

# Klimaanalyse und Verwundbarkeitsunter- suchung auf Ebene der vorbereitenden Bauleitplanung des Gemeindeverbands Mittleres Schussental



August 23



# Inhalt

<b>1. Einführung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Hintergrund, Zielsetzung und Projektablauf .....	1
1.2 Aufbau des Klimaanpassungskonzeptes für den GMS .....	4
<b>2. Klimawandel im GMS .....</b>	<b>5</b>
2.1 Methodik und Datengrundlagen .....	5
2.1.1 Beobachteter Klimawandel .....	5
2.1.2 Erwarteter Klimawandel .....	5
2.2 Bisher beobachteter Klimawandel im GMS .....	9
2.3 Erwarteter Klimawandel im GMS .....	15
2.3.1 Temperaturzunahme & Hitze .....	15
2.3.2 Niederschlagsverschiebung & Trockenheit .....	18
2.3.3 Starkniederschlag .....	20
2.3.4 Wind & Sturm .....	22
2.4 Zusammenfassung der Aussagen zum Klimawandel im GMS .....	23
<b>3. Betroffenheit der Handlungsfelder im GMS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Die Handlungsfelder im GMS .....	24
3.2 Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit und Risikovorsorge .....	25
3.2.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels .....	25
3.2.2 Urbane Wärmeinseln und human-bioklimatischen Situation .....	25
3.2.3 Folgen der Klimaveränderungen für die Bevölkerung im GMS .....	32
3.3 Handlungsfeld: Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung .....	33
3.3.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels .....	33
3.3.2 Stadtklimatisch wirksame Kaltluftprozesse und wertvolle Ausgleichsräume .....	34
3.3.3 Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den öffentlichen Grün- und Siedlungsraum .....	37
3.4 Handlungsfeld: Boden und Bodenschutz .....	39
3.4.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf Böden .....	39
3.4.2 Potenzielle Betroffenheit von Böden gegenüber Wassererosion .....	39
3.4.3 Potenzielle Betroffenheit der Eigenart des Bodentyps .....	43
3.4.4 Betroffenheit von Böden gegenüber Austrocknung im Kontext landwirtschaftlicher Nutzung .....	43
3.4.5 Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Boden .....	44
3.5 Handlungsfeld: Wasser und Wasserhaushalt .....	45
3.5.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt .....	45
3.5.2 Potenzielle Betroffenheit durch Hochwasserereignisse .....	45
3.5.3 Potenzielle Betroffenheit gegenüber Sturzfluten .....	46
3.5.4 Potenzielle Betroffenheit gegenüber Schlamm- oder Schadstoffeinträgen in Fließgewässer bei Starkregen .....	47
3.5.5 Potenzielle Betroffenheit gegenüber Niedrigwasser .....	48
3.5.6 Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Wasser und Wasserhaushalt .....	52
3.6 Handlungsfeld: Landwirtschaft .....	53
3.6.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft .....	53

3.6.2	Potenzielle Betroffenheit landwirtschaftlicher Nutzungsflächen gegenüber Frost, Austrocknung, Bodenerosion, Sturzfluten sowie Überflutungsereignissen .....	53
3.6.3	Auswertung der Klimasensitivität von Agrarkulturen im GMS .....	55
3.6.4	Herausforderungen und Fazit der Klimawandelfolgen und Fazit für die Landwirtschaft im GMS .....	57
3.6.5	Fazit und Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Landwirtschaft.....	58
3.7	Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft .....	59
3.7.1	Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf die Wald- und Forstwirtschaft .....	59
3.7.2	Potenzielle Betroffenheit der Wälder gegenüber Trockenheit, Schädlingen und Sturmwurf .....	59
3.7.3	Potenzielle Betroffenheit der Waldbiotope .....	60
3.7.4	Potenzielle Betroffenheit von Schutzzwecken der Natura 2000-Gebiete und Naturschutzgebiete im Wald .....	61
3.7.5	Potenzielle Beeinträchtigungen von Waldfunktionen .....	61
3.7.6	Fazit und Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft .....	65
3.8	Handlungsfeld: Ökologie und Biodiversität.....	66
3.8.1	Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf Ökologie und Biodiversität .....	66
3.8.2	Klimasensitive Tier- und Pflanzenarten.....	66
3.8.3	Klimasensitive Biotope und Lebensräume .....	68
3.8.4	Potenzielle Beeinträchtigung der Schutzzwecke von Natura 2000-Gebieten und von Naturschutzgebieten .....	69
3.8.5	Fazit und Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Ökologie und Biodiversität im GMS .....	71
<b>4.</b>	<b>Gesamtstrategie zur Klimaanpassung im GMS .....</b>	<b>72</b>
4.1	Ableitung der GMS-Anpassungsstrategie.....	72
4.2	Klimaanpassung im Kontext weiterer aktueller Herausforderungen.....	73
4.3	Leitziele der GMS-Anpassungsstrategie.....	75
4.4	Bauleit- und landschaftsplanerisches Handlungsprogramm für den GMS .....	79
4.4.1	Flächennutzungsplanung .....	79
4.4.2	Landschaftsplanung .....	83
4.5	Kommunales Handlungsprogramm zur Klimaanpassung.....	86
<b>5.</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>180</b>
<b>6.</b>	<b>Verzeichnisse.....</b>	<b>181</b>
6.1	Abbildungsverzeichnis.....	181
6.2	Tabellenverzeichnis .....	182
6.3	Literaturverzeichnis.....	183
6.4	Bildnachweise der Steckbriefe .....	187

## 1. Einführung

### 1.1 Hintergrund, Zielsetzung und Projektablauf

Die Folgen des Klimawandels haben sich im Gemeindeverband Mittleres Schussental (GMS) in den vergangenen Jahren bereits vermehrt gezeigt. Zu diesen Auswirkungen gehören zunehmende Hitzewellen, Sturm, Hagel, Überflutungen und Starkregen. Durch den fortwährenden Anstieg der Lufttemperatur überhitzen insbesondere urbane Lebensräume und es kommt zu erheblichen Belastungen für Mensch und Natur. Eine adäquate Anpassung an die negativen Auswirkungen des Klimawandels wird deshalb auch im Schussental immer bedeutsamer.

