahmenbedingungen muss jede Region prüfen, mit Hilfe welcher raumplanerischen Instrumente die Anpassung an die Folgen des Klimawandels konkret umgesetzt werden kann. Hierzu wurden aufbauend auf dem Erfahrungsaustausch exemplarisch die regionalen Planungen der vier Modellregionen näher untersucht und Potenziale aufgezeigt, um Aspekte der Klimaanpassung planerisch zu verankern (**Baustein IV** vgl. Kap.6).

Welche Konsequenzen lassen sich für die Schwerpunkträume des DACH+ Raumes ziehen? Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse zusammengefasst und mögliche inhaltliche Schwerpunkte aufgezeigt (vgl. Kap.7.1).

Die Folgerungen aus dem Projekt zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in der reg. Planung werden in Kapitel 7.2 näher diskutiert.

7.1 SCHWERPUNKTRÄUME DACH+ RAUM

Im Rahmen des DACH+ Projektes wurden vier verschiedene Schwerpunkträume zur Charakterisierung des Raums ermittelt (vgl. Kap.4.6).

In Kapitel 4.6 wurde die Anfälligkeit dieser Räume gegenüber den Folgen des Klimawandels analysiert. Grundsätzlich sind alle Schwerpunkträume von den Folgen des Klimawandels betroffen. Hier können nur Tendenzen für den Gesamtraum betrachtet werden, da die lokale Anfälligkeit sehr stark je nach Situation variieren kann. Deutlich wird, dass die klimatischen Veränderungen nicht nur mit Risiken verbunden sind, sondern auch Chancen beinhalten können.

Darauf aufbauend und basierend auf den Handlungserfordernissen (vgl. Kap.5) sowie der Analyse der Modellregionen (vgl. Kap.6), können Empfehlungen für die Schwerpunkträume zur Klimaanpassung durch die regionale Raumplanung gegeben werden.

7.1.1 SCHWERPUNKTRAUM SIEDLUNG

Dieser Raum zeichnet sich durch eine hohe Einwohnerdichte ($> 400 \text{ EW/ km}^2$), ein gut ausgebauten Verkehrsnetz, starke Wohnbautätigkeit, einen hohen Siedlungs- und Zerschneidungsgrad sowie starke Umweltbelastungen aus. Die Schwerpunkte der Siedlungen des DACH+ Raums liegen hauptsächlich in der Ebene von Mittelland und Bodensee, aber auch entlang des Rheintals. Auf Grund der hohen Einwohnerdichte, des dichten Verkehrsnetzes und der hohen Sachwerte ist der Schwerpunktraum Siedlung als besonders sensibel gegenüber Extremereignissen einzustufen (vgl. Kap.4). Vor allem eine Zunahme von Starkregen und Sturm, Hitze und Dürre sowie Hochwasserereignissen könnte ein Risiko für diesen Raum darstellen, wobei die Chancen gering sind (vgl. Kap.4.6.1). Grundsätzlich ist von einer hohen Anfälligkeit des Schwerpunktraums Siedlung gegenüber den Folgen des Klimawandels auszugehen. Bewertet werden kann nur eine generelle Anfälligkeit des Raums, die sich lokal natürlich anders darstellen kann.

Die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen kann die Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels reduzieren. Die regionale Planung kann hier insbesondere durch das Freihalten von Flächen und eine angepasste Siedlungsentwicklung einen entscheidenden Beitrag leisten (vgl. Kap.5.4 - 5.6). Auf regionaler Ebene können wesentliche Grundlagen und Konzepte als Handreichungen für nachgeordnete Ebenen, insbesondere zu Themen wie urbane Hitze (vgl. Kap.6.6.1), Risiko durch Starkregenereignisse (vgl. Kap.6.7.1) bereitgestellt werden.

Der Schutz und die Entwicklung von Freiräumen, vor allem auch im Siedlungsbereich, ist im Schwerpunktraum Siedlung die zentrale Gestaltungsmöglichkeit, um den Folgen des Klimawandels zu begegnen (vgl. Kap. 6.6.1). Hierdurch können zahlreiche Synergieeffekte genutzt werden.

7.1.2 SCHWERPUNKTRAUM TOURISMUS

Der Schwerpunktraum Tourismus bezieht sich auf einen landschafts- bzw. naturgebundenen Tourismus. Er zeichnet sich vor allem durch eine dichte touristische Infrastruktur und ein großes Bettendargebot aus. Die Siedlungen und Infrastruktur im Schwerpunktraum ist sehr heterogen, sodass hier keine zusammenfassende Aussage getroffen werden kann. Der Schwerpunktraum umfasst sowohl Gebiete um den Bodensee als auch alpine Gebiete mit dem Schwerpunkt Wintersport (vgl. Kap.4).

Für den Schwerpunktraum Tourismus bieten sich sowohl Chancen als auch Risiken durch die Folgen des Klimawandels. Vor allem die langfristigen Verschiebungen von Lebensräumen und Landnutzungsmöglichkeiten könnten sich hier maßgeblich auswirken. Grundsätzlich ist von einer Anfälligkeit des Schwerpunktraums durch die Folgen des Klimawandels auszugehen (vgl. Kap.4.6.2).

Durch eine Anpassung des Tourismus kann die Anfälligkeit reduziert werden. Die regionale Planung kann hier zum Beispiel durch Hinweiskarten aufzeigen, welche Gebiete vermutlich tiefgreifenden Veränderungen ausgesetzt sein werden. Zum einen sind dies z.B. Gebiete mit einem Fokus auf den alpinen Wintertourismus, mit stark abnehmender Schneesicherheit. Zum anderen können aber auch Badeorte durch die Zunahme von Hitze und Trockenheit betroffen sein, so können Niedrigwasserstände die Wasserqualität beeinträchtigen.

Die Raumplanung kann eine Anpassung in der Tourismusinfrastruktur mitgestalten und so zu landschafts- und umweltverträglichen Veränderungen beitragen. Auf diese Weise können auch neue Möglichkeiten aktiv genutzt werden.

Die Raumplanung sollte in diesem Schwerpunktraum insbesondere die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung forcieren, um von Landschaft und Naturräume zu sichern und zu entwickeln (vgl. Kap.5.8). Nur wenn diese Grundlagen ausreichend gesichert sind, können die Veränderungen durch den Klimawandel auch neue Chancen für den landschafts- bzw. naturgebundenen Tourismus bedeuten.

7.1.3 SCHWERPUNKTRAUM KULTURLANDSCHAFT

Der Schwerpunktraum Kulturlandschaft ist hauptsächlich durch Land- und Forstwirtschaft geprägt und hat eine eher geringe Bevölkerungsdichte. Die Landnutzungen können sehr unterschiedlich sein, von extensiver Beweidung, über Wein-, Obst- oder Gemüseanbau, intensiven Ackerbau oder Forst. Die Landschaft ist hauptsächlich durch die menschliche Nutzung geprägt (vgl. Kap.4).

Auch hier kann die Anfälligkeit gegenüber Klimaveränderungen je nach Landnutzung und lokalen Gegebenheiten sehr unterschiedlich sein. Auch der Schwerpunktraum Kulturlandschaft ist von den Folgen des Klimawandels betroffen. Besondere Betroffenheit besteht gegenüber Hitzewellen und Dürren, aber auch Sturm und Starkregen. Es lässt sich noch nicht eindeutig feststellen, ob für diesen Schwerpunktraum die Chancen oder Risiken überwiegen werden (vgl. Kap.4.6.3).

Viele der möglichen Anpassungsmaßnahmen liegen im Verantwortungsbereich der Forst- und Landwirtschaft. Die Anpassung an Hitze und extreme Trockenheit muss die Notwendigkeit eines nachhaltigen Umgangs mit Wasserressourcen berücksichtigen (vgl. Kap.5.4). Sturm und Starkregen erfordern es, sich verstärkt dem Thema Erosion zu widmen (vgl. Kap.5.6 und Kap.6.7.2). Hierbei kann die Raumplanung unterstützend wirken. Auf regionaler Ebene können Gebiete mit einer besonderen Anfälligkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels aufgezeigt werden, um in der Planung Berücksichtigung zu finden. Dies sind zum Beispiel Gebiete mit einer hohen Erosionsgefahr, erhöhter potenzieller Waldbrandgefahr oder erhöhter Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit.

Der Umgang mit den Risiken durch Starkregen ist ein zentraler Punkt zur Anpassung im Schwerpunktraum Kulturlandschaft. Dies betrifft Landschaft und Siedlung gleichermaßen. Hierbei ist es wichtig Oberflächenabflüsse gezielt abzuleiten und vor allem das Retentionsvermögen von Landschaft und Siedlungen zu erhöhen. Auf regionaler Ebene können Einzugsgebiete aufgezeigt werden, die potenziell ein besonders hohes Risiko für Sturzfluten aufweisen (vgl. Kap.6.7). Eine Änderung der Landnutzung kann dieses Risiko senken oder erhöhen. Der Schutz und die Entwicklung feuchter Lebensräume, z.B. von Mooren, ist nicht nur wichtig, um den Folgen des Klimawandels zu begegnen, sondern auch um Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen und zu speichern. Auch Gehölzstrukturen und Wälder leisten hierzu einen wichtigen Beitrag.

Es ist davon auszugehen, dass die klimatischen Veränderungen auch die Kulturlandschaft prägen und verändern werden. Wie genau diese Veränderung der Landschaft aussehen wird, kann durch die Raumplanung mit beeinflusst werden.

7.1.4 SCHWERPUNKTRAUM NATURLANDSCHAFT

Dieser Raum umfasst Gebiete oberhalb 1500m ü.M. und liegt daher hauptsächlich in den Alpen und in einem kleinen Teil des Schwarzwaldes. Die Gebiete sind meist unbesiedelt und wenig erschlossen. Im Vergleich zum Schwerpunktraum Kulturlandschaft ist der Schwerpunktraum Naturlandschaft nur wenig durch den Menschen genutzt. Die Gebiete dienen zum Teil zum Sport und Erholung, z.B Wandern und Bergsteigen. Grundsätzlich ist die Nutzung durch den Menschen im Vergleich zu den anderen Schwerpunkträumen sehr gering. Als charakteristisch gelten Hochgebirgslandschaften mit Fels-, Gletscher-, Wald- und Offenlandbereichen, Auenlandschaften und Magerbiotopen (vgl. Kap.4).

Der Schwerpunktraum Naturlandschaft ist vor allem von den zeitlichen und räumlichen Verschiebungen betroffen. Gegenüber Extremereignissen ist die Anpassungskapazität sehr hoch und die Empfindlichkeit eher gering. Es lässt sich noch nicht genau sagen, ob die Chancen oder Risiken für diesen Raum überwiegen. Auf Grund der z.T. sehr sensiblen Lebensräume, wird das Risiko durch eine Veränderung der klimatischen Bedingungen als hoch eingeschätzt (vgl. Kap.4.6.4).

Damit das Anpassungspotenzial des Schwerpunktraumes Naturlandschaft greifen kann, ist es wichtig natürliche Dynamiken zuzulassen und Raum zu geben. Die regionale Planung kann hierfür Räume sichern und schützen. Insbesondere die Vernetzung von Lebensräumen kann bei einer schleichenden Verschiebung zum Erhalt der Biodiversität beitragen (vgl. Kap.5.8). Gleichzeitig muss das Risiko der Ausbreitung invasiver Arten berücksichtigt werden. Die Fachplanung Umwelt und Naturschutz ist hier federführend und sollte durch die Raumplanung unterstützt werden.

7.2 KLIMAANPASSUNG IN DEN REGIONALEN PLANUNGEN

Die Ergebnisse des Projektes verdeutlichen, wie die regionale Planung zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beitragen kann. Zentraler Bestandteil war der Erfahrungsaustausch und die exemplarische Analyse der regionalen Planungen in den vier Modellregionen Region Hochrhein-Bodensee, Land Vorarlberg, Kanton St. Gallen und Kanton Schaffhausen (vgl. Kap.6).

Zur Anpassung der Planung ist es sinnvoll zunächst die regionale Anfälligkeit zu bestimmen. Hierzu sind räumliche Analysen von Exposition, Empfindlichkeit und Anpassungskapazität wichtig (vgl. Kap.3 und Kap.4). Diese Grundlagenarbeit kann entweder in den Planungsprozess formeller Planungen direkt integriert werden, oder auf anderem Wege erarbeitet werden. Eine gute Möglichkeit stellen hierzu informelle Konzepte da, wie z.B. eine regionale Klimawandelvorsorgestrategie. Wichtig ist hierbei der räumliche Fokus, sodass Problemstellungen und mögliche Entwicklungen verortet werden können, z.B. in Form von Hinweis- (vgl. Kap.5.10) bzw. Risikokarten (vgl. Kap.6.4).

In Deutschland stellt der Landschaftsrahmenplan als formelles Instrument eine wichtige Grundlage des Regionalplans dar. Der Landschaftsrahmenplan kann Grundlagen zur Klimaanpassung für die Regionalplanung bündeln und auch weiterführende Analysen beinhalten. Auch informelle Landschafts- und Freiraumkonzepte können mit dem Fokus auf die Klimaanpassung wesentliche Grundlagen für die regionale Planung beinhalten. In der Schweiz dient das Agglomerationsprogramm dazu, wichtige Entwicklungen zu fördern und auch Erkenntnisse für die regionale Planung zu erarbeiten. Auch hier können gezielt Projekte zu den Aspekten der Klimaanpassung eingebracht werden. Die in Vorarlberg angestrebten regionalen Landschaftsentwicklungskonzepte können mit entsprechendem Fokus ebenfalls zur Klimaanpassung beitragen.

Die kommunale Ebene ist essenziell zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen, wobei die regionale Planungsebene einen unterstützenden Beitrag leisten kann (vgl. Kap.6.5). In Vorarlberg liegt der Fokus der Klimaanpassung auf dem Räumlichen Entwicklungsplan der Gemeinde (REP). Informelle Instrumente können auf regionaler Ebene hier besonders gut Orientierung und Hilfestellungen zur Integration der Klimaanpassung in die REPs geben.

Oft stellen Grundlagendaten einen limitierenden Faktor dar. Die beschriebenen Ansätze können zum Teil entsprechende Grundlagen zur Klimaanpassung für die regionale Planung zusammenstellen und auswerten. Darüber hinaus ist die enge Zusammenarbeit mit anderen Fachplanungen wie z.B. der Wasserwirtschaft essenziell, um neue Erkenntnisse in die Planung einzubeziehen bzw. auch Entwicklungen anzuregen. Die Entwicklung der „Blauzone“ Rheintal in Vorarlberg stellt ein sehr gutes Beispiel für die Verzahnung von Fachdisziplinen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes bzw. der Klimaanpassung dar (vgl. Kap.5.5.3 und Kap.5.5.4). So wurden zur Abgrenzung des geschützten Freiraums nicht nur Modellierungen zukünftiger Abflüsse genutzt, sondern auch raumplanerischen Überlegungen integriert.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Informationslage und insbesondere auch die Modellierungen sich stetig verbessert haben. Insbesondere in den Bereichen hitzeangepasste Siedlungsentwicklung, Hochwasser und Naturgefahren aber auch Vernetzung von Lebensräumen reichen die Grundlagen für die Planung zum Teil schon sehr weit. Starke Defizite liegen zum Beispiel in den Bereichen „Starkregen“ (vgl. Kap.6.7) und „Wasserhaushalt“ (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Ausgangssituation in den Modellregionen unterscheidet sich zum Teil deutlich. Der direkte Vergleich der Modellregionen, z.B. zum Thema Sturzfluten, zeigt, wo Potenziale liegen und dass es verschiedenen Möglichkeiten gibt ein Problem zu betrachten (vgl. Kap.6.7.1). Während für die Kantone eine einheitliche Gefahrenhinweiskarte zu Oberflächenabflüssen zur Verfügung steht und in Baden-Württemberg Grundlagen für kommunale Analysen bereitgestellt werden, liegen in Vorarlberg keine vergleichbaren Grundlagen vor.

Grundlagen sind hilfreich, die Planung an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Auch wenn hier zum Teil noch Defizite bestehen, können viele Aspekte zur Klimaanpassung in der Planung bereits berücksichtigt werden. Zentral sind hier die Sicherung von Grün- und Freiflächen, die Sicherung von Retentionsräumen, das Freihalten von Korridoren zur Durchlüftung sowie die Lenkung der Siedlungsentwicklung. Eine Verringerung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung, Gewerbe und Industrie sowie eine Verringerung der Flächenversiegelung sind ebenfalls wichtige Aspekte zur Klimaanpassung, die direkt umgesetzt werden können. Ziel der Planung muss es sein, Synergieeffekte und Mehrfachfunktionen aufzuzeigen, zu nutzen und zu planen. Die grüne Infrastruktur bietet hier sehr große Potenziale.

Die regionale Planung muss entsprechend ihrer Möglichkeiten handeln. Hierfür stehen verschiedene Hilfestellungen zur Verfügung (vgl. Kap.2.3). Entsprechend der Ausgangslage und Rahmenbedingungen muss jede Region prüfen, mit Hilfe welcher raumplanerischen Instrumente die Anpassung an die Folgen des Klimawandels konkret umgesetzt werden soll. Hierbei sind nicht unbedingt neue Instrumente oder Grundlagen erforderlich. Wichtig ist die Integration in die gesamte Planung, sodass der Klimawandel sowie Klimaschutz und -anpassung insbesondere auch auf der konzeptionellen und strategischen Ebene mitberücksichtigt werden.

Entsprechend der definierten Klimawandelfolgen wurden die Handlungserfordernisse der Planungspraxis in den unterschiedlichen Regionen im DACH+ Raum verglichen und zusammengestellt (vgl. Kap.5). Die in den regionalen Strategien und Publikationen angestrebten Maßnahmen für die Raumplanung liegen häufig im Bereich „Hitze und Dürren“ sowie „Hochwasser“, wobei gerade das Thema „Starkregen“ immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Um den klimatischen Veränderungen zu begegnen, muss die regionale Planung an dieser Stelle ihren Blick weiten und neben bisherigen Risiken auch mögliche Risiken durch Klimawandelfolgen in ihre Planung integrieren. Durch die Veränderungen des Klimawandels kann es sein, dass Regionen mit Herausforderungen konfrontiert werden, die zuvor kein Thema waren. Zum Beispiel können Massenbewegungen auf Grund von Starkregenereignissen auch in Regionen zunehmen, die sich bis jetzt nur wenig mit diesen Themen in der räumlichen Planung befasst haben. Ein weiteres Beispiel sind Gefahren durch Waldbrände, die zum jetzigen Zeitpunkt eher lokal sind, was sich im Zuge des Klimawandels aber verändern kann (vgl. Kap.6.6.2).