Zu diesem Zweck wurde bereits im Jahre 2008 die Regionale Klimaanalyse Bodensee-Oberschwaben (REKLIBO) erarbeitet, die vom Regionalverband in Auftrag gegeben wurde. Die Erkenntnisse aus Messprogrammen und flächendeckenden Modellierungen wurden seither in Form der 2010 veröffentlichten Klimafibel in der Bauleitplanung der GMS-Kommunen berücksichtigt. Diese Untersuchungen wurden zudem 2011 durch die Anschlussstudie REKLISCHUB erweitert, um die klimatischen Ausgleichsprozesse vertiefter auf lokaler Ebene darzustellen. Die entstandenen Thermalkartierungen aller Kommunen des GMS lieferten wichtige Hinweise für die kommunale Bauleitplanung. Dennoch reichte diese Datengrundlage nicht aus, um fundierte Entscheidungen über Nachverdichtungsvorhaben, die Siedlungsentwicklung in den Außenbereich oder die Ausgestaltung der verbindlichen Bauleitplanung zu treffen (Leistungsbeschreibung GMS 2021).

Der Gemeindeverband Mittleres Schussental hat deshalb mit Fördermitteln des Förderprogramms KLIMOPASS der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) die Erstellung eines Anpassungskonzeptes in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse des Konzeptes können zielgerichtet Eingang in die vorbereitende Bauleitplanung sowie den Landschaftsplan finden, weil derzeit die Gesamtfortschreibung des Flächennutzungs- und Landschaftsplans zeitgleich stattfindet. Durch die Integration in den Flächennutzungs- und Landschaftsplan können die Ergebnisse somit auch auf die nachgelagerte Ebene der verbindlichen Bauleitplanung positiv wirken.

#### **Zielsetzung der Beauftragung**

Das Klimaanpassungskonzept für den Gemeindeverband Mittleres Schussental verfolgt das Ziel, eine umfangreiche Informationsgrundlage für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in die kommunale Bauleitplanung sowie das Handeln kommunaler Akteure zu erarbeiten. Dadurch sollen in Zukunft die zunehmenden Klimawandelfolgen abgemildert werden. Das Konzept erweitert und vertieft die bisherigen Wissensgrundlagen zu Klimaanpassungsbedarfen aus den REKLIBO- und REKLISCHUB- Studien mittels der Erstellung einer detaillierten Stadtklima<sup>1</sup>- sowie Betroffenheitsanalyse in ausgewählten Handlungsfeldern für den GMS. Dabei werden die klimatischen Betroffenheiten von Raumnutzungen bzw. -strukturen ermittelt und Handlungsempfehlungen zur Klimaanpassung auf Ebene der vorbereiteten und verbindlichen Bauleitplanung abgeleitet. Die Handlungsfelder, die im Zuge des vorliegenden Klimaanpassungskonzeptes für das Mittlere Schussental mit den lokalen Akteuren identifiziert und näher beleuchtet wurden, sind:

---

<sup>1</sup> Im vorliegenden Bericht wird einheitlich der Begriff „Stadtklimaanalyse“ verwendet. Der Begriff leitet sich vom Fachausdruck „Stadtklima“ ab, der beschreibt, dass vom Menschen erschaffene Siedlungen jeder Art das Klima der bodennahen Atmosphäre beeinflussen. Die beschriebenen Phänomene beziehen sich also auch auf das gesamte Siedlungsgebiet des GMS.