Diese Dynamik der Herausforderungen bedingt auch eine Dynamik in der Planung, um entsprechend agieren zu können. Dem Monitoring und Controlling kommt hier eine entscheidende Rolle zu (vgl. Kap.6.2). Zum einen bedingt dies die räumliche Beobachtung von Klimawandelfolgen, zum anderen die Überwachung und Steuerung der regionalen Planung. Hier wird noch diskutiert, welche Indikatoren zum Monitoring der Klimaanpassung in der regionalen Planung am geeignetsten sind. Planungen der Schweiz stellen gute Beispiele dar, Monitoring und Controlling konsequent in der Planung zu verankern. Insbesondere für das deutsche Planungssystem zeigen sich hier große Potenziale.



Auch im Hinblick auf die angesprochenen Unsicherheiten im Zusammenhang mit Modellierungen, bietet ein dynamischer Planungsansatz die Möglichkeit, flexibel nachzusteuern und die Planung anzupassen. Ein weiterer Ansatz dieser Unsicherheit zu begegnen, ist es Lösungen zu verfolgen, die neben der Klimaanpassung bereits jetzt vielfältige positive Auswirkungen auf die Umwelt haben. Ein Beispiel hierfür ist der Schutz und die Entwicklung von Freiräumen.

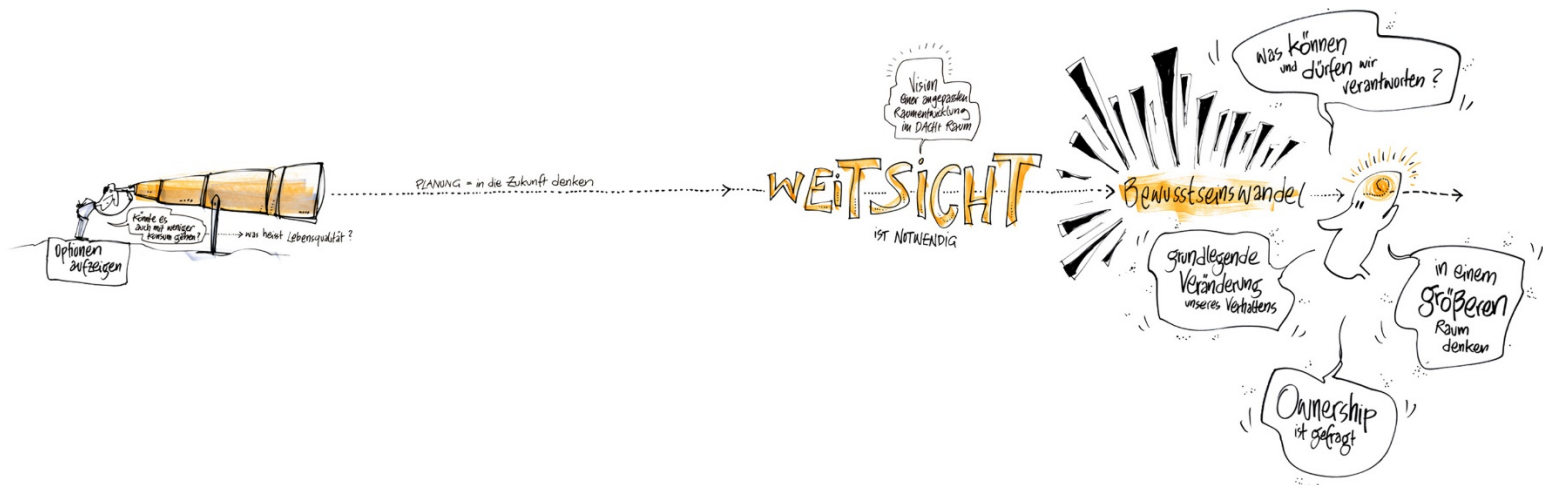
Eine Orientierung kann hier die strategische Umweltprüfung oder Wirkungsbeurteilung darstellen, die die zu erwartenden Auswirkungen der Planung auf die Umwelt abbildet (vgl. Kap.6.3). Der Klimawandel muss in diese Instrumente integriert werden. Allerdings kann die Prüfung nur mögliche Auswirkungen der Planung auf die Umwelt aufzeigen und nicht die Funktionsfähigkeit der Planung als solches prüfen. Die Kombination mit einem risikobasierten Planungsansatz ist deshalb ideal.

Die risikobasierte Raumplanung ermöglicht es, die Risikoentwicklung langfristig zu steuern (vgl. Kap.6.4). Ob und welche Maßnahmen erforderlich sind, wird beim risikobasierten Ansatz nicht nur durch die Gefährdung, sondern auch verstärkt durch die Nutzung und das damit verbundene Schadenspotenzial ermittelt. Hierbei werden nicht nur aktuelle Risiken, sondern auch künftige, wie z.B. die Auswirkungen des Klimawandels, berücksichtigt. Die Entwicklung der Planungspraxis hin zu einem risikobasierten Ansatz ist entscheidend zur Anpassung der Planung an den Klimawandel.

Herauszustellen ist, dass die Anpassung an den Klimawandel kein separates Thema darstellt, das optional behandelt werden kann oder nicht. Vielmehr geht es darum, in der Raumplanung sich auf die tiefgreifenden Veränderungen und die zu erwartenden Auswirkungen auf die räumlichen Systeme einzustellen bzw. nach dem Vorsorgeprinzip steuernd zu agieren. Dies kann nur erreicht werden, wenn die regionale Planung sich auf die Begebenheiten einstellt und die Themen der Klimaanpassung in die gesamte Planung integriert werden. Als Querschnittsdisziplin hat die regionale Raumplanung die Fähigkeiten einen umfassenden Überblick zu den räumlichen Themen des Klimawandels zu geben. Hierzu können informelle Instrumente wie Hinweiskarten oder Risikokarten, ideal genutzt werden. Um der Dynamik

der klimatischen Veränderungen begegnen zu können, ist der Fokus auf einen risikobasierten Ansatz und ein dynamisches Planungssystem mit einem ausgeprägten Monitoring und Controlling zu setzen.

Das Projekt hat durch den internationalen Austausch die Stärken und Verbesserungspotenziale der verschiedenen Planungen verdeutlicht. Ein solcher Austausch ist essenziell, um Perspektiven zu weiten und den Prozess zur Anpassung der Raumplanung begleitend zu unterstützen.



8 GLOSSAR

Anfälligkeit

Im räumlichen Kontext, die Verletzlichkeit bzw. → Vulnerabilität einer Struktur oder eines Systems gegenüber den nachteiligen Folgen des → Klimawandels. Ermittelt anhand der → Exposition, der → Sensitivität und der → Anpassungsfähigkeit entsprechend der Definition → IPCC. Kann die Anpassungsfähigkeit nicht ermittelt werden, wird die → Betroffenheit der Struktur bzw. des Systems analysiert. Trotz hoher Betroffenheit kann bei einer hohen Anpassungsfähigkeit die Anfälligkeit gering sein.

Anpassungsfähigkeit

Anpassungsfähigkeit räumlicher Strukturen und Systeme gegenüber den Folgen des Klimawandels. Grundlage zur Ermittlung der → Anfälligkeit.

Anpassungsmaßnahmen

Maßnahmen, die zur Anpassung an die Folgen des → Klimawandels beitragen können, indem sie negative Auswirkungen auszugleichen bzw. mindern.

Betroffenheit

räumliche Betroffenheit gegenüber den Folgen des → Klimawandels ermittelt anhand der → Exposition und der → Sensitivität

Dürre

Auswirkung von Wassermangel und → Trockenheit auf die Vegetation. Gilt als eine → Klimawandelfolge.

Ensemble

Ensembles dienen der Berechnung von Klimasimulationen. Eine Simulation basiert immer auf der Berechnung und Auswertung verschiedener Klimaprojektionen, um die Aussagekraft zu erhöhen. Hierzu werden sogenannte Ensembles genutzt, die verschiedene Klimamodelle umfassen. → EURO-CORDEX ist ein Ensemble.

EURO-CORDEX

= World Climate Research Program Coordinated Regional Downscaling Experiment. EURO-CORDEX ermöglicht hochaufgelöste regionale Klimasimulationen für Europa.

Extremereignis

„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 Hochwässer sein, aber auch das massenhafte Auftreten einer Insektenart“ (LfU 2015).

Exposition

Exposition beschreibt inwieweit eine räumliche Struktur oder ein System einer → Klimawandelfolge ausgesetzt ist. Sie dient als Grundlage zur Ermittlung der → Anfälligkeit.

Gravitative Massenbewegungen

Gravitative Massenbewegungen stellen Naturgefahren dar, die als hangabwärts gerichtete, bruchlose und bruchhafte Verlagerungen von Fels- und/ oder Lockergestein unter der Wirkung der Schwerkraft definiert werden. Hierzu zählen z. B. Hangrutschungen, Felsstürze und Muren. Thematisch wurden hier Lawinen ebenfalls zu den gravitativen Massenbewegungen gezählt.

Hitzewelle

längere Periode mit ungewöhnlich hohen Temperaturen. Es gibt keine allgemein gültige Definition für eine Hitzewelle, da der Begriff vom üblichen Wetter der jeweiligen Region abhängig ist.

Hochwasser

Zustand von Gewässern bei dem ihr Wasserstand deutlich über dem Pegelstand ihres Mittelwassers liegt. Das Gegenstück ist „Niedrigwasser“.

IPCC

„Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist der zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen, der dem Sekretariat der Klimarahmenkonvention beigeordnet ist. Seine Aufgabe ist nicht eigene Forschung, sondern deren Beurteilung hinsichtlich der Risiken der globalen Erwärmung sowie das Zusammentragen von Vermeidungs- und Anpassungsstrategien. Gegründet wurde das IPCC bereits 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).“ (LfU 2015)

Klimaanpassung

Anpassung an → Klimawandelfolgen

Klimamodell

„numerische computergestützte Nachbildung des Klimasystems der Erde, die das Wissen über physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Systems, deren Wechselwirkungen und Rückkopplungsprozesse berücksichtigt. In Abhängigkeit vom Raum, den die Modelle abdecken, wird zwischen globalen Zirkulationsmodellen (GCM) und regionalen Klimamodellen (RCM) unterschieden.“ (Monitoring BW 2017)

Klimaprojektion

„Darstellung der Veränderung des Klimas unter verschiedenen Emissions- oder Konzentrations-szenarien für Treibhausgase, Aerosole oder den Strahlungsantrieb. Klimaprojektionen sind keine Prognosen, da sie von den verwendeten Emissions-, Konzentrations- bzw. Strahlungsantrieb-Szenarien abhängen.“ (Monitoring BW 2017)

Klimatope

Gebiete mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen

Klimawandel

„Synonym für Klimaveränderung, also allgemein jede Veränderung des Klimas unabhängig von der betrachteten Größenordnung in Raum und Zeit. Neben Veränderungen der Mittelwerte können auch Änderungen anderer statistischer Kenngrößen (Streuung, Extreme, Form der Häufigkeitsverteilungen) einzelner Klimaparameter (Temperatur, Niederschlag, Wind, Feuchte, Bewölkung usw.) auftreten.“ (LfU 2015)

Klimawandelfolge

direkte und indirekte Folgen des → Klimawandels.

Naturgefahren

natürliche Prozesse und Zustände, die Gesellschaft und Umwelt bedrohen

Perzentil (Monitoring BW 2017)

„Die Klimamodellergebnisse werden als Bandbreite mit oberem und unterem Wert dargestellt. Für die Berechnung werden sogenannte Perzentile (lateinisch „Hundertstelwerte“) genutzt. Durch Perzentile wird die Verteilung der Ergebnisse der einzelnen Modellläufe des Ensembles betrachtet. Das 50. Perzentil stellt den Median dar: 50 % der Ergebnisse der einzelnen Modellläufe des Ensembles für den angegebenen Zeitraum liegen oberhalb dieses Wertes und 50 % darunter.“ (Monitoring BW 2017)

Referenzzeitraum

In der Klimaforschung gelten 30 Jahre als geeignete Zeitspanne, um ein mittleres Verhalten darzustellen. Der Referenzzeitraum dient als Vergleichsperiode zu zukünftigen Verhältnissen. Synonym → Beobachtungszeitraum.

Retention

Rückhaltevermögen von Wasser in der Fläche/ Boden

Regionale Klimamodelle (Klimareport Bayern 2015)

„Verfeinerungen der globalen → Klimamodelle, um verbesserte Aussagen der Klimaentwicklung auf verhältnismäßig kleinräumiger Ebene zu erhalten.“ (LfU 2015)

Resilienz

„Maß für die Widerstandsfähigkeit eines Systems gegenüber Umweltveränderungen sowie die Fähigkeit, sich nach Störungen wieder zu erholen.“ (LfU 2015). Hier sind insbesondere natürliche Systeme bzw. räumliche Strukturen gemeint.

Schwerpunkträume

charakteristische Raumkategorien des DACH+ Raums

Sensitivität

Empfindlichkeit von räumlichen Strukturen oder Systemen gegenüber → Klimawandelfolgen gemeint. Die Sensitivität dient zur Ermittlung der → Betroffenheit bzw. → Anfälligkeit.

Starkregen (Starkniederschlag)

große Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit

Trockenheit

„Zunächst rein meteorologische Definition eines zeitweiligen Niederschlagsmangels. Je nach betrachtetem Bereich (Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, ...) zieht dies unterschiedliche Definitionen von Trockenphasen nach sich, welche die Dauer der Trockenheit und oft auch die Menge des Wassermangels einbeziehen.“ (LfU 2015)

Vulnerabilität

Verwundbarkeit → Anfälligkeit

9 QUELLEN UND LITERATUR

9.1 GESETZE

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 290 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.

Gesetz über die Raumplanung des Landes Vorarlberg (Raumplanungsgesetz - RPG) von 1996 (LGBl. Nr. 39/1996), zuletzt geändert durch Gesetz von 2019 (LGBl. Nr. 4/2019).

Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW) vom 23. Juli 2013, letzte berücksichtigte Änderung: mehrfach geändert, §§ 4a, 7a bis 7g und §§ 8a bis 8e neu eingefügt, § 9 neu gefasst durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Oktober 2020 (GBl. S. 937)

Landesplanungsgesetz Baden-Württemberg (LplG) in der Fassung vom 10. Juli 2003, letzte berücksichtigte Änderung: §§ 18 und 19 geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. November 2018 (GBl. S. 439, 446)

Raumordnungsgesetz (ROG) vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2694) geändert worden ist.

Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG) vom 22. Juni 1979 (AS 1996 965; BBl 1994 III 1075) Stand am 1. Januar 2019.

9.2 REGIONALE PLANUNGEN IN DEN MODELLREGIONEN

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2019): Raumbild Vorarlberg 2030. 1. Auflage, April 2019. Bregenz.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2020): Landesraumplan Grünzone Rheintal und Grünzone Walgau. Verordnet im Jahr 1977 (Stammfassung LGBl.Nr. 8/1977 und LGBl.Nr. 9/1977). Letzte Änderung LGBl.Nr. 31/2020.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2013): Landesraumplan Blauzone Rheintal. Beschlossen durch die Landesregierung am 17.12.2013 (LGBl.Nr. 1/2014).

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2017): Flächenwidmungsplan Vorarlberg

Amt für Raumentwicklung und Geoinformation Kanton St.Gallen (2020): Richtplan Kanton St. Gallen. Genehmigung durch den Bundesrat vom 01.11.2017. Stand 03.09.2020.

Kanton Schaffhausen (2019): Richtplan Kanton Schaffhausen. Genehmigung durch den Bundesrat vom 21.10.2015. Stand 09.07.2019.

Regionalverband Hochrhein-Bodensee (2018): Regionalplan 2000 der Region Hochrhein-Bodensee. Eintritt der Verbindlichkeit am 10.04.1998. Stand 19.10.2018.

9.3 LITERATUR UND INTERNETQUELLEN

adelphi / PRC / EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015. Dessau-Roßlau.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg - Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Bregenz

Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) (2018): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg – Aktionsplan 2018. Bregenz

Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) (2018 b). Abteilung Raumplanung und Baurecht (VIIa) und Landesstelle für Statistik: Strukturdaten Vorarlberg. Bregenz.

Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Raumplanung und Baurecht (2019): Raumbild Vorarlberg 2030 - Zukunft Raum geben. Bregenz

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2020): Vorbeugen und gerüstet sein für künftige Klimaszenarien - Vorarlberger Aktionsplan 2020 zur Klimawandelanpassung. Bregenz

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2020 b): Auskunft Philipp, S. Abteilung Vc – Forstwesen am 09.09.2020.

Amt für Umwelt, Fürstentum Liechtenstein (2012): Zahlen und Fakten zum Klima in Liechtenstein. Vaduz

ANU (Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden) (2015 a): Klimawandel Graubünden - Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder im Bereich Klimaanpassung. Arbeitspapier 1 einer kantonalen Klimastrategie. Chur

ANU (Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden) (2015 b): Klimawandel Graubünden. Arbeitspapier 2: Klimaschutz. Analyse der Herausforderungen und Handlungsfelder. Chur

ANU (Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden) (2015 c): Klimawandel Graubünden - Analyse der Risiken und Chancen. Arbeitspapier 3 einer kantonalen Klimastrategie. Chur

ANU (Amt für Natur und Umwelt des Kantons Graubünden) (2015 d): Klimawandel Graubünden - Synthese der Herausforderungen und Handlungsfelder. Arbeitspapier 4 einer kantonalen Klimastrategie. Chur

APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Wien.

ARE – Schweizer Bundesamt für Raumentwicklung (2013): Klimawandel und Raumentwicklung: Eine Arbeitshilfe für Planerinnen und Planer. Bern.

ARE und BAFU – Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) und des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) (Hrsg.), CSD Ingenieurs (2012): Berücksichtigung der wichtigen Anlagen in den Kantonalen Richtplänen - Hilfe für die Umsetzung einer Wirkungsbeurteilung, Lausanne.

ARL [Akademie für Raumforschung und Landesplanung] (Hrsg.) (2013): Raumentwicklung im Klimawandel. Herausforderungen für die räumliche Planung. Hannover. = Forschungsberichte der ARL Nr. 2. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-07302> (25.08.2013).

ARL [Akademie für Raumforschung und Landesplanung] (Hrsg.) (2013): Glossar Klimawandel und Raumentwicklung. Hannover. = E-Paper der ARL Nr. 10. http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/e-paper_der_arl_nr10.pdf (21.02.2013).

AWEL Kt. Zürich und Umweltkommission IBK (Hrsg.). Ernst Basler + Partner AG (2007): Auswirkungen des Klimawandels und mögliche Anpassungsstrategien. Zürich

BAFU und ARE – Schweizer Bundesamt für Umwelt und Bundesamtes für Raumentwicklung (Hrsg.) (2019): Risikobasierte Raumplanung. Risiken abwägen: Instrumente, Chancen und Erfahrungen aus Sicht von Kantonen, Gemeinden, Raumplanern und Architekten.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2012 a): Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: 1. Teil der Strategie: Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder, Bern.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2012 b): Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: 2. Teil der Strategie: Aktionsplan 2014-2019, Bern.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2012 c): Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro). Bundesamt für Umwelt BAFU. Umwelt-Wissen Nr. 1217

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2013): Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau – Ergebnisbericht

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2016): Anpassung an den Klimawandel. Berichterstattung der Kantone 2015, Bern.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2017): Klimabedingte Risiken und Chancen, Eine schweizweite Synthese. Bern.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018): Wirkungsbeurteilung Umwelt für Pläne und Programme - Überblick und Situation in der Schweiz. Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1809: 44 S.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2018 b): Hitze in Städten. Grundlage für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen, Nr. 1812: 108 S.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt et al. (2020): Klimawandel in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Maßnahmen. Umwelt-Zustand Nr. 2013: 105 S.

BAFU – Schweizer Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) (2020): Gefahrengrundlagen, Gefahrenkarten, Intensitätskarten und Gefahrenhinweiskarten. Aufgerufen am 02.12.2020. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahrengrundlagen/gefahrenkarten--intensitaetskarten-und-gefahrenhinweiskarten.html>

Bay StMUG [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit] (Hrsg.) (2009): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS). München. www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmug_klima_00002.htm (20.05.2010).

Bay StMUV [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz] (Hrsg.) (2016): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie. Ausgabe 2016. München. http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/stmuv_klima_009.htm (21.03.2017).

Bay StReg [Bayerische Staatsregierung]; Bay StMUGV [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz] (Hrsg.) (2008): Klimaprogramm Bayern 2020. Minderung von Treibhausgasen, Anpassung an den Klimawandel, Forschung und Entwicklung. München.

BayStMUV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (2015): Klima-Report Bayern 2015 - Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten

BayStMUV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (Hrsg.) (2016): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie. München

Belz J.U., Brahmer G., Buiteveld J., Engel H., Grabher R., Hodel H., Krahe P., Lammersen R., Larina M., Mendel H.-G., Meuser A., Müller G., Plonka B., Pfister L. und W. van Vuuren (2007): Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert – Analyse, Veränderungen, Trends. KHR-Schriften Bd. 1 – 22, Koblenz und Lelystad.

BFN [Bundesamt für Naturschutz] (Hrsg.) (2006): Wald, Naturschutz und Klimawandel. Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. Bonn-Bad Godesberg. = BfN-Skripten 185. <https://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/service/skript185.pdf> (17.02.2018).

BFS - Bundesamt für Statistik (2020): Die Bevölkerung der Schweiz 2019.

Birkmann, J.; Böhm, H. R.; Jacoby, C. et al. (Aut.); ARL [Akademie für Raumforschung und Landesplanung] (Hrsg.) (2009): Klimawandel als Aufgabe der Regionalplanung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL Nr. 81. http://www.arl-net.org/pdf/pospapier/PosPaper_81.pdf (18.11.2009).

Birkmann, J.; Franck, E.; Jacoby, C. et al. (Aut.); ARL [Akademie für Raumforschung und Landesplanung] (Hrsg.) (2012): „Zugspitz-Thesen“: Klimawandel, Energiewende und Raumordnung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL Nr. 90. https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/pospapier_90.pdf (23.11.2017).

BMLFUW – Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015): Fortschrittsbericht zur Klimawandelanpassung, Wien.

BMNT – Österreichisches Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2012(2017)): Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel/ Teil 1 – Kontext, Wien.

BMNT – Österreichisches Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2012(2017)): Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel/ Teil 2 – Aktionsplan, Wien.

BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2008): Klimawandel in den Alpen - Fakten - Folgen - Anpassung (Stand: Oktober 2007). Berlin (17.10.2008).

BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (Hrsg.) (2012): Aktionsplan Anpassung der deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Stand: November 2012. Berlin. http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/Aktionsplan_Anpassung_de_bf.pdf (02.01.2013).

BMUB – Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Erster Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin.

BMUB [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit] (Hrsg.) (Hrsg.) (2016): Anpassung an den Klimawandel – Erster Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur deutschen Anpassungsstrategie. Berlin. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/fortschrittsbericht_anpassung_klimawandel_bf.pdf (03.12.2016).

BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse in der Praxis. Inhaltliche und methodische Ansatzpunkte für die Ermittlung regionaler Betroffenheiten. = BMVBS-Online-Publikation Nr. 21/2011. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON212011.pdf;jsessionid=A643421BD892BD72396039883C3F1CA9.live21301?__blob=publicationFile&v=2 (17.02.2018).

BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] (Hrsg.) (2013): Was leisten Klimamodelle für die Regionalplanung? Ergebnisse eines Expertengesprächs vom 18.02.2013 im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität. = BMVBS-Online-Publikation Nr. 31/2013. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON312013.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (26.02.2014).

BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung]; BBSR [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung] (Hrsg.) (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Berlin. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/FP/MORO/Studien/2011/LeitfadenRegionaleKlimafolgenbewertung/Downloads/DL_Handbuch.pdf;jsessionid=B879AF2FDD2831E0C35D1CB733B50539.live11294?__blob=publicationFile&v=3 (24.07.2017).

BMVI [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur] (Hrsg.) (2017): KlimREG – Klimawandelgerechter Regionalplan. Wissenschaftlicher Endbericht. Berlin. = BMVI-Online-

Publikation Nr. 01/2017. http://klimreg.de/wp-content/uploads/2016/09/10.05.06-14.2_Klimawandelgerechter-Regionalplan_Wissenschaftlicher-Endbericht_final.pdf (01.05.2017).

BMVI [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur] (Hrsg.) (2017): Handlungshilfe Klimawandelgerechter Regionalplan. Ergebnisse des Forschungsprojektes KlimREG für die Praxis. Berlin. = MORO Praxis 6-2017. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVI/MOROPraxis/2017/moro-praxis-6-17-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (01.05.2017).

BMVI [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur] (Hrsg.) (2017): KlimREG – Klimawandelgerechter Regionalplan. Berlin. = BMVI-Online-Publikation Nr. 02/2017. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVI/BMVIOnline/2017/bmvi-online-02-17-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (01.05.2017).

BMVI [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur] (Hrsg.) (2017): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel. Ergebnisse der Modellvorhaben Transfer KlimaMORO und MORO KlimREG. Berlin. = Moro-Informationen Nr. 13/4 2017. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVI/MOROInfo/13/moroinfo-13-4.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (01.02.2017).

BOKU (2020): Waldbrand-Datenbank Österreich BOKU 2020. Online. Zuletzt aufgerufen am 11.12.2020. <https://fire.boku.ac.at/firedb/>

BTag WD [Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste] (Hrsg.) (2017): Extreme Wetter- und Naturereignisse in Deutschland in den vergangenen 20 Jahren. Dokumentation. Berlin. = Wissenschaftliche Dienste (WD) 8 - 3000 – 049/16. <https://www.bundestag.de/blob/436350/4c519b35f2d56af15024502fcd1290fc/wd-8-049-16-pdf-data.pdf> (28.01.2017).

Bundesregierung (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Berlin.

Bundesregierung (Hrsg.) (2011): Aktionsplan Anpassung der deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen. Berlin. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf (02.09.2011).

Deutsche Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). Berlin.

Deutsche Bundesregierung (2011): Aktionsplan I Anpassung der DAS an den Klimawandel. Berlin.

Deutsche Bundesregierung (2015): Aktionsplan II Anpassung der deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (im Rahmen des Fortschrittsberichts zur DAS veröffentlicht)

DWD – Deutscher Wetterdienst (2019 a): Deutscher Klimaatlas, aufgerufen am 27.09.2019,

DWD – Deutscher Wetterdienst (2019 b): RCP-Szenarien, aufgerufen am 30.09.2019, <https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/rcp-szenarien.html>

DWD [Deutscher Wetterdienst] (Hrsg.) (2016): Nationaler Klimareport 2016. Klima – gestern, heute und in der Zukunft. Offenbach. http://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/download_report_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (26.12.2016).

EEA [European Environment Agency] (Hrsg.) (2017): Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and practices. Luxembourg. = EEA Report No 15/2017. https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster/at_download/file (10.12.2017).

Ender, G. (2020) (Amt der Landeshauptstadt Bregenz, Planung und Bau, Umweltschutz): Auskunft im Rahmen eines interne Arbeitsworkshops Klimaanpassung DACAH+ am 15.10.2020.

ETC/CCA [European Topic Centre Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation] (Hrsg.) (2017): Monitoring, Reporting and Evaluation of national level adaptation in Europe: Lessons and experiences from other policy domains. Bologna. http://cca.eionet.europa.eu/docs/WP_1-2017 (03.08.2017).

EU - Europäische Kommission (2009): Weißbuch, Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen, Brüssel.

EU - Europäische Kommission (2013): Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Brüssel.

Europäische Kommission (2013): Mitteilung der Kommission. Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. COM (2013) 216 final, Brüssel, den 16. April 2013 [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2013/com2013_0216de01.pdf - Zugriff: 31.05.2013] (02.06.2013).

Formayer (2016): CC-Act online tool. Trockenheitsrisiko für Waldflächen aus dem Fichtenanteil und deren klimatischer Standorttauglichkeit. Online. Aufgerufen am 11.12.2020. <http://www.ccact.anpassung.at/>

Forschungsinstitut für Freizeit und Tourismus der Universität Bern (Hrsg.) (2008): 2030: Der Schweizer Tourismus im Klimawandel. Bern. https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Standortfoerderung/Tourismus/Strategische%20Themen/Klimawandel/Klimawandel_2030_ST.pdf.download.pdf/2030%20-%20Der%20Schweizer%20Tourismus%20im%20Klimawandel.pdf (04.08.2009).

FVA-BW – Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (2019): Leitfaden für das Portal Klimafolgenforschung.

GDV [Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e. V.] (Hrsg.) (2017): Naturgefahrenreport 2017. Berlin. http://www.gdv.de/wp-content/uploads/2017/10/Naturgefahrenreport_2017_GDV_Versicherungswirtschaft.pdf (06.01.2018).

GERICS – Climate Service Center Germany (2018): GERICS-Bundesländer-Check, aufgerufen am 27.09.2019, https://www.climate-service-center.de/products_and_publications/maps_visualisation/check/index.php.de

Hage, G.; Jacoby, C. (Aut.); Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes (MUEV) (Hrsg.) (2011): INTERREG IV B Projekt C-Change - Changing Climate, Changing Lives. Kapitel 3: Konzeptionelle Vorschläge für die Landesplanung des Saarlandes zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz. Saarbrücken.

Hage, G.; Jacoby, C. (2009): Monitoring und Raumentwicklung im Grenzraum Deutschland - Österreich - Schweiz - Liechtenstein - das Interreg IIIA-Projekt DACH+ Raumentwicklung. In: Jacoby, C. (Hrsg.): Monitoring und Evaluation von Stadt- und Regionalentwicklung. Hannover, 97-117. = Arbeitsmaterial der ARL (AM) Nr. 350. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-284491> (02.01.2018).

Hage, G.; Jacoby, C. (Aut.); Ministerium für Inneres und Sport des Saarlandes (MIS) (Hrsg.) (2014): Saarland. Aufstellung des Landesentwicklungsplans mit begleitender Umweltprüfung (SUP). Scoping zur Festlegung von Umfang und Detaillierungsgrad des Umweltberichts. Scoping-Unterlage als Beratungsgrundlage für die Beteiligung der öffentlichen Stellen, deren umwelt- und gesundheitsbezogener Aufgabenbereich von den Umweltauswirkungen berührt werden kann. Saarbrücken. https://www.saarland.de/dokumente/thema_stadt_und_land/140429_SAARLAND_Scoping_final.pdf (17.08.2018).

Hage, G.; Jacoby, C. (Aut.); Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes (MUEV) (Hrsg.) (2011): INTERREG IV B Projekt C-Change - Changing Climate, Changing Lives. Kapitel 1 und 2: Konzeptionelle Vorschläge für die Landesplanung des Saarlandes zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz. Saarbrücken.

Hage, G.; Jacoby, C. (Aut.); Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes (MUEV) (Hrsg.) (2012): INTERREG IV B Projekt C-Change - Changing Climate, Changing

Lives. Lokales Modellprojekt "Landschaft und Klimawandel" in der Landschaft der Industriekultur Nord. Saarbrücken. https://www.saarland.de/dokumente/thema_stadt_und_land/C_Change_Saarland_Teil_IV.pdf (17.08.2018).

Hage, G.; Jacoby, C.; Kotzold, Kristina; Reichert, Felix (2008): Interreg IIIA-Projekt DACH+ Raumentwicklung im Grenzraum Deutschland - Österreich - Schweiz - Liechtenstein. Raumentwicklung und Raumb Beobachtung im DACH+ Grenzraum. Werkstattbericht. Tübingen/Brunnthal/Rottenburg. http://www.dachplus.org/Download/S4/DACH+TeilberichtIV_Monitoring.pdf (29.09.2008).

HHP Hage+Hoppenstedt Partner; Reichert und Partner; Jacoby, C. (2008): DACH+ Raumentwicklung im Grenzraum Deutschland - Österreich - Schweiz - Liechtenstein. Gesamtbericht zum Abschluss Symposium im Juni 2008 in Bregenz. Rottenburg/Waldshut-Tiengen/Schaffhausen. http://www.dachplus.org/Download/S4/DACH_11.6.2008_IN.pdf (29.09.2008).

Höhnberg, U.; Jacoby, C. (2011): Verwirklichung und Sicherung der Raumordnung. In: ARL [Akademie für Raumforschung und Landesplanung] (Hrsg.): Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung. Hannover, 499–566.

IGKB - Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (Hrsg.)(2015): KlimBo – Klimawandel am Bodensee, Bericht Nr. 60.

IPCC (2018): Summary for Policymakers. In: 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 [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

IPCC [Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen] (Hrsg.) (2014): Klimaänderung 2014 – Synthesebericht. Genf/Bonn. http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC-AR5_SYR_barrierefrei.pdf (25.06.2017).

Jacoby, C. (2009): Monitoring und Evaluation von Stadt- und Regionalentwicklung. Einführung in Begriffswelt, rechtliche Anforderungen, fachliche Herausforderungen und ausgewählte Ansätze. In: Jacoby, C. (Hrsg.): Monitoring und Evaluation von Stadt- und Regionalentwicklung. Hannover, 1–24. = ARL Arbeitsmaterial Nr. 350.

Jacoby, C. (2011): INTERREG IV B Projekt C-Change - Changing Climate, Changing Lives. Konzeptionelle Vorschläge für die Landesplanung des Saarlandes zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes (MUEV), Saarbrücken (12.10.2013).

Jacoby, C. (2012): Regionalentwicklung und Regionalplanung zur Anpassung an den Klimawandel am Beispiel des Landkreises Neumarkt in der Oberpfalz (Bayern) – Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) KLIMA NEU. In: Mahammadzadeh, M.; Chrischilles, E. (Hrsg.): Klimaanpassung als Herausforderung für die Regional- und Stadtplanung. Erfahrungen und Erkenntnisse aus der deutschen Anpassungsforschung und -praxis. Köln, 60–71. = KLIMZUG-Working Paper. http://www.klimzug.de/_media/KLIMZUG-Working_Paper_Regional_und_Stadtplanung.pdf (09.05.2012).

Jacoby, C. (2013 a): Das Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) "Klima NEU" im Landkreis Neumarkt in der Oberpfalz - Strategien der Regionalentwicklung zum Klimawandel. In: Kufeld, W. (Hrsg.): Klimawandel und regenerative Energien als Herausforderung für die Raumordnung. Hannover, 183–206. = Arbeitsberichte der ARL 7. https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/ab/ab_007/ab_007_gesamt.pdf (26.01.2014).

Jacoby, C. (2013 b): Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan am Beispiel der Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. Konzeptioneller Leitfaden. Portal Klimastadtraum DWD. Bonn. https://www.klimastadtraum.de/SharedDocs/Downloads/Veroeffentlichungen/Modellprojekte/ExWoSt/Regensburg%20Leitfaden%20Integration.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (28.10.2018).

Jacoby, C. (2013 c): Klimafolgenbewertung - Umgang mit Klimadaten. In: BMVBS [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] (Hrsg.): Was leisten Klimamodelle für die Regionalplanung? Ergebnisse eines Expertengesprächs vom 18.02.2013 im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität, S. 17-18. = BMVBS-Online-Publikation. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2013/DL_ON312013.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (26.02.2014).

Jacoby, C. (2014): Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung - Leitfaden für die Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. = UVP-report (28) 1, 7–13.

Jacoby, C. (2016): BauGB-Novelle untergräbt Nachhaltigkeitsziel des Flächensparens. Kolumne. = UVP-report (30) 4/2016, 178–179.

Jacoby, C. (2018): Umweltplanung, in: ARL (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, Hannover (in Drucklegung).

Jerjen, D. (2020): Konsequenzen und Anforderungen an die Raumentwicklung. Vortrag am 21.01.2020. Konstanz.

Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf die Aufgabenbereiche des Departements Bau, Verkehr und Umwelt – Statusbericht

Kanton Appenzell Ausserrhoden (Hrsg.). INFRAS (2020): Klimabericht Kanton Appenzell Ausserrhoden. Zürich.

Kanton Glarus (2019): Bericht über den Umgang mit den Klimaveränderungen im Kanton Glarus.

Kanton Schaffhausen Departement des Innern Baudepartement Volkswirtschaftsdepartement (2011): Bericht Klimaadaptation Kanton Schaffhausen - Eine Auslegeordnung. Schaffhausen.