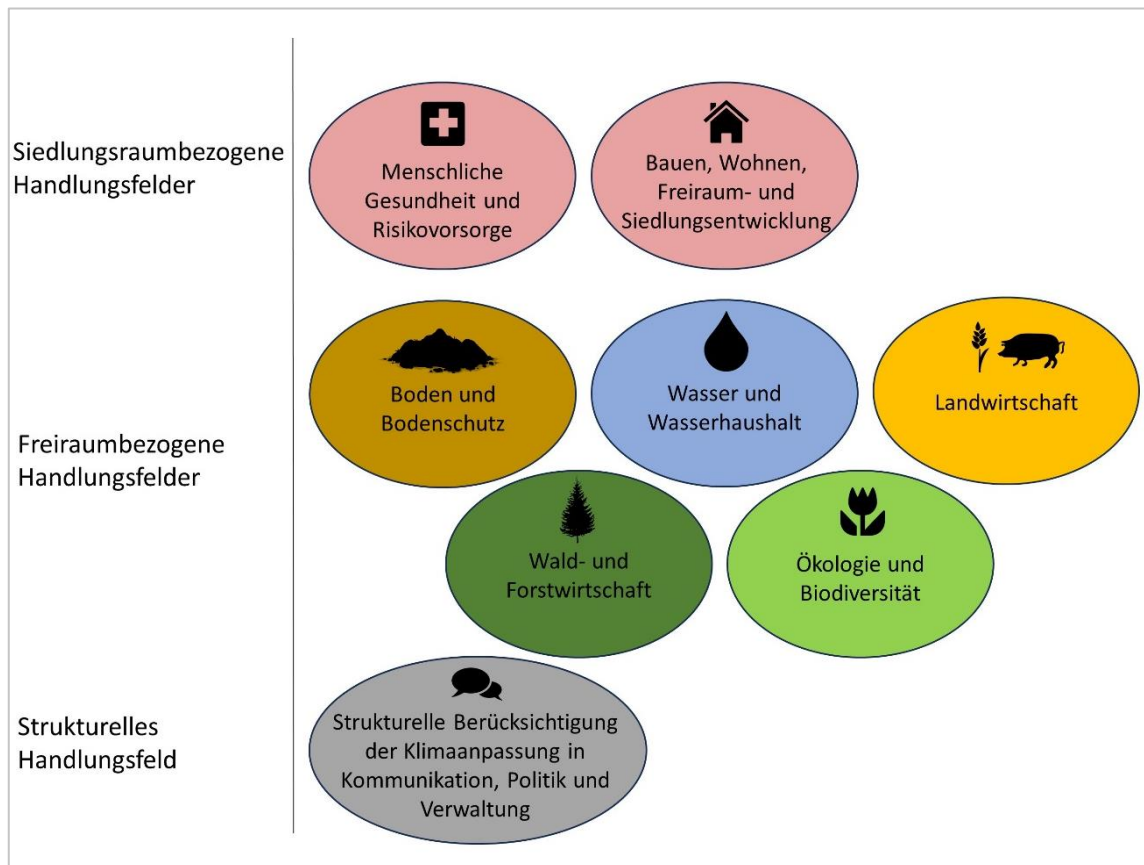


Abbildung 1: Handlungsfelder des Klimaanpassungskonzepts im GMS (Quelle: HHP 2023)

Das Klimaanpassungskonzept (KLAKE) für den GMS wurde von Juni 2021 bis Juli 2023 erarbeitet. Zentraler Bestandteil des Projektprozesses war die intensive Beteiligung verschiedener Akteure und ausgewiesener Experten aus den verschiedenen Handlungsfeldern.

Eine verwaltungsinterne Arbeitsgruppe (=Projektgruppe), zusammengesetzt aus kommunalen und regionalen Experten aller im KLAKE zu bearbeitenden Handlungsfelder, unterstützte die Konzepterarbeitung mit fachspezifischem Input in vier Projektgruppensitzungen. Richtungsweisende Entscheidungen wurden durch die Steuerungsgruppe getroffen, welche sich aus den Bürgermeisterinnen der GMS-Kommunen Berg, Baidt, Baienfurt, Ravensburg und Weingarten zusammensetzte. Diese tagte dreimal im Zuge des zweijährigen Projektprozesses. Darüber hinaus fanden eine Bürgerinformationsveranstaltung und ein Schlüsselakteursworkshop statt, in welchen die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse sowie der Betroffenheitsanalysen innerhalb der einzelnen Handlungsfelder einem größeren Spektrum lokaler Akteure präsentiert wurden. Im Anschluss wurden erste Ideen für Klimaanpassungsmaßnahmen gesammelt und gemeinsam diskutiert. Die zentralen Produkte der Stadtklimamodellierung, welche aus den Klimaanalyse- und Bewertungskarten sowie der Planungshinweiskarte (PHK) bestehen, wurden in einem verwaltungsinternen Runden Tisch hinsichtlich einer guten Nutzbarkeit für die Anwender in den kommunalen Ämtern geschärft.

Durch das intensive Engagement aller genannten Akteure in diesem Prozess ist es gelungen, ein optimal auf die Bedürfnisse und Gegebenheiten des GMS zugeschnittenes Klimaanpassungskonzept zu erstellen, wofür an dieser Stelle nochmals ausdrücklich gedankt werden soll.

Zu Projektabschluss wurden die Themenfelder Schutz vor Überwärmung im Siedlungsraum, Schutz von Kaltluftzufuhr und wichtigen Kaltluftentstehungsgebieten, klimaangepasste Wasserwirtschaft und nachhaltiger Landschaftswasserhaushalt (Stichwort: Schwammstadt) sowie die Bereitstellung finanzieller

Ressourcen und entsprechender verbindlicher Regelungen zur Klimaanpassung als prioritäre Handlungsbedarfe für eine erfolgreiche Klimaanpassung im GMS benannt.