Kanton Schaffhausen Departement des Innern Baudepartement Volkswirtschaftsdepartement (2019): Bericht 2019 zur Klimaanpassung im Kanton Schaffhausen. Schaffhausen

Kanton St.Gallen - Fachstelle für Statistik (Hrsg.) (2020): Kopf und Zahl 2020. St.Gallen.

Kanton St.Gallen (2020 b): Der St.Galler Wald in Zahlen. Aufgerufen am 10.10.2020. <https://www.sg.ch/umwelt-natur/wald/-rund-um-den-st-galler-wald/kennzahlen-st-galler-wald.html>

Kantonsforstamt St.Gallen (2020): Telefonische Auskunft Benedikt Janka am 27.08.2020.

Kanton Thurgau Departement für Bau und Umwelt (2012): Anpassung an die Klimaänderung im Kanton Thurgau – Grundlagenbericht

Kanton Zürich Baudirektion (2018 a): Klimawandel im Kanton Zürich Maßnahmenplan Anpassung an den Klimawandel. Zürich

Kanton Zürich Baudirektion (2018 b): Klimawandel im Kanton Zürich Maßnahmenplan - Verminderung der Treibhausgase. Zürich

Kanton Zürich Baudirektion (2018 c): Klimawandel im Kanton Zürich - Folgen, Ursachen und Maßnahmen. Zürich

KFA (2008): Waldpflege und Waldverjüngung unter dem Aspekt der Klimaveränderung.

KHR/CHR - Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (Hrsg.) (2016): Abflussanteile aus Schnee- und Gletscherschmelze im Rhein und seinen Zuflüssen vor dem Hintergrund des Klimawandels, Synthesebericht.

KLIWA – Arbeitskreis KLIWA (Hrsg.): Deutscher Wetterdienst; Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz; Bayerisches Landesamt für Umwelt (2016): Monitoringbericht 2016: Klimawandel in Süddeutschland - Veränderungen von meteorologischen und hydrologischen Kenngrößen, Klimamonitoring im Rahmen der Kooperation KLIWA. veröffentlicht auf der Internetseite www.kliwa.de

KLIWA – Arbeitskreis KLIWA (Hrsg.): Deutscher Wetterdienst; Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz; Bayerisches Landesamt für Umwelt (2017): Klimawandel im Süden Deutschlands, Herausforderungen – Anpassungen, Folgen für die Wasserwirtschaft.

KLIWA – Arbeitskreis KLIWA (Hrsg.): Deutscher Wetterdienst; Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz; Bayerisches Landesamt für Umwelt (2019): Starkniederschläge, Entwicklungen in Vergangenheit und Zukunft, Kurzbericht.

Kölling, C. (2006): Die erwarteten Folgen des Klimawandels auf den Wald in Bayern: Auswirkungen auf die Forstwirtschaft und den Naturschutz im Wald. In: BfN [Bundesamt für Naturschutz] (Hrsg.): Wald, Naturschutz und Klimawandel. Ein Workshop zur Zukunft des Naturschutzes im Wald vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. Bonn-Bad Godesberg, S. 82-95. = BfN-Skripten 185. <https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript185.pdf> (17.02.2018).

Kromp-Kolb, H., N. Nakicenovic, R. Seidl, K. Steininger, B. Ahrens, I. Auer, A. Baumgarten, B. Bednar-Friedl, J. Eitzinger, U. Foelsche, H. Formayer, C. Geitner, T. Glade, A. Gobiet, G. Grabherr, R. Haas, H. Haberl, L. Haimberger, R. Hitzemberger, M. König, A. Köppl, M. Lexer, W. Loibl, R. Molitor, H. Moshhammer, H-P. Nachtnebel, F. Pretenthaler, W. Rabitsch, K. Radunsky, L. Schneider, H. Schnitzer, W. Schöner, N. Schulz, P. Seibert, S. Stagl, R. Steiger, H. Stötter, W. Streicher, W. Winiwarter (2014): Synthesis. In: Austrian Assessment Report Climate Change 2014 (AAR14), Austrian Panel on Climate Change (APCC), Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, Austria.

REESE M. (2015): Klimaanpassung im Raumplanungsrecht. Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR): 16-26.

Kufeld, Walter (Hrsg.) (2013): Klimawandel und regenerative Energien als Herausforderung für die Raumordnung. Hannover. = Arbeitsberichte der ARL7. https://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/ab/ab_007/ab_007_gesamt.pdf (06.03.2017).

Landis, F.; Hertig, V.; Haefeli, U.; Balthasar, A.; Raible, C. (2017): Schlussbericht Evaluation der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel: Modul A, Interface Politikstudien Forschung Beratung und Oeschger Centre for Climate Change Research, Luzern/Bern.

LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012): Der Klimawandel in Bayern, Auswertung regionaler Klimaprojektionen, Regionalbericht Iller-Lech. Augsburg.

LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2015): Methodenbericht zur Gefahrenhinweiskarte Bayern. Augsburg.

LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2018): Indikatoren zu Klimafolgen und Klimaanpassung in Bayern – Machbarkeitsstudie, Augsburg.

LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2012): Auswertung regionaler Klimaprojektionen - Klimabericht Bayern.

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2013): Zukünftige Klimaentwicklungen in Baden-Württemberg. Karlsruhe

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Karlsruhe.

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.). May, A.; Arndt, P. Radke, L. und Heiland, S. (2016 b): Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung. Reihe Klimopass-Berichte. Projekt-Nr. 4500347097/23.

LUNG - Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2002): Bodenerosion. Müncheberg, Güstow.

Lüdeke, J. Prof. Dr. (2019): Umweltprüfung und Umweltbericht in der Bauleitplanerischen Praxis – Tagung Institut für Städtebau am 25.06.2019 in Mainz.

Meier, B. Dr.; Habermacher, F.; Wegmann, B.; Bade, S.; Bättig, M. und von Grünigen, S. (2016): Anpassung an den Klimawandel im Bereich Biodiversität im Kanton Aargau - Schlussbericht vom 12. Mai 2016. Zürich

MeteoSchweiz (2012): Klimabericht Kanton Graubünden. Fachbericht MeteoSchweiz

MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2016): Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland.

MKRO [Ministerkonferenz für Raumordnung] (Hrsg.) (2013): Raumordnung und Klimawandel. Umlaufbeschluss vom 6. Februar 2013. <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/108242/publicationFile/74294/mkro-handlungskonzept-klima.pdf> (22.04.2013).

MORO – BMVI/BBSR-Modellvorhaben der Raumordnung, KlimAREG – Klimawandelgerechter Regionalplan (2015): Diskussionspapier Regionalplanerische Festlegungen: Möglichkeiten und Grenzen zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels. Hamburg/Berlin.

NCCS – National Center for Climate Services

ÖKS15 – ÖKS15 Klimaszenarien für Österreich, CCCA - Climate Change Centre Austria (Hrsg.)(2015): Endbericht ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich – Daten – Methoden – Klimaanalyse.

ÖROK - Geschäftsstelle der österreichischen Raumordnungskonferenz (2011): Österreichische Raumentwicklungskonzept – ÖREK 2011. Wien.

ÖROK - Geschäftsstelle der österreichischen Raumordnungskonferenz (2016): Expose zu Naturgefahrenmanagement und Raumplanung. Aufgerufen am 10.12.2020 <https://www.oerok-atlas.at/#indicator/75>

Overbeck, G.; Hartz, A.; Fleischhauer, M. (2008): Ein 10-Punkte-Plan "Klimaanpassung". Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel im Überblick. = Informationen zur Raumentwicklung (IzR) Heft 6-7, S. 363-380.

Overbeck, G.; Sommerfeldt, P.; Köhler, S.; Birkmann, J. (2009): Klimawandel und Regionalplanung. Ergebnisse einer Umfrage des ARL-Arbeitskreises "Klimawandel und Raumplanung". = Raumforschung und Raumordnung (RuR) (67) 2/2009, S. 193-203.

PLANAT (2020): Gefahrenkarten. Aufgerufen am 02.12.2020. <http://www.planat.ch/de/hauseigentuermer/gefahrenkarte/>

Regierung des Fürstentums Liechtenstein (2011): Landesrichtplan. Stand März 2011 Vonder Regierung genehmigt am 30.März 2011(RA2011/523-3020).

Regierung des Fürstentums Liechtenstein (2018): Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Liechtenstein. Vaduz

Regierung des Fürstentums Liechtenstein (2018): Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Liechtenstein.

Regionaler Planungsverband Allgäu: Regionalplan der Region Allgäu (16) - Begründung zu den Zielen und Grundsätzen.

ROR - Rat für Raumordnung (Hrsg.) (2019): Megatrends und Raumentwicklung Schweiz. Bern

RV BO – Regionalverband Oberschwaben (2020): Fortschreibung des Regionalplans, <https://www.rvbo.de/Planung/Fortschreibung-Regionalplan>, aufgerufen am 11.03.2020

RV HB - Regionalverband Hochrhein-Bodensee (1998): Regionalplan 2000, Region Hochrhein-Bodensee. Waldshut-Tiengen

RV SBH – Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg (2003): Regionalplan Schwarzwald-Baar-Heuberg 2003. Villingen-Schwenningen.

Schäfer, M. S. (2016): Wissenschaftskommunikation online. in: H. Bonfadelli, B. Fähnrich, C. Lühje, J. Milde, M. Rhomberg & M. S. Schäfer (Hrsg.): Forschungsfeld Wissenschaftskommunikation [The Field of Science Communication]. Wiesbaden: Springer VS. 275-291.

Scherzer, J.; Disse, M.; Jacoby, C. et al. (Aut.); UBA [Umweltbundesamt] (Hrsg.) (2010): WASKlim. Entwicklung eines übertragbaren Konzeptes zur Bestimmung der Anpassungsfähigkeit sensibler Sektoren an den Klimawandel am Beispiel der Wasserwirtschaft. Dessau. = UBA-Texte 47/2010.

Schmitt, H. C. (2016): Klimaanpassung in der Regionalplanung – Eine deutschlandweite Analyse zum Implementationsstand klimaanpassungsrelevanter Regionalplaninhalte. = Raumforschung und Raumordnung (RuR) (74) 1/2016, S. 9–21.

Schulz, M.; Schetula, V.; Scherzer, J.; Disse, M.; Jacoby, C. et al. (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Erwartungen, Ziele und Handlungsoptionen. Bericht zur Fachkonferenz des BMU am 15./16.4.2008 in Berlin. = Umwelt Juni/2008.

Schweizerischer Bundesrat, KdK, BPUK, SSV, SGV (2012): Raumkonzept Schweiz. Überarbeitete Fassung, Bern.

SCNAT ProClim, OcCC, BAFU, MeteoSchweiz (2018): 10. Symposium Anpassung an den Klimawandel. 28. November 2018, Eventforum Bern. Session «Umgang mit Naturgefahren»

Spektrum (2020): zuletzt aufgerufen am 10.12.2020. <https://www.spektrum.de/lexikon/geo-wissenschaften>

StMWI – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2020): Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP) - nicht-amtliche Lesefassung Stand 01.01.2020.

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (2020): Wie erkennen wir Bodenerosion durch Wasser? <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/bodenbelastungen/erosion#wie-erkennen-wir-bodenerosion-durch-wasser>, aufgerufen am 04.02.2020.

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015): Monitoringbericht 2015 zur deutschen Anpassungsstrategie. Dessau-Roßlau. Autoren: Konstanze Schönthaler, Stefan von Andrian-Werburg, Petra van Rüth, Susanne Hempen

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung (Praxishilfe), Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel. Dessau-Roßlau. Autoren: Inge Ahlhelm, Stefan Frerichs, Ajo Hinzen, Bernd Noky, André Simon, Christoph Riegel, Anika Trum, Astrid Altenburg, Gerold Janssen, Carolin Rubel

UBA [Umweltbundesamt] (Hrsg.) (2012): Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland. Dessau-Roßlau. = Climate Change 10/2012. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4298.pdf> (07.10.2012).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung (Praxishilfe). Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre. Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung. Dessau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/fkz_3711_41_103_internet_hauptprodukt_praxishil_fe_klimaanpassung_in_der_raumlichen_planung.pdf (10.12.2016).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Planen im Klimawandel. Stadt- und Freiraum schützen und aufwerten. Anpassungsmaßnahmen rechtzeitig planen und umsetzen. Dessau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/fkz_3711_41_103_internet_zusatzprodukt_broschure_planen_im_klimawandel.pdf (10.12.2016).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017): Erfolgsfaktoren für die Förderung zur Anpassung an den Klimawandel. Dessau-Roßlau. = Climate Change 11/2017. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-03-29_climate-change_11-2017_blauer-kompass.pdf (04.04.2017).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017 b): Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung. Dessau. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vulnerabilitaet-deutschlands-gegenueber-dem> (09.03.2017).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018): Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP. Dessau-Roßlau. = Climate Change 04/2018. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-12_climate-change_04-2018_politikempfehlungen-anhang-4.pdf (15.02.2018).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018 b): Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge. Grundlagen, aktuelle Entwicklungen und Perspektiven. Dessau-Roßlau. = Climate Change 03/2018. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-02-12_climate-change_03-2018_politikempfehlungen-anhang-3.pdf (15.02.2018).

UBA – Deutsches Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung.

UM BW (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg - Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. Stuttgart

Umweltbundesamt GmbH Österreich (Hrsg.) (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel, ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Wien

UVP-Gesellschaft e.V. (Hrsg.) (2017): Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel in Umweltprüfungen. Paderborn. = UVP-report (31) 3/2017.

Wende, W.; Schmidt, C.; Albrecht, J. (2017): Klimawandel und Klimawandelanpassung in der Umweltprüfung von Raumordnungs- und Bauleitplänen. In: Storm; Bunge (Hrsg.): HdUVP. Berlin, Lfg. 5/17, XI/17, Kennz. 2825.

WM BW - Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (2002): Landesentwicklungsplan 2002 Baden-Württemberg. Stuttgart.

WSL Swiss Federal Research Institute (2020): Waldbranddatenbank Swiss Fire, Auskunft Boris Pezzatti am 11.09.2020.

Zappa, M.; Luzi, B.; Fundel, F. und Jörg-Hess, S. (2012): Vorhersage und Szenarien von Schnee- und Wasserressourcen im Alpenraum. In: Eidgenössische Forschungsanstalt WSL (Hrsg.): Alpine Schnee- und Wasserressourcen gestern, heute, morgen. Forum für Wissen 2012: 19-27.

9.4 DATENGRUNDLAGEN DER KARTEN UND ABBILDUNGEN

Basisdaten:

Aus ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen

Relief basierend auf SRTM, 90m Digital Elevation Database v4.1, Consortium for Spatial Information (CIGAR-CSI), © CC-by-sa 2.0, Interpolation auf 50m, Reliefherstellung und -auswertungen Januar 2012

Administrative Einheiten, Städtenamen:

Aus ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen

EuroRegionalMap (ERM), V4.0, © Eurogeographics, 2011

EuroGlobalMap (EGM), © Eurogeographics, 2005

DDS05/Navteq-Navigationsdaten, © Navigation Technology b.v.NL, PTV AG, DDS GmbH, Karlsruhe 2005

Landnutzung:

CorineLandCover Copernicus (CLC 2018), © European Environment Agency (EEA)

Aus ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen, EuroRegionalMap (ERM), V4.0, © Eurogeographics, 2011

OSM OpenStreetMap (2019), POI Points of Interest © Open Database License (ODbL)

Regionale Planungen der Modellregionen:

Siehe Kap. 9.2

Bevölkerungsstatistik:

Amt für Statistik Fürstentum Lichtenstein (2021) (FL): eTab_Portal. 02.01.04d Ständige Bevölkerung nach Altersjahr, Geschlecht, Heimat und Wohnort seit 2000. Online. http://etab.llv.li/PXWeb/pxweb/de/eTab/eTab__02%20Bev%C3%B6lkerung%20und%20Wohnen__01%20Bev%C3%B6lkerung%20per%2031%20Dezember/02_01_04_DE.px/?rxid=27409ddb-5026-4204-b95d-0da22b522a3a. zuletzt aufgerufen am 01.02.2021.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2018 b) (A): Abteilung Raumplanung und Baurecht (VIIa) und Landesstelle für Statistik: Strukturdaten Vorarlberg. Bregenz.

Bundesamt für Statistik Schweiz (2021) (CH): STAT-TAB- interaktive Tabellen (BFS). Statistik der Bevölkerung und der Haushalte STATPOP. Ständige und nichtständige Wohnbevölkerung nach institutionellen Gliederungen, Staatsangehörigkeit (Kategorie), Geschlecht und Alter. Datensatz 2019. Online. https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0102010000_101/px-x-0102010000_101/px-x-0102010000_101.px. Zuletzt aufgerufen am 01.02.2021.

GovData (2021) (D): Bevölkerung nach Geschlecht/Nationalität und Altersgruppen - Stichtag 09.05.2011 -regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte. Online. <https://www.govdata.de/web/guest/daten/-/details/bevolkerung-nach-geschlecht-nationalitaetund-altersgruppen-stichtag-09-05-2011-regionale-tiefe-k-1>. Zuletzt aufgerufen am 01.02.2021.

STATISTIK AUSTRIA, Bundesanstalt Statistik Österreich, STATcube (2021) (A): Datenbank Bevölkerung zu Jahresbeginn ab 2002 (einheitlicher Gebietsstand 2020). Online. <https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml>. Zuletzt aufgerufen am 01.02.2021.