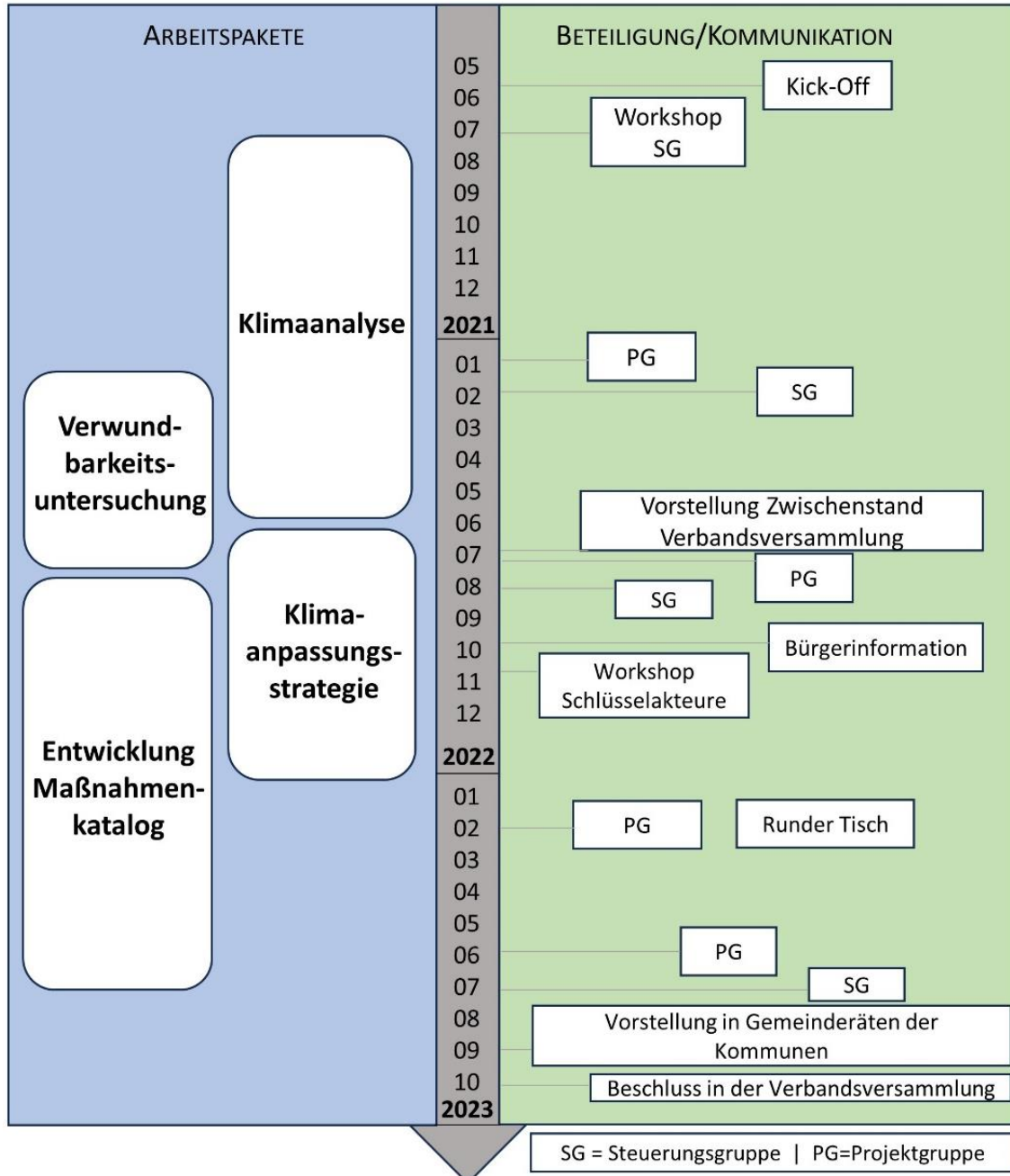


Abbildung 2: Übersicht zum Beteiligungsprozess (Quelle: HHP 2023)

## 1.2 Aufbau des Klimaanpassungskonzeptes für den GMS

Der vorliegende Abschlussbericht fasst alle Ergebnisse des Klimaanpassungskonzeptes für den GMS zusammen. Er wendet sich primär an die Fachleute der verschiedenen kommunalen Verwaltungen, ist jedoch sicher auch für die allgemeine Öffentlichkeit von Interesse.

Aufgrund der Vielzahl der im Projekt entwickelten Produkte, soll mit dem nachfolgenden Überblick zu den Inhalten des KLAKs die sachgerechte Nutzung erleichtert werden.

Das KLAK des GMS besteht aus den folgenden Bausteinen:

### KLIMAANPASSUNGSKONZEPT HAUPTBERICHT

- Kapitel 1 stellt die **Hintergründe, Ziele und den Projekttablauf des Klimaanpassungskonzeptes** im GMS vor, gibt eine Übersicht zu den stattgefundenen Beteiligungsprozessen (1.1) und legt den Aufbau des Klimaanpassungskonzeptes dar (1.2).
- Kapitel 2 zeigt auf, wie sich der **Klimawandel im GMS** bereits heute bemerkbar macht (beobachteter Klimawandel). Zudem kann dem Kapitel entnommen werden, wie die Klimawandelfolgen sich im GMS in Zukunft entwickeln werden (erwartbarer Klimawandel). Ergänzende Informationen zu diesem Thema befinden sich im Kapitel 4 des Anhangs A.
- Kapitel 3 stellt die **Ergebnisse der Betroffenheitsanalysen** der verschiedenen Handlungsfelder dar. Die Methodik der siedlungsraumbezogenen Handlungsfelder (Menschliche Gesundheit/Bauen, Wohnen) findet sich im Technischen Bericht zur Stadtklimaanalyse im Anhang A zum Hauptbericht. Die detaillierte Methodik der Betroffenheitsanalysen der freiraumbezogenen Handlungsfelder findet sich im Anhang B. Die Karten der Betroffenheitsanalysen sind dem Kartenteil im Anhang C zu entnehmen.
- Kapitel 4 enthält die **Gesamtstrategie der Klimaanpassung** im GMS. So werden einerseits die Ergebnisse der Klima- und Betroffenheitsanalyse nochmals zusammenfassend dargestellt (4.1) sowie der Klimawandel in Zusammenhang mit weiteren aktuellen Herausforderungen gebracht (4.2), um daraus Leitziele der erforderlichen Anpassungsstrategie abzuleiten (4.3). Die für die Umsetzung der Leitziele nötigen Klimaanpassungsmaßnahmen werden anwenderspezifisch in unterschiedlichen Kapiteln aufbereitet. So finden sich die Hinweise für die Flächennutzungs- und Landschaftsplanung in Kapitel 4.4. Maßnahmen in den jeweiligen Handlungsfeldern, für welche überwiegend die verschiedenen kommunalen Dienststellen zuständig sind, finden sich in Kapitel 4.5. Eine Vorortung der in Kapitel 4.5 dargestellten Maßnahmen kann der Handlungsprogrammkarte im Kartenteil (Anhang C) entnommen werden.
- Kapitel 5 enthält einen **Ausblick** darauf, was für eine erfolgreiche Klimaanpassung im GMS erforderlich ist.

### ANHÄNGE

- Anhang A zum Haupttext: Technischer Bericht zur Stadtklimaanalyse
- Anhang B zum Haupttext: Ausführliche Methodik sowie detaillierte Ergebnisse der Betroffenheitsanalysen
- Anhang C - Kartensatz zum KLAK: Ergebnisse der Betroffenheitsanalysen sowie Handlungsprogrammkarte



## 2. Klimawandel im GMS

### 2.1 Methodik und Datengrundlagen

Die Analysen zum beobachteten (durch Messreihen belegten) und dem zu erwartenden Klimawandel erfolgten zum Projektstart im Jahr 2021 und flossen in die Bearbeitungsschritte der Stadtklimaanalyse und der sonstigen Handlungsfelder des Klimaanpassungskonzeptes ein.