Bahnnetz:

Aus ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen

EuroRegionalMap (ERM), V4.0, © Eurogeographics, 2011

OpenStreetMap-Daten, veröffentlicht unter © ODbL, 05/2012

Streckenkarten/Bahn-, Liniennetzpläne, Fahrpläne 2011, © DB, © SBB, © vmo-bil.at

Schwerpunkträume:

Aus ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen

DACH+ Raumentwicklung im Grenzraum Deutschland Österreich Schweiz, Juni 2008, © Interreg IIIA Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein

Energieträger:

Aus ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen

Naturgefahren:

Bayern:

Gefahrenhinweiskarten für die Prozesse tiefreichende Rutschungen, Steinschlag / Blockschlag unter Berücksichtigung der Walddämpfung und Erdfälle / Dolinen. Stand 2020 © LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de

GEORISK-Objekte Stand 2020 © LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de

Lawinenkataster Stand 2020 © LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de

Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete (IÜG) Stand 2020 © LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de

Baden-Württemberg:

Hochwassergefahrenkarten Stand 2020 © LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

IGHK 50 Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte Stand 2012 © LGRB Regierungspräsidium Freiburg - Abteilung 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Schweiz:

Gefahrenkarten der Kantone: geodienste.ch Gefahrenkarten ©

Kanton Aargau, Departement Finanzen und Ressourcen, Informatik Aargau (2020)

Kantonale Verwaltung Appenzell Innerrhoden Vermessungsamt (2019)

Kanton St.Gallen, Amt für Raumentwicklung und Geoinformation (2020)

Kanton Glarus (2019)

Kanton Schaffhausen, Amt für Geoinformation (2020)

Kanton Thurgau, Departement für Inneres und Volkswirtschaft (DIV)
Amt für Geoinformation (2020)

Kanton Zürich Baudirektion Amt für Raumentwicklung Abteilung Geoinformation
(2020)

Gefährdungskarte Oberflächenabfluss © BAFU Bundesamt für Umwelt (2020)

Aquaprotect © BAFU Bundesamt für Umwelt (2014)

Vorarlberg:

Hochwasserrisikozonierung Austria – HORA © Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) und des Versicherungsverbands (VVO)

Gefahrenzonenplan © Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung (GZP)

Erosion:

Baden-Württemberg:

Bodenerosionsgefährdung für das Starkregenrisikomanagement: Abflussbahnen Stand 2015 © LGRB Regierungspräsidium Freiburg - Abteilung 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Bodenerosion in Baden-Württemberg © LGRB Regierungspräsidium Freiburg - Abteilung 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Schweiz:

Erosionsrisikokarten 2019 © Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

Analysen GIS+: Analysen zu Potenzieller Sturzflutgefährdung/ Waldgebiete südexponierte Hanglagen

CEH (2015) Central European Habitat map. Basierend auf CLC 2006 EUNIS 2015

ROK-B (2014): Raumübersichten DACH+. Waldshut-Tiengen

Relief basierend auf SRTM, 90m Digital Elevation Database v4.1, Consortium for Spatial Information (CIGAR-CSI), © CC-by-sa 2.0, Interpolation auf 50m, Relieferstellung und -auswertungen Januar 2012

Basiseinzugsgebiete:

Gewässereinzugsgebiet (AWGN) (2019) © LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

Bundesberichtsgewässernetz-Basiseinzugsgebiete-v14 (2019) © Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT)

Topographische Einzugsgebiete Schweizer Gewässer © BAFU Bundesamt für Umwelt (2020)

Einzugsgebiete in Bayern © LfU Bayerisches Landesamt für Umwelt

9.5 GUTE BEISPIELE UND INNOVATIONEN

Hitze/ Dürre (vgl. Kap.5.4.4)

4.1 Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung Aargau

National Centre for Climate Service (NCCS) (2021): A.10 Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung Aargau. Online. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak/projekphase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel--cluster-umgang-/a-10-hitzeangepasste-siedlungsentwicklung-aargau.html#context-side-bar>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

4.2 Regionale Klimaanalyse Hochrhein-Bodensee

Schwab, A.; Regionalverband Hochrhein-Bodensee (Hrsg.) (2017): Regionale Klimaanalyse Hochrhein-Bodensee.

4.3 Klimafibel: Klimaanalyse (REKLIBO) und Anwendung in der Planung

Zachenbacher, D.; Beuerle, R.; Winkelhausen, H.; Bachmann, J.; Hage, G.; Regionalverband Bodensee-Oberschwaben (Hrsg.) (2010): Klimafibel Ergebnisse der Klimaanalyse für die Region Bodensee-Oberschwaben und ihre Anwendung in der regionalen und kommunalen Planung. Regionalverband Bodensee-Oberschwaben Info Heft No. 11. Ravensburg.

4.4 Regionalplan Mittelhessen/ Südhessen

Regierungspräsidium Gießen (RP): Klimaanpassung Mittel- und Südhessen. <https://landesplanung.hessen.de/sites/landesplanung.hessen.de/files/content-downloads/klamis.pdf>

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (WM) (2020): Städtebauliche Klimafibel Online. Hinweise für die Bauleitplanung. <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=69&p2=6.2>

Regierungspräsidium Gießen (RP Gießen) (2010): Regionalplan Mittelhessen. <https://rp-giessen.hessen.de/planung/regionalplanung/regionalplan-mittelhessen>

Regierungspräsidium Darmstadt (RP Darmstadt) (2010): Regionalplan Südhessen. <https://landesplanung.hessen.de/regionalplaene/regionalplan-suedhessen>

4.5 Regionalplan Südlicher Oberrhein

Parlow, E.; Scherer, D.; Fehrenbach, U.; Regionalverband Südlicher Oberrhein (Hrsg.) (2006): Regionale Klimaanalyse der Region Südlicher Oberrhein (REKLISO) Wissenschaftlicher Abschlussbericht.

4.6 Raumordnerische Festlegung von regional bedeutsamen Strukturen

Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (2020): Regionalplan Leipzig-Westsachsen (Stand März 2020). Online <https://www.buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/rpv-westsachsen/beteiligung/themen/1020409/uebersicht/gegenstand>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

4.7 Raumordnerische Festlegung von Regionalen Grünzügen und Grünzäsuren als multifunktionale Freiraumbereiche in der Region Westsachsen

Regionaler Planungsverband Westsachsen (2008a): Regionalplan Westsachsen 2008. Teil 1- Festlegungen mit Begründung. Online https://www.rpv-westsachsen.de/wp-content/uploads/regionalplan/Teil_1_Festlegungen_mit_Begrueundung.pdf. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Regionaler Planungsverband Westsachsen (2008b): Regionalplan Westsachsen 2008. Ausweisungsgrundlagen Regionaler Grünzüge. Online https://www.rpv-westsachsen.de/wp-content/uploads/regionalplan/Karte_12_Ausweisung_Gruenzuege.pdf. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

4.8 Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein

Hager (2020): Präsentation Monika Schenk 15.09.2020, Workshop Klimawandel und -anpassung im DACH+ Raum.

Hager (2021): Agglo Werdenberg-Liechtenstein: Öffentlicher Raum und hitzeangepasste Siedlungsentwicklung, online. https://www.hager-ag.ch/de/project/tfc524_dhz981_owr584/. zuletzt aufgerufen am 26.01.2021

4.9 Informelles regionales Konzept

Region Köln/Bonn e.V. (2020): Klimawandelvorsorgestrategie der Region Köln/Bonn. Online. <https://www.klimawandelvorsorge.de/home/>. Zuletzt aufgerufen am 12.12.2020

4.10 Festlegung von regional bedeutsamen Schwerpunktbereichen für den Waldumbau in der Region Westsachsen

Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (2020): Regionalplan Leipzig-Westsachsen (Stand März 2020). Online <https://www.buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/rpv-westsachsen/beteiligung/themen/1020409/uebersicht/gegenstand>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

4.11 Bestimmung von Regionen mit Handlungsbedarf bei Trockenheit

Chaix, O.; Wehse, H.; Gander, Y.; Zahner, S.; Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.) (2016): Expertenbericht zum Umgang mit lokaler Wasserknappheit in der Schweiz Bestimmung von Regionen mit Handlungsbedarf bei Trockenheit. Online https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/externe-studien-be-richte/bestimmung_von_regionenmithandlungsbedarfbeitrockenheit.pdf.download.pdf/bestimmung_von_regionenmithandlungsbedarfbeitrockenheit.pdf (zuletzt aufgerufen am 13.01.2021)

4.12 WasserZukunftKlettgau

Sturzenegger, J. (2019): Anpassung an den Klimawandel: Pilotprojekt <<Wasserzukunft Klettgau>>. Online. <https://sh.ch/CMS/Webseite/Kanton-Schaffhausen/Beh-rde/Ver-waltung/Baudepartement/Tiefbau-Schaffhausen/Abteilung-Gew-sser-und-Material-abbau-2258775-DE.html>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021

Kanton Schaffhausen (2020): Wasserzukunft Klettgau.Online. <https://sh.ch/CMS/Webseite/Kanton-Schaffhausen/Beh-rde/Verwaltung/Baudepartement/Tiefbau-Schaffhausen/Abteilung-Gew-sser-und-Materialabbau-2258775-DE.html>. Zuletzt aufgerufen am 12.12.2020

NCCS (2021): B.02 Grundwasser für die Landwirtschaft. Online.<https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak/projektphase2/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel--cluster--umgang-0/b-02-grundwasser-fuer-die-landwirtschaft.html>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

Hochwasser (vgl. Kap. 5.5.4)

5.1 Regionalplan Altmark

Planungsgemeinschaft Altmark (2021): Regionalplanung. Online <https://www.altmark.eu/index.php?id=245>. Zuletzt aufgerufen am 21.01.2021

Regionale Planungsgemeinschaft Altmark (2018): Ergänzung des Regionalen Entwicklungsplan Altmark (REP Altmark) 2005 2. Änderung der Ergänzung des Regionalen Entwicklungsplan Altmark um den sachlichen Teilplan „Wind“. Salzwedel.

Landesregierung Brandenburg (2021a): Flutung Polder Havelberg 2013. Online <https://havelpolder.de/hochwasser/de/havelpolder/portrait-der-havelpolder/>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Landesregierung Brandenburg (2021b): Kartenausschnitt Polder Trübengraben. Online <https://havelpolder.de/hochwasser/de/havelpolder/portrait-der-havelpolder/>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021.

5.2 Blauzone Rheintal - Österreichische Auenstrategie 2020+

Auendialogforum (2016): Flächensicherung für den Hochwasserschutz. Blauzone Rheintal. Auendialogforum: Linz; 1.6.2016. Online https://www.noe-naturschutzbund.at/files/noe_homepage/anlagen/Projekte/Auen/7_schertler-kopf_2016_06_01_Auendialog_Linz-.pdf zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Löschner L., Seher W., Nordbeck R., Kopf M. (2019) Blauzone Rheintal: A Regional Planning Instrument for Future-Oriented Flood Management in a Dynamic Risk Environment. In: Hartmann T., Slavíková L., McCarthy S. (eds) Nature-Based Flood Risk Management on Private Land. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23842-1_15

5.3 Klimaanpassung Regionalplan Westsachsen (KlimaMORO)

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVB (Hrsg.) (2011): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel Ein MORO-Forschungsfeld. MORO-Informationen Nr. 7/3. Online https://www.raum-energie.de/fileadmin/Downloads/Projekte/KlimaMORO/Phase_I/17_KlimaMORO_Phase-1_MORO-Informationen_7-3.pdf. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hrsg.) (2015): Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel Transfer KlimaMORO – Regionen aktiv im Klimawandel unterstützen KlimREG – Klimawandelgerechter Regionalplan Ein MORO-

Forschungsfeld. Online https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/moro-info/13/moroinfo_13_1.pdf;jsessionid=1E40C8D89B92F1F7C80ED4F8878279B0.live11293?__blob=publicationFile&v=1. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Engelhardt, J. (2015): Regenrückhaltebecken Sandersbeek in Göttingen-Geismar (~3000m²) in Funktion. Online https://de.wikipedia.org/wiki/Regenr%C3%BCckhaltebecken#/media/Datei:RRB_Goettingen_Sandersbeek_U.JPG. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

5.4 Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Hochwasser

Region Köln Bonn (Hrsg) (2021b): Klimawandelvorsorgestrategie. Praxishilfe. Online https://www.klimawandelvorsorge.de/fileadmin/kwvs/medien/Downloads/Praxishilfe_und_Karten/KWVS_KoelnBonn_20190930_Praxishilfe.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

5.5 Raumordnerische Festlegungen für Gewässerentwicklungsflächen: Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung

Bernard, Barbara et al. (2020): Der „gute ökologische Zustand“ von Gewässern. Synergien zwischen Wasserrahmenrichtlinie und Naturschutz nutzen. = Naturschutz und Landschaftsplanung (NuLpl) (52) 12/2020, 570–577.

Pixabay (2021): Überflutete Auenlandschaft. Online. <https://pixabay.com/de/photos/wasser-bezirk-aue-fluss-flut-4539490/>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

Weitere (zitierte) Literatur:

Ahlhelm, Inge et al. (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung (Praxishilfe). Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre. Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung. Hrsg: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/fkz_3711_41_103_internet_hauptprodukt_praxishilfe_klimaanpassung_in_der_raumlichen_planung.pdf (10.12.2016).

BMVI [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur] (Hrsg.) (2017): Handbuch zur Ausgestaltung der Hochwasservorsorge in der Raumordnung. MORO Regionalentwicklung und Hochwasserschutz in Flussgebieten. Berlin. = MORO Praxis 10-2017. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVI/MOROPraxis/2017/moro-praxis-10-17-dl.pdf;jsessionid=9E58C2A273B643A5B33A673E067EDD89.live21302?__blob=publicationFile&v=2 (19.12.2017). (Anmerkungen: im Zitat als „BBSR 2017“ angegeben)

BMVI [Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur] (Hrsg.) (2017): KlimREG – Klimawandelgerechter Regionalplan. Berlin. = BMVI-Online-Publikation Nr. 02/2017. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVI/BMVIOnline/2017/bmvi-online-02-17-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (01.05.2017).

Starkregen und Sturm (vgl. Kap. 5.6.4)

6.1 Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/ Osterzgebirge (RPV) (2013a): EU-Projekt LABEL. Ausgangslage. Online https://rpv-elbtalosterz.de/label_ausgangslage. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/ Osterzgebirge (RPV) (2013b): EU-Projekt LABEL. Hochwasserrisiko. Online https://rpv-elbtalosterz.de/label_hochwasserrisiko. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/ Osterzgebirge (RPV) (2021): Regionalplan 2. Gesamtfortschreibung 2020. Online <https://rpv-elbtalosterz.de/regionalplanung/regionalplan-2020>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021.

6.2 Planung von Versickerungsflächen und Regenwasserzisternen Klimawandelanpassungskonzept - Südliches Weinviertel

Klima- und Energiefonds (2021): KLAR! Vorbereitet auf die Klimakrise. KLAR! Südliches Weinviertel. Online <https://klar-anpassungsregionen.at/regionen/klar-suedliches-weinviertel>. Zuletzt aufgerufen am 12.01.2021

Regionalentwicklungsverein Südliches Weinviertel (2013): Homepage. Übersicht. KLAR! Südliches Weinviertel. Online <https://www.weinviertel-sued.at/Uebersicht>. Zuletzt aufgerufen am 21.02.2020.

ARCHmatic; Oebbeke, A. (2011): Neue Pflichten für Grundstücksbesitzer: Regenwasser-Rückhaltung und -Versickerung. Online <https://www.bau-links.de/webplugin/2011/1210.php4>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

6.3 Vorranggebiet Rückhalt von Niederschlagswasser und Verhinderung von Erosion

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hrsg.) (2017): KlimAREG Klimawandelgerechter Regionalplan. Wissenschaftlicher Endbericht. BMVI-Online-Publikation 01/2017

6.4 Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Sturzfluten

Region Köln Bonn (Hrsg) (2019): Klimawandelvorsorgestrategie. Flusseinzugsgebiete mit Sturzflutgefährdung. Online https://www.klimawandelvorsorge.de/fileadmin/kwvs/medien/Downloads/Praxishilfe_und_Karten/KWVS_Koeln-Bonn_20190930_DPhK_6.4_Sturzflutgefaehrung.pdf. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Region Köln Bonn (Hrsg) (2021): Klimawandelvorsorgestrategie. Homepage. Online <https://www.klimawandelvorsorge.de/home/>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

6.5 Beispiel Datengrundlagen - Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

BAFU (Schweizer Bundesamt für Umwelt) (2021): Gefährdungskarte Oberflächenabfluss. Online

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/naturgefahrensituation-und-raumnutzung/gefahregrundlagen/oberflaechenabfluss.html>. Zuletzt aufgerufen am 22.01.2021

BAFU (Schweizer Bundesamt für Umwelt), SVV (Schweizerischen Versicherungsverband) (SVV) und IRV (Interkantonalen Rückversicherungsverband) (2018): Zusammenfassung Gefährdungskarte Oberflächenabfluss

6.6 Beispiel Informationen und Hilfestellungen - Rainman-Toolbox.eu

Infrastruktur und Umwelt (I&U) (2021): Rainman-Toolbox. Online. <https://rainman-toolbox.eu/de/home-de/werkzeuge-methoden/risikominderung/raumplanung/>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021

Massenbewegung (vgl. Kap. 5.7.4)

7.1 Waldatlas Steiermark

Land Steiermark (2019): Forstliche Geodaten in der Steiermark. Online https://austria-in-space.at/en/austria-in-space/6b-EONext_Landesforstdirektion-Stmk_Waldmonitoring-in-den-Alpen.pdf zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Land Steiermark (2021): Waldatlas Steiermark. Homepage. <https://www.agrar.steiermark.at/cms/ziel/124913279/DE>. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

7.2 Risikobasierte Raumplanung, Kanton Freiburg

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) (Hrsg.) (2019): Risikobasierte Raumplanung - Risiken abwägen: Instrumente, Chancen und Erfahrungen aus Sicht von Kantonen, Gemeinden, Raumplanern und Architekten. <https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/strategie-und-planung/risikobasierte-raumplanung.html>. Zuletzt aufgerufen am 15.12.2020.

Bau- und Raumplanungsamt (2018): Kantonaler Richtplan. Teil B. Strategischer Teil. <https://www.are.admin.ch/are/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/strategie-und-planung/risikobasierte-raumplanung.html>. Zuletzt aufgerufen am 15.12.2020.

7.3 Vorbehaltsgebiete für Bodenerhaltung Regionalplan Neckar-Alb

Regionalverband Neckar-Alb (2015): Regionalplan Neckar-Alb 2013. Mössingen.

Regionalverband Neckar-Alb (2015a): Regionalplan Neckar-Alb 2013. Beikarten. Mössingen.

Verschiebung von Lebensräumen (vgl. Kap. 5.8.4)

8.1 Klimaanpassung Mittel- und Südhessen (KLAMIS)

Projektpartner: Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Regierungspräsidium Gießen, Regionalverband Frankfurt Rhein Main, Fachzentrum Klimawandel Hessen (HLNUG)

Hänel, K; Regierungspräsidium Gießen (Hrsg.) (2011): GIS-basierte Analysen zum Biotopverbund Mittelhessen im Modellvorhaben der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel - Klimaanpassung in Mittel- und Südhessen“ (MORO KLAMIS). Online Erstellung eines bundesweit kohärenten Grobkonzeptes von Lebensraumkorridoren (uni-kassel.de). zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Land Hessen (2021): Landesplanungsportal. KLAMIS – Das Projekt. Klimaanpassung Mittel/ Südhessen. Homepage. <https://landesplanung.hessen.de/informationen/anpassung-an-den-klimawandel/klamis-das-projekt>. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

8.2 Pilotprojekt Erhaltung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet von Moorbiotopen

National Centre for Climate Services (NCCS) (2021): Pilotprojekt zur Anpassung an den Klimawandel «Erhaltung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet von Moorbiotopen». Homepage. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/massnahmen/pak/pilotprogramm-anpassung-an-den-klimawandel2/pilotprogramm-anpassung-an-den-klimawandel/pilotprojekte-zur-anpassung-an-den-klimawandel--cluster--managem/pilotprojekt-zur-anpassung-an-den-klimawandel--erhaltung-der-was.html>. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

8.3 Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Arten- und Biotopschutz in der Region Leipzig-Westsachsen

Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (2020): Regionalplan Leipzig-Westsachsen (Stand März 2020). Online <https://www.buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/rpv-westsachsen/beteiligung/themen/1020409/uebersicht/gegenstand>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (2020a): Regionalplan Leipzig-Westsachsen (Stand März 2020). Karte 8 – Biotopverbund. Online <https://www.buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/rpv-westsachsen/beteiligung/themen/1020409/1030643>. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

8.4 Lebensräume für klimasensible Arten im Regionalplan Ruhr

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2018a): Regionalplan Ruhr. Teil B: Textliche Festlegungen des Regionalplans Ruhr. Entwurf, Stand April 2018. Essen. https://www.metropoleruhr.de/fileadmin/user_upload/metropoleruhr.de/01_PDFs/Regionalverband/Regionalplanung/Download_PDFs/RPRuhr_Erarbeitung/20180827_Textliche_Festlegungen_TeilB_Regionalplan_Ruhr.pdf zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2018b): Regionalplan Ruhr. Umweltbericht zur Neuaufstellung des Regionalplans Ruhr. Stand April 2018. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Regionalplan_Ruhr/02_Begrueundung_und_Umweltbericht/20180827_Umweltbericht_zum_Regionalplan_Ruhr.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2018c): Regionalplan Ruhr. Erläuterungskarte 18. Klimaanpassung/ Klimatische Ausgleichsräume. Stand April 2018. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung/02_Klimatische_Ausgleichsräume/20180827_Klimatische_Ausgleichsräume.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

planung_Entwicklung/Regionalplan_Ruhr/02_Begrueundung_und_Umweltbericht/20180827_Umweltbericht_zum_Regionalplan_Ruhr.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

8.5 Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Spätfrostgefährdung

Region Köln Bonn (Hrsg) (2021): Klimawandelvorsorgestrategie. Homepage. Online <https://www.klimawandelvorsorge.de/home/>. Zuletzt aufgerufen am 13.01.2021

Region Köln Bonn (Hrsg) (2021a): Klimawandelvorsorgestrategie. Planungshinweiskarte Spätfrostgefährdung im Obstbau. Online https://www.klimawandelvorsorge.de/fileadmin/kwvs/medien/Downloads/Praxishilfe_und_Karten/KWVS_Koeln-Bonn_20190930_DPhK_6.9_Spaetfrostgefaehrdung_Obstbau.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

Multifunktionalität

9.1 Regionalplan Ruhr

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2013): Fachbeitrag zum Regionalplan der Metropole Ruhr „Klimaanpassung“. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Umwelt_Oekologie/Klima/Dokumente/Text_Fachbeitrag_zum_Regionalplan.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2015): Fachliche Grundlage „Regionale Grünzüge“ zum Regionalplan Ruhr. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Regionalplan_Ruhr/04_Fachbeitraege/Fachbeitrag_Regionale_Gruenzuege_kompakt.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2018a): Regionalplan Ruhr. Teil B: Textliche Festlegungen des Regionalplans Ruhr. Entwurf, Stand April 2018. Essen. https://www.metropolerruhr.de/fileadmin/user_upload/metropolerruhr.de/01_PDFs/Regionalverband/Regionalplanung/Download_PDFs/RPRuhr_Erarbeitung/20180827_Textliche_Festlegungen_TeilB_Regionalplan_Ruhr.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Regionalverband Ruhr (Hrsg.) (2018b): Regionalplan Ruhr. Umweltbericht zur Neuaufstellung des Regionalplans Ruhr. Stand April 2018. Essen. https://www.rvr.ruhr/fileadmin/user_upload/01_RVR_Home/02_Themen/Regionalplanung_Entwicklung/Regionalplan_Ruhr/02_Begrueundung_und_Umweltbericht/20180827_Umweltbericht_zum_Regionalplan_Ruhr.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

9.2 Städtebauförderung Bundesrepublik Deutschland

Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) (2020): Städtebauförderung 2020 Informationen zu den Förderprogrammen. https://www.staedtebaufoerderung.info/StBauF/SharedDocs/Publikationen/StBauF/Broschuere_Information_StBF_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

9.3 Bayrische Klimaanpassungsstrategie

Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StmUV)(Hrsg.) (2017): Bayerische Klima-Anpassungsstrategie. Ausgabe 2016. Online. [https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000002?SID=222385757&ACTIONxSESSx-SHOWPIC\(BILDxKEY:%27stmuv_klima_009%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000002?SID=222385757&ACTIONxSESSx-SHOWPIC(BILDxKEY:%27stmuv_klima_009%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27)). Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

9.4 Regionales Gründachkataster

Bundesverband GebäudeGrün e.V. (2021): Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung. Homepage. <https://www.gebaeudegruen.info/gruen/dachbegruenung/wirkungen-vorteile-fakten/wirkungen-vorteile>. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021.

Regionalverband Ruhr (2021): Regionales Gründachkataster. Online. <https://www.rvr.ruhr/themen/oekologie-umwelt/startseite-klima/gruendachkataster/>. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

Planungsprozesse und Strategien

10.1 Aufbau regionaler Netzwerke zum Thema Klimawandel

Jacoby, C. (2013): Das Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) „Klima NEU“ im Landkreis Neumarkt in der Oberpfalz – Strategien der Regionalentwicklung zum Klimawandel. Arbeitsberichte der ARL: Aufsätze. In: Kufeld, W. (Hrsg.) Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung. Heft 7, Seiten 183-206, ARL – Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft.

10.2 Klimawandelvorsorgestrategie - Regionalentwicklung Köln/ Bonn

Region Köln Bonn (Hrsg) (2021b): Klimawandelvorsorgestrategie. Praxishilfe. Online https://www.klimawandelvorsorge.de/fileadmin/kwvs/medien/Downloads/Praxishilfe_und_Karten/KWVS_KoelnBonn_20190930_Praxishilfe.pdf. Zuletzt aufgerufen am 18.01.2021

Netzwerke

11.1 KomPass

Umweltbundesamt (UBA) (2021a): Kompetenzzentrum KomPass. Online. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/kompetenzzentrum-kompass-0>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

Umweltbundesamt (UBA) (2021b): Deutsche Anpassungsstrategie. Online. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-bundesebene/deutsche-anpassungsstrategie#die-deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

11.2 NCCS

National Centre for Climate Service (NCCS) (2021a): Homepage. Online. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home.html>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

National Centre for Climate Service (NCCS) (2021b): Themenschwerpunkte und weitere fachliche Aktivitäten. Online. <https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/das-nccs/themenschwerpunkte.html>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

11.3 KLAR!

Klima- und Energiefonds (2021): KLAR! Vorbereitet auf die Klimakrise. Online. <https://klar-anpassungsregionen.at/klar-programm/>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

Klima- und Energiefonds (2018). Leitfaden KLAR! Ausschreibung 2018 Klimawandel-Anpassungsmodellregionen. Ausschreibung 2018. Ein Programm des Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung. Wien.

Open Data Österreich (2020): KLAR! Vorbereitet auf die Klimakrise. Aktuelle Übersichtskarte der Regionen. Online. https://klar-anpassungsregionen.at/fileadmin/user_upload/Downloads/KLARs_AT2020.png. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

11.4 BAFU Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel»

Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2019): Anpassung an den Klimawandel - Pilotprogramm Phase II. Bern.

Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2021): Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel. Online. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/anpassung-klimawandel/pilotprogramm.html>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021.

11.5 Initiative KlimaKonkret

Initiative KlimaKonkret (2021): Online. <https://www.klimakonkret.at>. Zuletzt aufgerufen am 26.01.2021

Abbildungsverzeichnis Beispiele Kap. 5

Abbildungsnummer	Abbildungstitel	Quelle
Hitze und Dürren		
4.1	Projektgebiet Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung Aargau	NCCS 2021
4.2	Ausschnitt Klimaanalysekarte Hochrhein-Bodensee	Schwab 2017
4.3.1	Ausschnitt der Klimaanalysekarte für den Raum Gehrenberg-Friedrichshafen	Schwab et al. 2010
4.4	Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen im Regionalplan Mittelhessen (violette Schraffur)	WM (2020)
4.5	Ausschnitt Wärmebelastung der Region Südlicher Oberrhein	Parlow et al. 2006
4.6	Ausschnitt aus Legende zur Karte „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen, Regionalplan Westsachsen (Entwurf März 2020)	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen 2020

4.7	Ausschnitt Ausweisungsgrundlagen Regionale Grünzüge, Regionalplan Westsachsen 2008	Regionaler Planungsverband Westsachsen (2008b)
4.8	Ausschnitt Legende Entwurf Massnahmenkarte Siedlungsränder	Hager (2020)
4.9	Ausschnitt Planungshinweiskarte, Trockenstressrisiko Wälder in der Region Köln/Bonn	Region Köln/Bonn e.V. (2020)
4.10	Vulnerabilität gegenüber Waldbrand in der Region Westsachsen	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen 2020
4.11	Schematisches Beispiel der Wasserknappheitshinweiskarte eines Kantons	Chaix et al. 2021
4.12	Gemüseanbau im Klettgau	Kt. Schaffhausen (2020)
Hochwasser		
5.1	Regionalplan Altmark 2005, Entwurf Ergänzung 2019, Ausschnitt Legende	Regionale Planungsgemeinschaft Altmark (2019)
5.2	Übersichtskarte Blauzone Rheintal	Löschner et al. (2019)
5.3	Ausschnitt Karte Bereiche der Landschaft mit bes. Nutzungsanforderungen Regionalplan Westsachsen	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen (2008)
5.4	Potenzielle Betroffenheit von Wohnsiedlungen durch Flusshochwasser, Region Köln/Bonn	Region Köln Bonn (2021b)
5.5	Überflutete Auenlandschaft	Pixabay (2021)
Starkregen und Sturm		
6.1	Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge 2020, Ausschnitt Karte 4 vorbeugender Hochwasserschutz	RPV (2021)
6.2	Landschaft des südlichen Weinviertels	Klima- und Energiefonds (2021)
6.3	Innovation Rückhalt von Niederschlagswasser und Erosionsvermeidung durch Aufforstung in KlimREG	BMVI (2017)
6.4	Ausschnitt Planungshinweiskarte Sturzflutenrisiko Flusseinzugsgebiete, Region Köln/Bonn	Region Köln Bonn (Hrsg) (2019):
6.5	Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Ausschnitt Trasdungen	geodiens-te.ch, Kt.Schaffhausen, OpenStreetMap, Landes-karte@swisstopo 2020
6.6	Illustration Rainman-Toolbox Anpassung der Raumplanung	I&U (2021)
Massenbewegungen		
7.1	Waldatlas Steiermark	Land Steiermark (2019)
7.2	Schema der Risikobasierten Raumplanung	BAFU, ARE (2019)

7.3	Ausschnitt Beikarte 1 zu Kapitel 3.2.2 des Regionalplans Neckar-Alb 2013 (Erosions- und rutschungsgefährdete Gebiete in der Region Neckar-Alb)	Regionalverband Neckar-Alb (2015a)
Verschiebung von Lebensräumen		
8.1	Grünland Mittelhessen	Hänel, K; RP Gießen (2011):
8.2	Moorbiotop	NCCS (2021)
8.3	Großräumig übergreifender Biotopverbund	Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen (2020a)
8.4	Abb. Legende Klimatische Ausgleichsräume	Regionalverband Ruhr (2018c)
8.5	Ausschnitt Planungshinweiskarte Spätfrostgefährdung Obstbau, Region Köln/Bonn	Region Köln Bonn (2021a)
Multifunktionalität		
9.1	Titelblatt der Broschüre Fachliche Grundlage „Regionale Grünzüge	Regionalplan Ruhr (2015)
9.2	Broschüre zur Städtebauförderung 2020	BMI (2020)
9.3	Titelbild der Bayrischen Klima-Anpassungsstrategie 2016	StmUV (2017)
9.4	Regionales Gründachkataster	Regionalverband Ruhr (2021)
Planungsprozesse und -strategien		
10.1	Modellregionen KLIMA MORO	KlimaMoro (2013)
10.2	Methodischer Ansatz für die Klimawirkungsanalyse	Region Köln Bonn (2021b)
Netzwerke		
11.1	Logo des Kompetenzzentrums KomPass	UBA (2021a)
11.2	Themenschwerpunkte des NCCS	NCCS (2021b)
11.3	Übersichtskarte der KLAR! Regionen	Open Data Österreich (2020)
11.4	Projektverordnung innerhalb der zweiten Programmphase Regionales Gründachkataster	BAFU (2019)
11.5	Ausschnitt KlimaKonkret Plan	Initiative KlimaKonkret (2021)

ANHANG I

ZUSÄTZLICHE INFORMATIONEN ZU DEN PRAXISBEISPIELEN

In den Kapiteln 5.4.4, 5.5.4, 5.6.4, 5.7.4, 5.8.4, 5.9.4, 5.10.4 und 5.11.4 wurden gute Beispiele und Innovationen aufgezeigt. Dieser Anhang beinhaltet zusätzliche Informationen zu Ansprechpartnern und Region.

Weitere Informationen zu den Praxisbeispielen

Hitze und Dürren (vgl. Kap. 5.4.4)			
Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
4.1	Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung Aargau	Aargau, Schweiz	Norbert Kräuchi Abteilungsleiter ALG norbert.kraeuchi@ag.ch Tel. +41 62 835 34 61
4.2	Regionale Klimaanalyse Hochrhein-Bodensee	Hochrhein-Bodensee, Deutschland	Regionalverband Hochrhein-Bodensee www.hochrhein-bodensee.de
4.3	Klimafibel: Klimaanalyse (REKLIBO) und Anwendung in der Planung	Bodensee-Oberschwaben, Deutschland	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben www.rvbo.de
4.4	Regionalplan Mittelhessen und Regionalplan Südhessen	Mittelhessen/Südhessen, Deutschland	Regierungspräsidium Darmstadt Herr Frucht stephan.frucht@rpda.hessen.de
4.5	Regionalplan Südlicher Oberrhein	Südlicher Oberrhein, Deutschland	Regionalverband Südlicher Oberrhein www.rvso.de
4.6	Raumordnerische Festlegung von regional bedeutsamen Strukturen	Westsachsen, Deutschland	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen Bautzner Str. 67, 04347 Leipzig Tel.: 0341 33 74 16 10 Email: wichert@rpv-westsachsen.de
4.7	Raumordnerische Festlegung von Regionalen Grünzügen und Grünzäsuren als multifunktionale Freiraumbereiche	Westsachsen, Deutschland	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen Bautzner Str. 67, 04347 Leipzig Tel.: 0341 33 74 16 10 Email: wichert@rpv-westsachsen.de
4.8	Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein	Werdenberg-Liechtenstein, Schweiz, Liechtenstein	Verein Agglomeration Werdenberg-Liechtenstein Bahnhofplatz 3, Postfach 724 CH-9471 Buchs Telefon 058 228 23 05, Fax 058 228 23 09 E-Mail: info@agglomeration-werdenberg-liechtenstein.ch
4.9	Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Hitze und Trockenheit	Köln/ Bonn, Deutschland	Region Köln Bonn Joris Allofs Tel.: +49 221 925477-64 allofs@region-koeln-bonn.de
4.10	Festlegung von regional bedeutsamen Schwerpunktbereichen für den Waldumbau in der Region Westsachsen	Leipzig-Westsachsen, Deutschland	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen Bautzner Str. 67, 04347 Leipzig Tel.: 0341 33 74 16 10 Email: wichert@rpv-westsachsen.de
4.11	Wasserknappheitshinweiskarten – Bestimmung von Regionen	Schweiz	Bundesamt für Umwelt (BAFU) Abteilung Wasser

	mit Handlungsbedarf bei Trockenheit		Papiermühlestrasse 172 CH-3003 Bern
4.12	WasserZukunftKlettgau	Kanton Schaffhausen, Schweiz	Jürg Schulthess <i>Leiter Abt. Gewässer & Materialabbau Tiefbau Schaffhausen</i> Kanton Schaffhausen juerg.schulthess@ktsh.ch Tel. +41 52 632 73 22

Hochwasser (vgl. Kap. 5.5.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
5.1	Regionalplan Altmark	Altmark, Deutschland	Regionale Planungsgemeinschaft Altmark https://www.altmark.eu/
5.2	Österreichische Auenstrategie 2020+	Blauzone Rheintal, Österreich	Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abt. VIIa - Raumplanung und Baurecht A-6900 Bregenz, Landhaus, Römerstraße 15 E-Mail: raumplanung@vorarlberg.at
5.3	Klimaanpassung Regionalplan Westsachsen (KlimaMORO)	Westsachsen, Deutschland	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen wichert@rpv-westsachsen.de
5.4	Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Hochwasser	Köln/ Bonn, Deutschland	Region Köln Bonn Joris Allofs Tel.: +49 221 925477-64 allofs@region-koeln-bonn.de
5.5	Raumordnerische Festlegungen für Gewässerentwicklungsflächen: Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete der naturnahen Gewässerentwicklung	Deutschland	Bernard, Barbara et al. (2020):

Starkregen und Sturm (vgl. Kap. 5.6.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
6.1	Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge	Oberes Elbtal/ Osterzgebirge, Deutschland	Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge www.rpv-elbtalosterz.de
6.2	Klimawandelanpassungskonzept - Südliches Weinviertel (KLAR! Region)	Südliches Weinviertel, Österreich	Regionalentwicklungsverein Südliches Weinviertel www.weinviertel-sued.at
6.3	Vorranggebiet Rückhalt von Niederschlagswasser und Verhinderung von Erosion	Deutschland	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) Dr. Fabian Dosch Referat I 6 - Stadt-, Umwelt- und Raumbeobachtung Tel.: +49 228 99401-2160 fabian.dosch@bbr.bund.de