#### 2.1.1 Beobachteter Klimawandel

Die Beschreibung des gegenwärtigen Klimas im Mittleren Schussental basiert auf interpolierten Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2023a, DWD 2023b, Kaspar et al. 2013). Die Daten weisen eine räumliche Auflösung von 1 x 1 km und eine zeitliche Auflösung von jährlichen Mittelwerten auf. Teilweise reichen die Beobachtungsdaten bis in das Jahr 1881 zurück (Jahresmitteltemperatur und Niederschlagssumme). Minimum- bzw. Maximumtemperaturen sind seit 1901 verfügbar und Daten zu thermischen Kennwerten sowie Starkniederschlägen seit 1951.

Anhand der Gebietsgrenze des GMS wurden die entsprechenden Punkte aus dem regelmäßigen 1 x 1 km-Gitter extrahiert, räumlich aggregiert und zu repräsentativen Zeitreihen zusammengestellt. Diese jährlichen Zeitreihen wurden direkt ausgewertet. Zudem wurden daraus die Mittelwerte über 30-jährige Perioden gebildet, um Aussagen zur langfristigen klimatischen Entwicklung treffen zu können.

Die aus Stationsdaten erzeugten Gitterdaten weisen gewisse Unsicherheiten auf, weil sich die Stationsdichte und die Lage, der für die Interpolation verwendeten Stationen über die Zeit hinweg verändern. Ferner hat sich die Messtechnik im betrachteten Zeithorizont weiterentwickelt, sodass bei älteren Zeitreihen niederere Messgenauigkeiten zu erwarten sind als bei Zeitreihen jüngerer Datums. Für die vorliegenden Auswertungen ist die Genauigkeit der Daten als vollkommen ausreichend anzusehen.

#### 2.1.2 Erwarteter Klimawandel

Die Analyse zukünftiger klimatischer Veränderungen stützt sich auf Daten numerischer regionaler Klimamodelle der EURO-CORDEX-Initiative. EURO-CORDEX ist der europäische Zweig der CORDEX-Initiative, die regionale Projektionen des Klimawandels für alle terrestrischen Gebiete der Erde im Rahmen des Zeitplanes des fünften IPCC Assessment Reports (AR5) und darüber hinaus, erstellt (Giorgi et al. 2009). EURO-CORDEX-Daten sind für die wissenschaftliche und kommerzielle Nutzung frei verfügbar und werden im Internet über mehrere Knoten der Earth System Grid Federation (ESGF) bereitgestellt.

Mit numerischen Klimamodellen kann das zukünftige Klima unter der Annahme verschiedener Emissionsszenarien simuliert und analysiert werden. Wie alle Modelle sind Klimamodelle Abbilder der Wirklichkeit und somit nicht „perfekt“. Die Ergebnisse von Klimamodellen beinhalten daher einen gewissen Anteil an Modellunsicherheit, der aus der Struktur des Modells, den verwendeten Techniken zur Modellierung der Atmosphärenphysik und der Parametrisierung bestimmter Prozesse resultiert. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, nicht nur die Simulationsergebnisse eines Modells, sondern mehrerer Modelle zu verwenden, ein sogenanntes Modellensemble.

Diesem Ansatz folgend, wurde für die Analyse der zukünftigen klimatischen Entwicklung des GMS ein Modellensemble bestehend aus 39 Mitgliedern verwendet, d.h. Kombinationen aus globalen und regionalen Klimamodellen, die mit jeweils unterschiedlichen Klima-Szenarien angetrieben werden (siehe Anhang B, Kapitel 1, Tabelle 1). Da EURO-CORDEX ein fortlaufendes Projekt ist und die Datenbanken mit den Modellergebnissen permanent aktualisiert werden, können bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Berichtes weitere Modellläufe für Europa hinzugekommen sein, die in der Auswertung nicht enthalten sind. Die Mitglieder des Ensembles werden als gleichberechtigt angesehen und die Unterschiede in den Ergebnissen als Modellvariabilität betrachtet. Alle nachfolgenden Auswertungen wurden in enger Anlehnung

an die Leitlinien zur Interpretation von Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgesprächs „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“ durchgeführt (Linke et al. 2016).

Für die Auswertung wurden bis zum Jahr 2100 projizierte Daten mit einer zeitlichen Auflösung von einem Tag und einer räumlichen Auflösung von ca. 12,5 km (0,11 °) verwendet. Die Auswahl der entsprechenden Daten aus dem Gitter der Modellsimulationen, das Europa flächendeckend überspannt, erfolgte durch die Identifikation und Auswahl der innerhalb des Verbandgebietes liegenden Gitterpunkte. Die an diesen Gitterpunkten vorliegenden Zeitreihen der betrachteten meteorologischen Variablen wurden für jeden Zeitschritt (ein Tag) räumlich aggregiert, um auf diese Weise einheitliche, repräsentative Zeitreihen zu erhalten.

Hauptverantwortlich für den Anstieg der globalen Mitteltemperaturen sind anthropogen bedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Da heute noch nicht absehbar ist, wie sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen über die Zeit berücksichtigt, die bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb<sup>2</sup> hervorrufen. Für Europa stehen aktuell drei verschiedene Klima-Szenarien zur Verfügung: RCP 2.6, 4.5 und 8.5 (RCP = *Representative Concentration Pathways*). Im 2022 veröffentlichten sechsten IPCC-Bericht wurden die RCP-Szenarien von SSP-Szenarien abgelöst, die soziökonomische Entwicklungspfade aufzeigen (SSP = *Shared Socioeconomic Pathways*; DKRZ 2023). Aktuell ist die Wissenschaft dabei, die SSP-Szenarien in die globalen und regionalen Klimamodelle zu integrieren (bspw. laufen im Projekt CMIP6 erste Modellrechnungen mit den neuen Szenarien<sup>3</sup>), sie sind jedoch noch nicht in den EURO-CORDEX-Daten enthalten.