6.4	Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Sturzfluten	Köln/ Bonn, Deutschland	Region Köln Bonn Joris Allofs Tel.: +49 221 925477-64 allofs@region-koeln-bonn.de
6.5	Gefährdungskarte Oberflächenabfluss	Schweiz	BAFU

Massenbewegungen (vgl. Kap. 5.7.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
7.1	Waldatlas Steiermark	Steiermark, Österreich	Landesforstdirektor Michael Luidold, Tel.: 0676 / 8666-4531
7.2	Richtplan Kanton Freiburg	Kanton Freiburg, Schweiz	Fiore Suter, Sekretär Kantonale Naturgefahrenkommission, Bau- und Raumplanungsamt fiore.suter@fr.ch
7.3	Regionalplan Neckar-Alb	Neckar-Alb, Deutschland	Regionalverband Neckar-Alb Tel.: 07473/ 9509-0 info@rvna.de

Verschiebung von Lebensräumen (vgl. Kap. 5.8.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
8.1	Klimaanpassung Mittel- und Südhessen (KLAMIS)	Mittel- und Südhessen, Deutschland	Regierungspräsidium Gießen Regionalplanung, Dezernat 31 Simone Philippi; Tel: 0641 / 3032418; Simone.philippi@rpgi.hessen.de
8.2	Pilotprojekt Erhaltung der Wasserressourcen im Einzugsgebiet von Moorbiotopen	Schweiz	Lin'eco Grande rue 30, Case Postale 80, CH - 2732 Reconvilier Clos-Girard 110, 2854 Bassecourt Tel. +41 32 481 29 55, info@lineco.ch
8.3	Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten Arten- und Biotopschutz	Westsachsen, Deutschland	Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen wichert@rpv-west Sachsen.de
8.4	Lebensräume für klimasensible Arten im Regionalplan	Ruhr, Deutschland	Regionalverband Ruhr Referat 15, Regionalplanungsbehörde regionalplanung@rvr.ruhr
8.5	Klimawandelvorsorgestrategie – Planungshinweiskarten Spätfrostgefährdung	Köln/ Bonn, Deutschland	Region Köln Bonn Joris Allofs Tel.: +49 221 925477-64 allofs@region-koeln-bonn.de

Multifunktionalität (vgl. Kap. 5.9.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
9.1	Regionalplan Ruhr	Ruhr, Deutschland	Regionalverband Ruhr Referat 15, Regionalplanungsbehörde regionalplanung@rvr.ruhr

9.2	Städtebauförderung Bundesrepublik Deutschland	Bundesrepublik Deutschland	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) Dr. Hagen Eyink hagen.eyink@bmi.bund.de
9.3	Bayrische Klimaanpassungsstrategie	Bayern, Deutschland	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (STUMV)
9.4	Regionales Gründachkataster	Ruhr, Deutschland	Regionalverband Ruhr Thorsten Stock Referat Klima und Umweltschutz Team Klimaanpassung Tel. +49 201 2069-409 stock@rvr.ruhr

Planungsprozesse und Strategien (vgl. Kap. 5.10.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
10.1	Aufbau regionaler Netzwerke zum Thema Klimawandel	Neumarkt in der Oberpfalz, Deutschland	Landratsamt Neumarkt in der Oberpfalz, egelseer.walter@landkreis- neumarkt.de
10.2	Klimawandelvorsorgestrategie - Regionalentwicklung Köln/ Bonn	Köln/ Bonn, Deutschland	Region Köln Bonn Joris Allofs Tel.: +49 221 925477-64 allofs@region-koeln-bonn.de

Netzwerke (vgl. Kap. 5.11.4)

Bsp. Nr	Projektname	Region, Land	Kontakt/ AnsprechpartnerIn
11.1	KLAR!	Österreich	Klima- und Energiefonds Mag. Gernot Wörther Gumpendorfer Straße 5/22, 1060 Wien Telefon: 01/585 03 90-24 EMail: gernot.woerther@klimafond s.gv.at
11.2	Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel»	Schweiz	Bundesamt für Umwelt BAFU Klimaberichterstattung und - anpassung Papiermühlestr. 172 3063 Ittigen climate- adaptation@bafu.admin.ch
11.3	KomPass	Deutschland	KomPass - Klimafolgen und Anpassung kompass@uba.de Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Deutschland
11.4	National Centre for Climate Services NCCS	Schweiz	Geschäftsstelle National Centre for Climate Services NCCS Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz Operation Center 1

Postfach 257
CH-8058 Zürich-Flughafen
Geschäftsleitung:
Angela Michiko Hama

ANHANG II

AUSFÜHRLICHE KLIMASIMULATIONEN DES DACH+ RAUMS

Autoren:

Hendrik Feldmann (Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Department Troposphärenforschung - IMK-TRO)

Dr. Hans Schipper (Süddeutsches Klimabüro am KIT)

Die Analysen wurden am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) von Hendrik Feldmann (Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Department Troposphärenforschung - IMK-TRO) und Dr. Hans Schipper (Süddeutsches Klimabüro am KIT) durchgeführt.

Die Steckbriefe der einzelnen Parameter sind immer nach dem gleichen Muster aufgebaut. Obwohl die Steckbriefe immer nur das DACH+-Gebiet zeigen, sind in den Dateien für jede Karte die Daten vorhanden, so wie das in der Beispieldatei der Fall war.

Beobachtungen

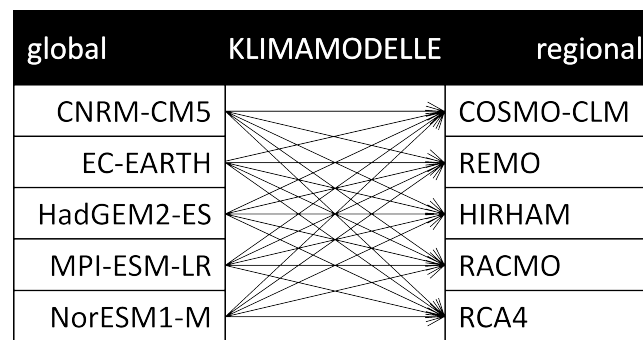
Zeitraum: 1971-2000

Datenquelle: E-OBS (Haylock et al., 2008), ursprüngliche Auflösung 0,1°, interpoliert auf dem Modellgitter mit einem Gitterpunktabstand von 0,11° (entspricht in unseren Breiten ca. 12 km). Da die Beobachtungen das Ergebnis eines Ensembles an Datensätzen sind (Cornes, 2018), beinhalten die Dateinamen der Beobachtungen den Begriff „..._ens_mean_...“.

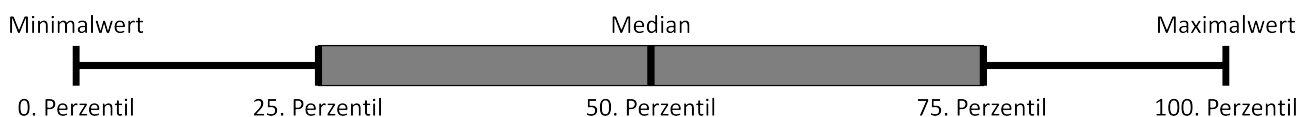
Modellsimulationen

Zeitraum: Änderungssignal 2021-2050 zu 1971-2000

Datenquelle: EURO-CORDEX (z.B. Jacob et al., 2014), fünf regionale Klimamodelle, fünf Globalmodelle, ergibt 25 Simulationen, Auflösung 0,11°, RCP 8.5 Szenario



Es werden jeweils Karten mit den Minimal- und Maximalwerten sowie mit dem 25., 50. (Median) und 75. Perzentil gezeigt. Zwischen dem 25. und 75. Perzentil liegt jeweils die Hälfte der Daten.



Die Werten in den Karten wurden gitterpunktbasierend ermittelt. Das heißt, diese Karten zeigen nicht die Simulationsergebnisse eines einzelnen Modells, sondern immer den jeweiligen Minimal-, Maximalwert usw. an den einzelnen Gitterpunkten (basierend auf den 25 Werten aus dem Ensemble).

Die horizontale Linie in der Mitte soll einen Eindruck vermitteln, wie die Extreme, Median usw. im Verhältnis zu einander stehen.

Kenngrößen

	Name in Dateiname	Name in Datei	Einheit Absolut	Einheit Differenzen
Jahresdurchschnittstemperatur	..._tas_clim_...	tas	K	K
Heiße Tage	..._ECA_SU30_...	summer_days_index_per_time_period	Tage	Tage
Frosttage	..._ECA_FD_...	frost_days_index_per_time_period	Tage	Tage
Winterniederschläge	..._pr_clim-DJF_...	pr	mm	%
Sommerniederschläge	..._pr_clim-JJA_...	pr	mm	%
Starkniederschläge	..._pr_P99_...	pr	mm	%

Um die absoluten systematischen Abweichungen der Modelle auszugleichen, wurde auf der Grundlage der Beobachtungen für die „heißen Tage“ und „Frosttage“ eine einfache Biaskorrektur angewendet. Diese Korrektur wurde sowohl für die vergangenen (1971–2000) als auch für Zukunftssimulationen (2021–2050) angewendet, damit die Änderungssignale so korrekt wie möglich ausgerechnet werden konnten. Die Biaskorrektur bei den „heißen Tagen“ und „Frosttagen“ war notwendig, weil diese Parameter Schwellwert-basierte Indices für Extreme sind. Sie reagieren daher stark auf Abweichungen in der Temperaturverteilung. Um in den Simulationen ein den Beobachtungen vergleichbaren Wert der Indices zu erhalten, musste daher sichergestellt werden, dass die Verteilungen der Modelldaten im Bereich der Extreme möglichst ähnlich zu den Beobachtungen sind.

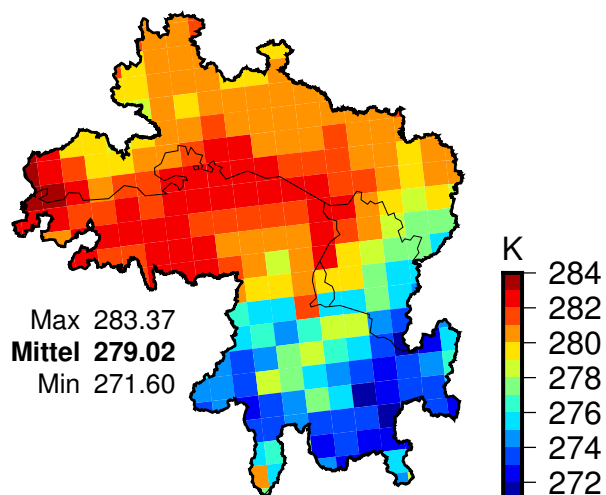
Für die „Extremniederschläge“ wurde das 99. Perzentil verwendet. Da die Daten auf täglichen Werten basieren, bedeutet dies ein Niederschlagsereignis, das alle 100 Tage (also ca. 3 Mal im Jahr) vorkommt. Ein selteneres Ereignis wäre rechnerisch zwar auch möglich (z.B. das 99,5. oder 99,9. Perzentil), allerdings reduziert sich damit die Anzahl an Ereignissen, was über die Periode von 30 Jahren die Signifikanz des Änderungssignals schwächen würde.

Literatur

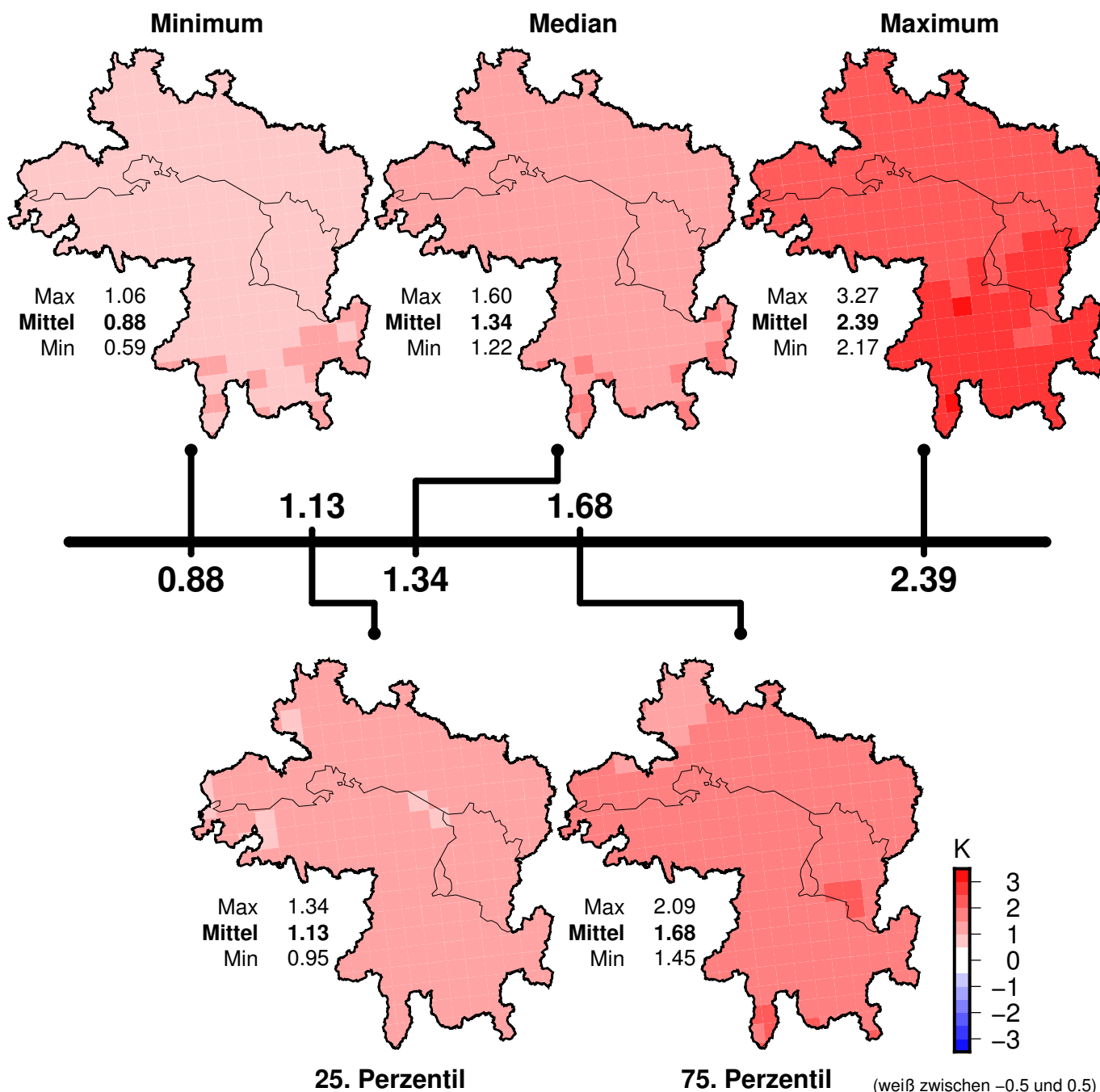
- Cornes, R., G. van der Schrier, E.J.M. van den Besselaar, and P.D. Jones. 2018: An Ensemble Version of the E-OBS Temperature and Precipitation Datasets, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 123. DOI: 10.1029/2017JD028200
- Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klock, E.J., Jones P.D., New, M., 2008: A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006. – *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 113. DOI: 10.1029/2008JD010201
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B. et al., 2014: EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change* 14, 563–578 (2014). DOI: 10.1007/s10113-013-0499-2

Jahresdurchschnittstemperatur

—Beobachtungen (1971–2000)—

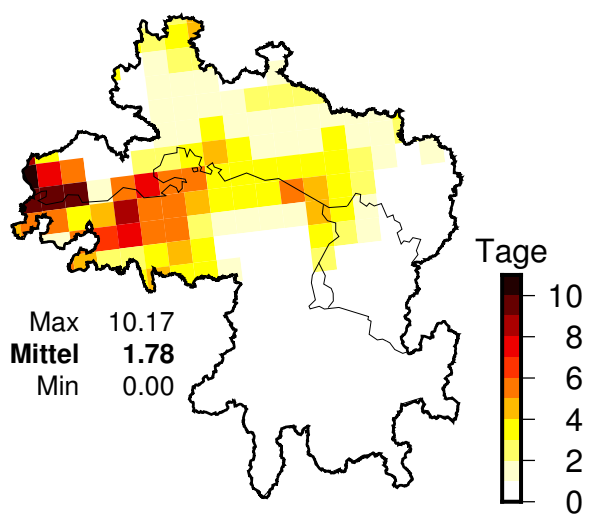


—Modellsimulationen (Änderungssignal 2021–2050 zu 1971–2000)—

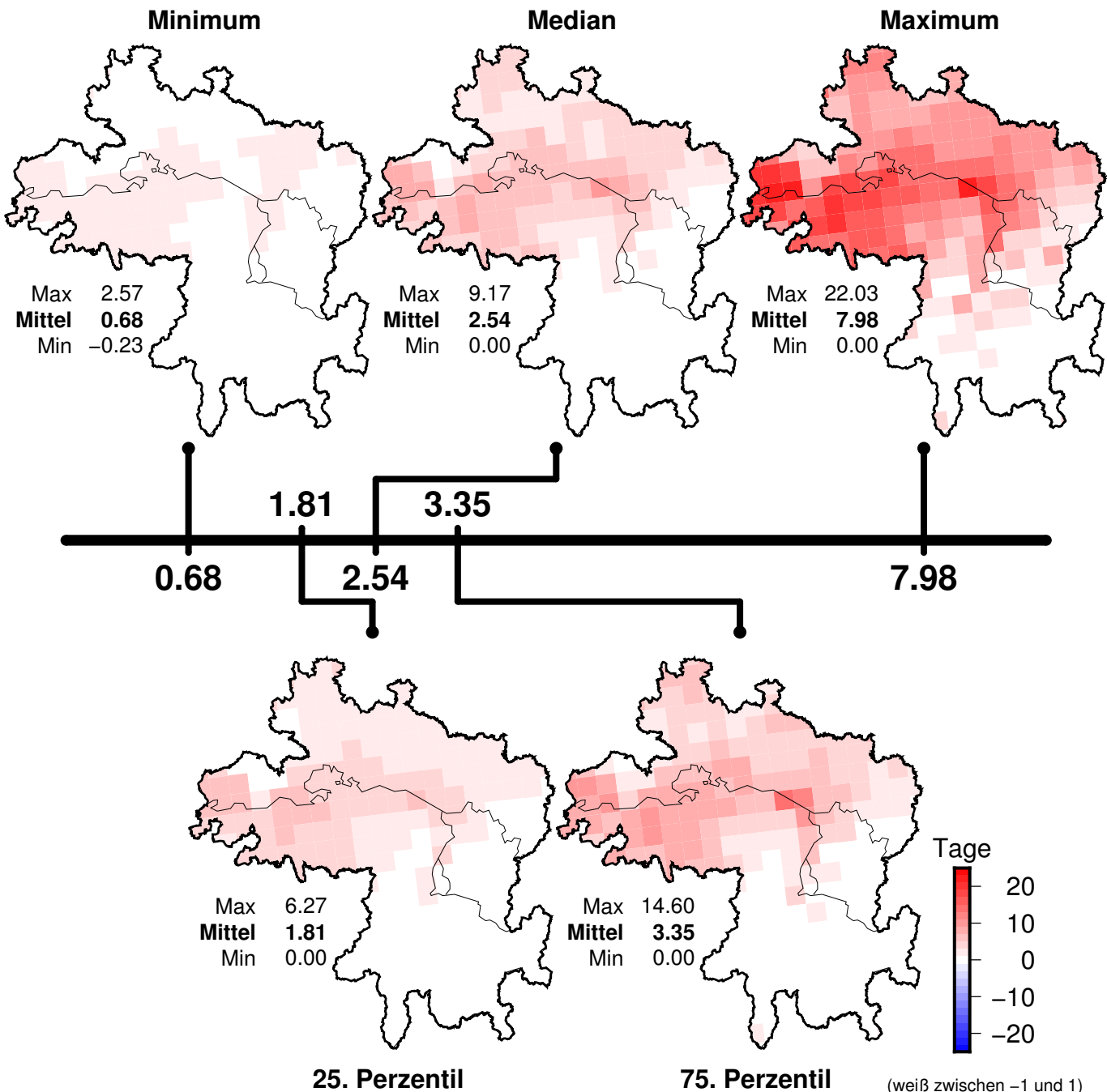


Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$)