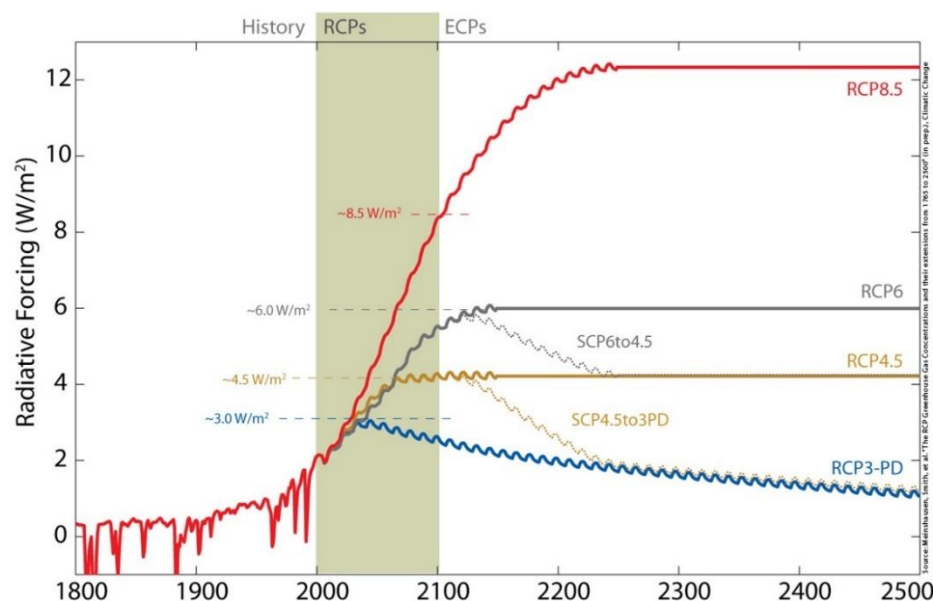


Abbildung 3: Strahlungsantrieb der verschiedenen RCP-Szenarien und ihre Entwicklung bis 2100<sup>4</sup> (RCP3-PD ist vergleichbar mit dem im Text genannten RCP-Szenario 2.6; Quelle: IPCC 2013)

Die Zahl in der Bezeichnung der RCP-Szenarien benennt den mittleren Strahlungsantrieb in W/m<sup>2</sup>, der in ihrem projizierten Verlauf zum Ende des 21. Jahrhunderts erreicht wird (Moss et al. 2010; Abbildung 3):

<sup>2</sup> Der Strahlungsantrieb (in W/m<sup>2</sup>) ist, verkürzt gesagt, ein Maß für die Änderung der Energiebilanz auf der Erde, die u.a. durch die Konzentration von Treibhausgasen, die eingehende solare Strahlung und die Rückstrahlung beeinflusst wird.

<sup>3</sup> CMIP6 (*Coupled Model Intercomparison Project 6*) ist ein internationales Klimamodellvergleichsprojekt des Weltklimaforschungsprogramms

<sup>4</sup> ECP = *Extended Concentration Pathways* sind ergänzende Szenarien bis zum Jahr 2300.

- Das RCP-Szenario 2.6 beschreibt einen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis zum Jahr 2040 auf ca. 3 W/m<sup>2</sup>. Zum Ende des Jahrhunderts sinkt dieser langsam, aber stetig auf 2,6 W/m<sup>2</sup> ab. Die globale Mitteltemperatur würde in diesem Szenario das 2 °C-Ziel nicht überschreiten, sodass RCP 2.6 als „Klimaschutzszenario“ bezeichnet wird.
- Das RCP-Szenario 4.5 zeigt einen steilen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis etwa zur Mitte des 21. Jahrhunderts, der danach bis ca. 2075 nur noch geringfügig steigt und in der Folge stagniert.
- Das RCP-Szenario 8.5 weist den stärksten Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um ca. 4 °C gegenüber dem Zeitraum 1985 – 2005 bewirken würde.

Die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verzeichnen seit den 1950er-Jahren einen permanenten Anstieg. In den letzten Dekaden befanden sich die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen, nach den Ergebnissen des Global Carbon Projektes, auf dem „Pfad“ des RCP-Szenarios 8.5 (Boden 2017, Peters et al. 2013). Selbst ein abrupter weltweiter Rückgang des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes würde, aufgrund der Trägheit des Klimasystems, in Kürze keine signifikante Änderung herbeiführen. Für die Einschätzung zukünftiger Klimarisiken wird das RCP 8.5 als geeignetes Szenario angesehen (Schwalm et al. 2020). Aus diesem Grund und im Sinne des Vorsorgegedankens werden im vorliegenden Bericht vornehmlich Grafiken zu Klimaänderungen des RCP-Szenarios 8.5 platziert.

Eine etablierte Methode zur Beschreibung von klimatischen Änderungen ist die Verwendung von Kenntagen. Dies sind z. B. die Anzahl von Sommertagen oder Tropennächten innerhalb eines zu benennenden Zeitraumes (oftmals innerhalb eines Jahres). Die Bestimmung dieser Kenntage kann entweder anhand von Schwellenwerten wie bspw.  $T_{max} \geq 25 \text{ °C}$  für Sommertage (schwellenwertbasiert) oder anhand von statistischen Maßen wie bspw. dem 95. Perzentil der statistischen Verteilung erfolgen (perzentilbasiert; siehe ReKliEs-De 2017). Für die Betrachtung des zukünftigen Klimawandels im Mittleren Schussental wurden schwellenwertbasierte Kenntage verwendet (Tabelle 1).

Tabelle 1 Übersicht der verwendeten schwellenwertbasierten Kenntage.

Kenntag	Schwellwert innerhalb eines Tages
<b>Eistag</b>	maximale Temperatur < 0°C
<b>Frosttag</b>	minimale Temperatur < 0°C
<b>Sommertag</b>	maximale Temperatur > 25°C
<b>Heißer Tag</b>	maximale Temperatur > 30°C
<b>Tropennacht</b>	minimale Temperatur > 20°C

Einige Modellläufe der regionalen Klimamodelle zeigen bei bestimmten meteorologischen Variablen teilweise systematische Abweichungen (Bias) von den realen Gegebenheiten. Manche Modellläufe sind also beispielsweise immer zu trocken, oder zu kalt, verglichen mit Messdaten aus dem GMS. Es kann dabei angenommen werden, dass der Wertebereich der Abweichungen (also die „Größe“ des „Fehlers“) für den modellierten Referenzzeitraum (1971-2000) in etwa genauso groß ist wie für die modellierten Zukunftszeiträume. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Unterschiede zwischen Zukunft und Referenz haben die Abweichungen daher keinen Einfluss auf die abgeleiteten Aussagen. Wenn also z. B. der Modelllauf immer zu warm ist, aber trotzdem eine Temperaturzunahme von der Vergangenheit bis 2100 sichtbar ist, kann man über die Höhe dieser Zunahme sprechen und das zu hohe Ausgangsniveau vernachlässigen.

Bei der schwellenwertbasierten Berechnung von Kenntagen können die benannten systematischen Abweichungen jedoch zu einer Unter- bzw. Überschätzung der Anzahl der Kenntage im Vergleich zu den beobachteten Werten führen. „Ist ein Modell z. B. im Mittel etwas zu warm, so werden in diesem Modell

möglicherweise auch besonders viele warme und/oder besonders wenige kalte Kenntage identifiziert“ (ReKliEs-De 2017). Aus diesem Grund wurden für jede Modellsimulation die Schwellenwerte mit einer standardisierten Methode angepasst<sup>5</sup>. Für jeden Kenntag wurde dementsprechend aus den Beobachtungsdaten des DWD das jeweilige Perzentil der statistischen Verteilung berechnet und anhand dieses Perzentilwertes aus dem Referenzlauf jeder Modellsimulation der adjustierte Schwellenwert bestimmt. Die Auswertung der Regionalmodellsimulationen wurde dann mit den adjustierten Kenntagen durchgeführt, um systematische Verzerrungen der Ergebnisse weitgehend zu vermeiden.

Die Analyse des zukünftigen Klimawandels wurde mit zwei methodisch unterschiedlichen Herangehensweisen durchgeführt. Im ersten Ansatz wurden die Daten des Modellensembles zu zusammenhängenden Zeitreihen von 1971 – 2100 zusammengeführt und für jede betrachtete Variable untersucht, ob ein zeitlicher linearer Trend vorliegt und die Trendentwicklung statistisch signifikant ist<sup>6</sup> (siehe Anhang B, Kapitel 1, Tabelle 2).

Für die Beschreibung des zukünftigen Klimawandels werden klimatische Beobachtungen einer sogenannten Referenzperiode benötigt. Diese sollte einen Zeitraum umfassen, in dem die klimatischen Auswirkungen der globalen Erwärmung noch nicht so stark in Erscheinung getreten sind. Die World Meteorological Organisation (WMO) empfiehlt die Verwendung der sogenannten 30-jährigen Klimanormalperiode von 1961 – 1990. Da jedoch bei einigen der verwendeten regionalen Klimamodelle der Zeitraum des Referenzlaufs erst 1971 beginnt, wurde hier der Zeitraum von 1971 – 2000 als Referenzperiode festgelegt. Dieser ist im Verhältnis zu den betrachteten Zukunftszeiträumen noch ausreichend wenig vom Klimawandel beeinflusst, sodass eine vergleichende Betrachtung die wesentlichen klimatischen Veränderungen aufzeigt.

Das Klima eines Raumes wird repräsentiert durch den mittleren Zustand der Atmosphäre über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren, deshalb wurden im zweiten Ansatz für jede Variable (Temperatur, Niederschlag, etc.) zeitliche Mittelwerte über folgende Zeiträume berechnet:

- |  |             |
|--|-------------|
| ■ Referenzperiode:                             | 1971 – 2000 |
| ■ 1. Zukunftsperiode (nahe Zukunft):           | 2021 – 2050 |
| ■ 2. Zukunftsperiode (mittelfristige Zukunft): | 2041 – 2070 |
| ■ 3. Zukunftsperiode (ferne Zukunft):          | 2071 – 2100 |

Von den einzelnen Variablen-Mittelwerten der jeweiligen Zukunftsperiode wurden die zugehörigen Mittelwerte der Referenzperiode subtrahiert und somit die langjährigen mittleren Änderungen für jede Variable berechnet. Die statistische Signifikanz der Änderungen wurde nach einem vom Bund-Länder-Fachgespräch zur „Interpretation von Modelldaten“ vorgeschlagenen statistischen Testschema ermittelt (vgl. Linke et al. 2016). Das Signifikanzniveau wurde einheitlich auf 95 % festgelegt. Dabei ist unbedingt zu beachten, dass die Referenzläufe mit den Beobachtungsdaten des gleichen Zeitraumes nur in ihren klimatisch relevanten, statistischen Eigenschaften übereinstimmen. Sie sind auf kleineren Skalen (Jahre, Monate, Tage) nicht exakt miteinander vergleichbar. Die nachfolgenden Ausführungen enthalten eine Vielzahl von Grafiken in Form sogenannter Box-Whisker Plots. Diese haben den Vorteil, dass die Kennwerte statistischer Verteilungen schnell erfassbar und vergleichbar sind (Abbildung 4).

<sup>5</sup> Methode des Quantile-Mappings (Piani et al. 2010, Themeßl et al. 2011)

<sup>6</sup> Die statistische Signifikanz wurde anhand des sogenannten Trend-/Rauschverhältnisses ermittelt.