—Beobachtungen (1971–2000)

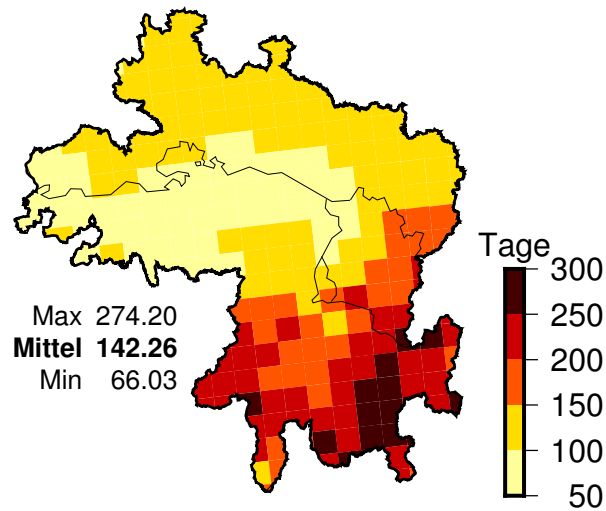


—Modellsimulationen (Änderungssignal 2021–2050 zu 1971–2000)

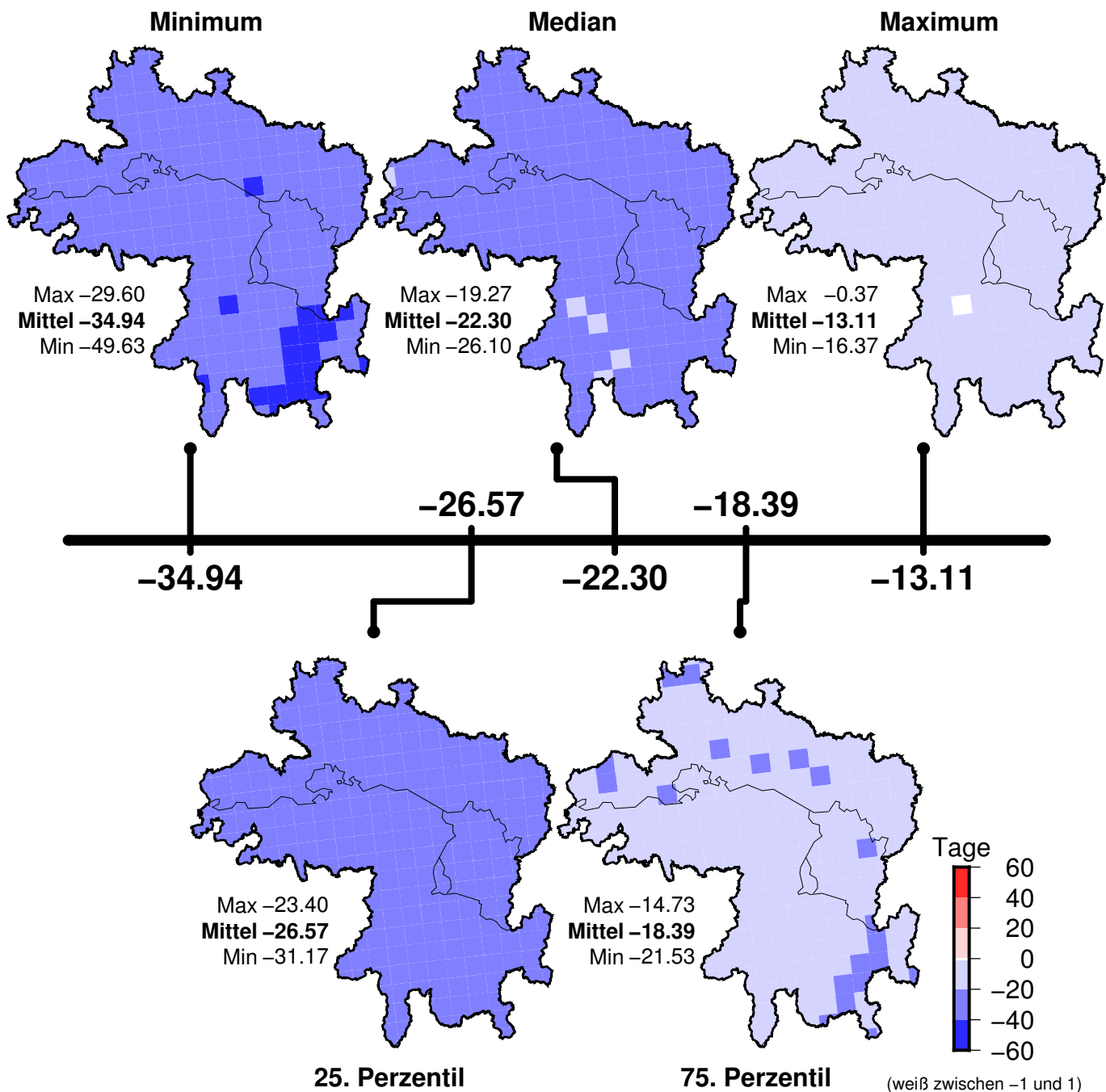


Frosttage ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)

—Beobachtungen (1971–2000)—

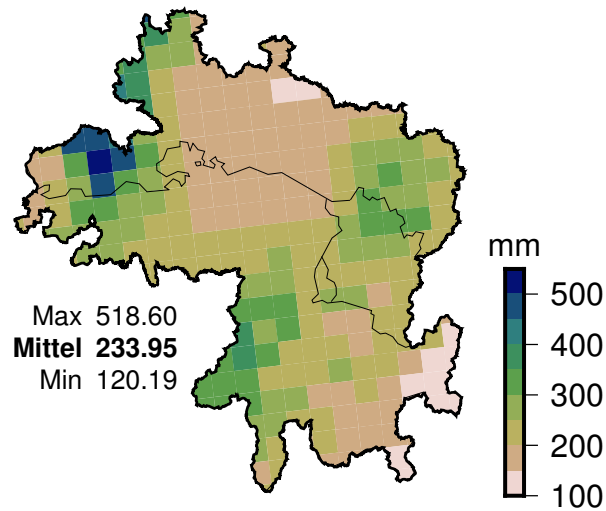


—Modellsimulationen (Änderungssignal 2021–2050 zu 1971–2000)—

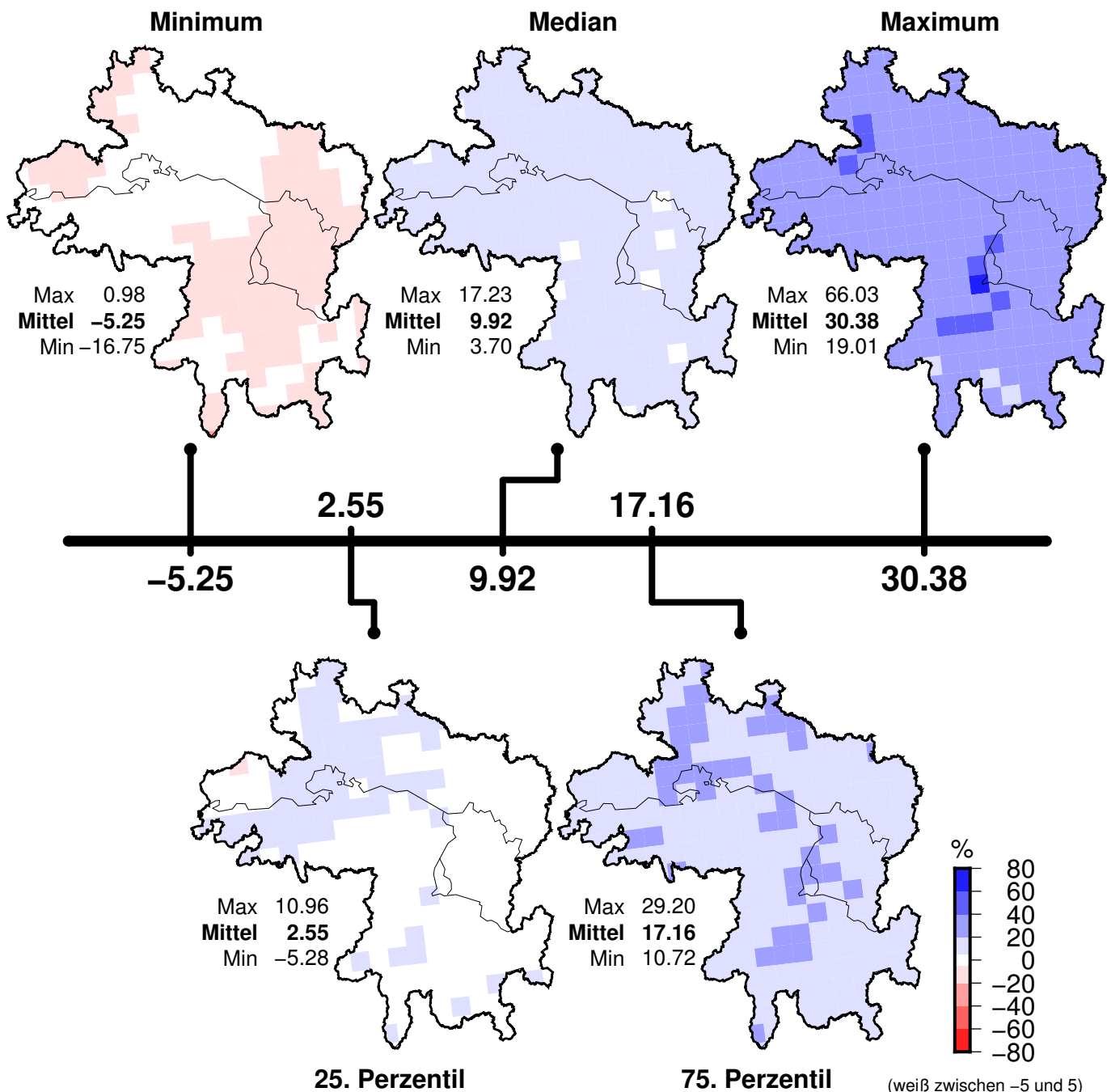


Winterniederschläge (DJF)

— Beobachtungen (1971–2000) —

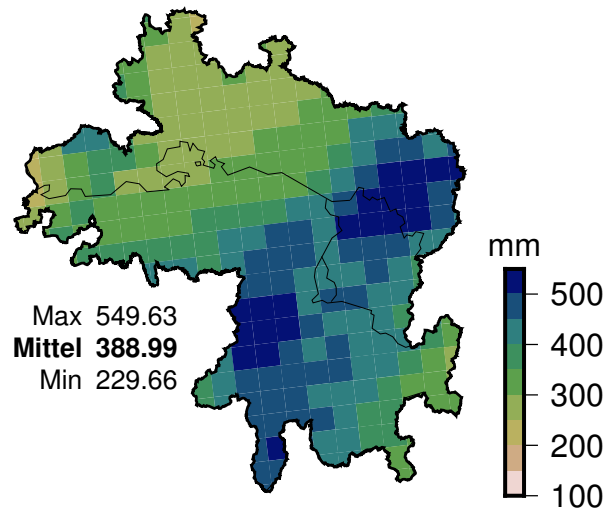


— Modellsimulationen (Änderungssignal 2021–2050 zu 1971–2000) —

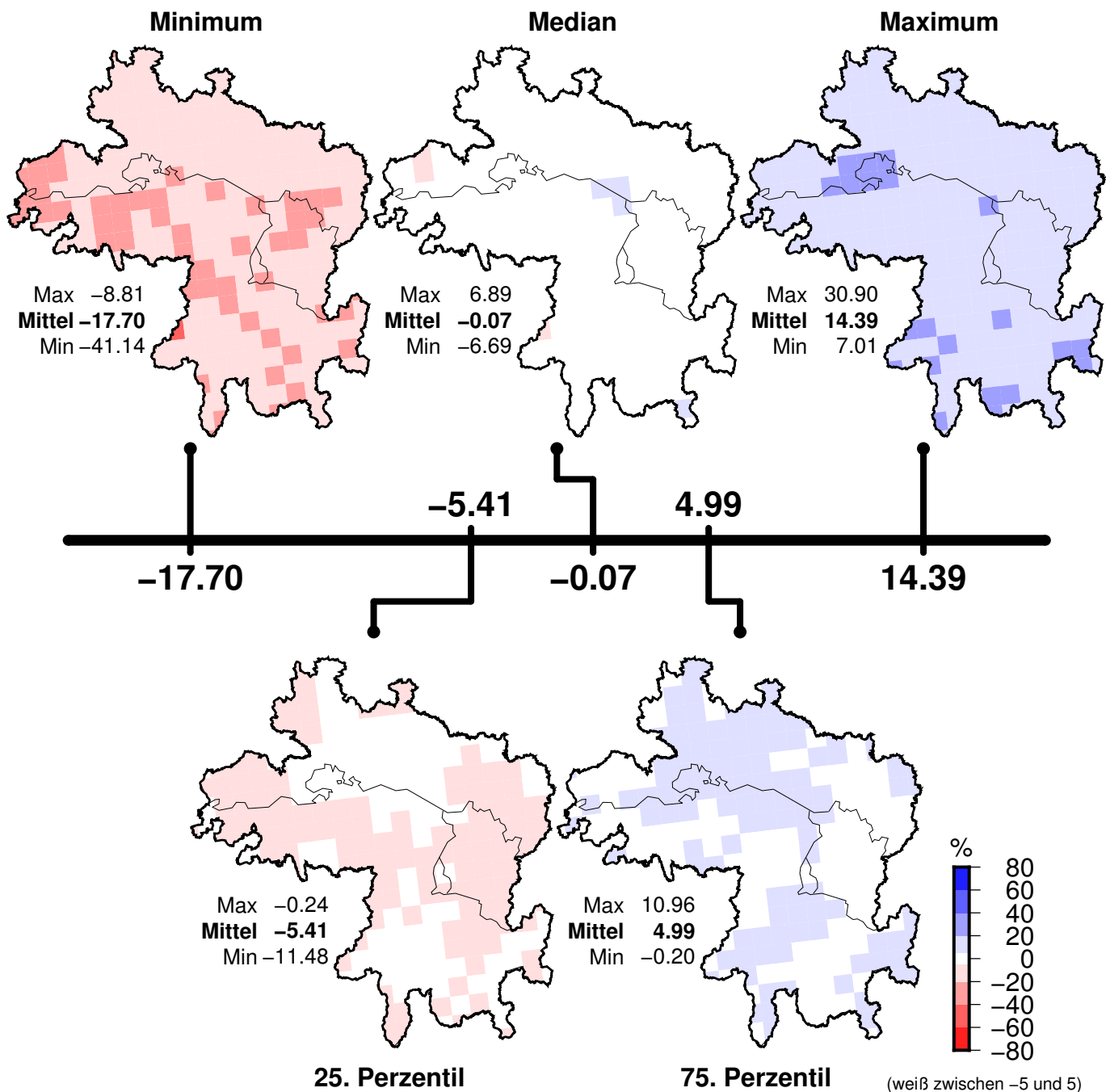


Sommerniederschläge (JJA)

—Beobachtungen (1971–2000)

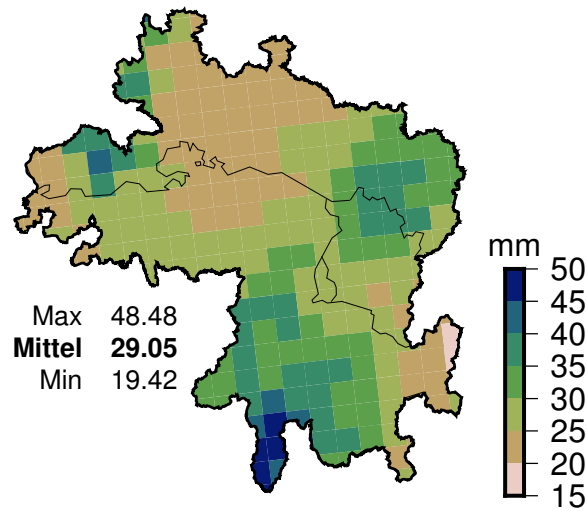


—Modellsimulationen (Änderungssignal 2021–2050 zu 1971–2000)



Starkniederschläge (99. Perzentil)

—Beobachtungen (1971–2000)



—Modellsimulationen (Änderungssignal 2021–2050 zu 1971–2000)