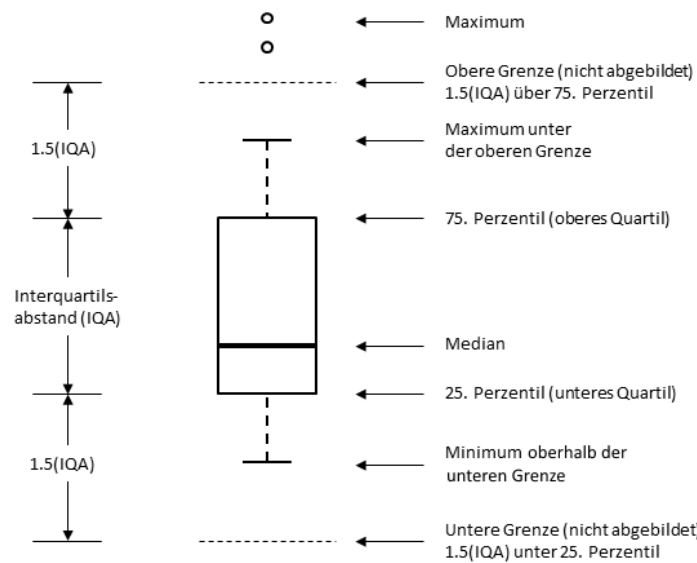


Abbildung 4: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots

## 2.2 Bisher beobachteter Klimawandel im GMS

Bezogen auf die letzten 30 Jahre (1991 – 2020) ist das Mittlere Schussental durch eine langjährige Mitteltemperatur von 9,2 °C und eine mittlere Niederschlagssumme von 981 mm/Jahr gekennzeichnet. Damit weist das GMS-Gebiet annähernd dieselbe Mitteltemperatur wie im deutschlandweiten Durchschnitt (9,3 °C; UBA 2022a) und eine höhere jährliche Niederschlagsmenge auf (gesamtdeutscher Mittelwert 790 mm/Jahr; UBA 2022b).

Beim Blick in die Vergangenheit wird deutlich, dass im Mittleren Schussental – dem nationalen und globalen Trend folgend – bereits eine deutliche Erwärmung stattgefunden hat. So ist die Jahresmitteltemperatur der letzten 30 Jahre im Vergleich zur Referenzperiode 1971 – 2000 um 0,7 °C und seit Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen sogar um 1,2 °C gestiegen (bezogen auf die Periode 1881 – 1910). Zudem sind vier der fünf wärmsten Jahre seit 1881 allesamt in der letzten Dekade aufgetreten (Abbildung 5). Der beobachtete Temperaturanstieg wird auch in der räumlichen Betrachtung deutlich (Abbildung 6), die zudem Unterschiede innerhalb des GMS zeigt (am wärmsten wird es in der Talmitte und dort insbesondere in der südlichen Hälfte des Gebietes).

Noch stärker als die „schleichende“ Änderung der Jahresmitteltemperatur wirken sich Hitzeperioden auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung aus. Die Anzahl an Sommertagen und insbesondere heißen Tagen kann als Indiz für die Häufigkeit belastender Phasen verstanden werden. Im GMS-Gebiet zeigt sich jeweils ein Anstieg dieser Kenntage: Im Vergleich der Periode 1991 – 2020 zu 1971 – 2000 ist die Anzahl an Sommertagen im Mittel von 36 auf 48 pro Jahr und die Anzahl an heißen Tagen von 5 auf 10 pro Jahr gestiegen<sup>7</sup>. Die räumlichen Muster der Verteilung der Kenntage über das GMS-Gebiet folgen dabei dem Muster der Verteilung der mittleren Lufttemperatur (siehe Anhang B, Kapitel 1, Abb. 2).

<sup>7</sup> Wobei sich in den letzten Jahren ein deutlicher Trend hin zu Jahren mit mehr heißen Tagen auch im Mittleren Schussental abzeichnet. So traten 2015 28, 2018 19 und 2022 17 Tage mit einer Tageshöchsttemperatur >30°C und im Durchschnitt der Jahre 2010 – 2020 13 solcher Tage auf.

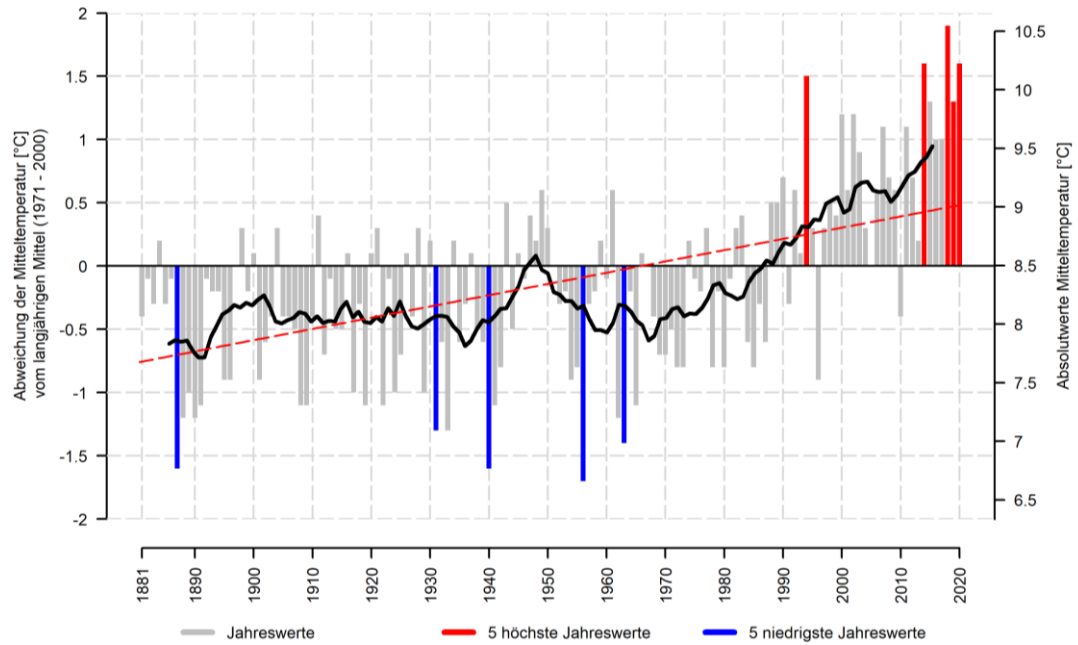


Abbildung 5: Jahresmitteltemperatur im GMS im Zeitraum 1881 bis 2021 (eigene Berechnung nach DWD 2023d)

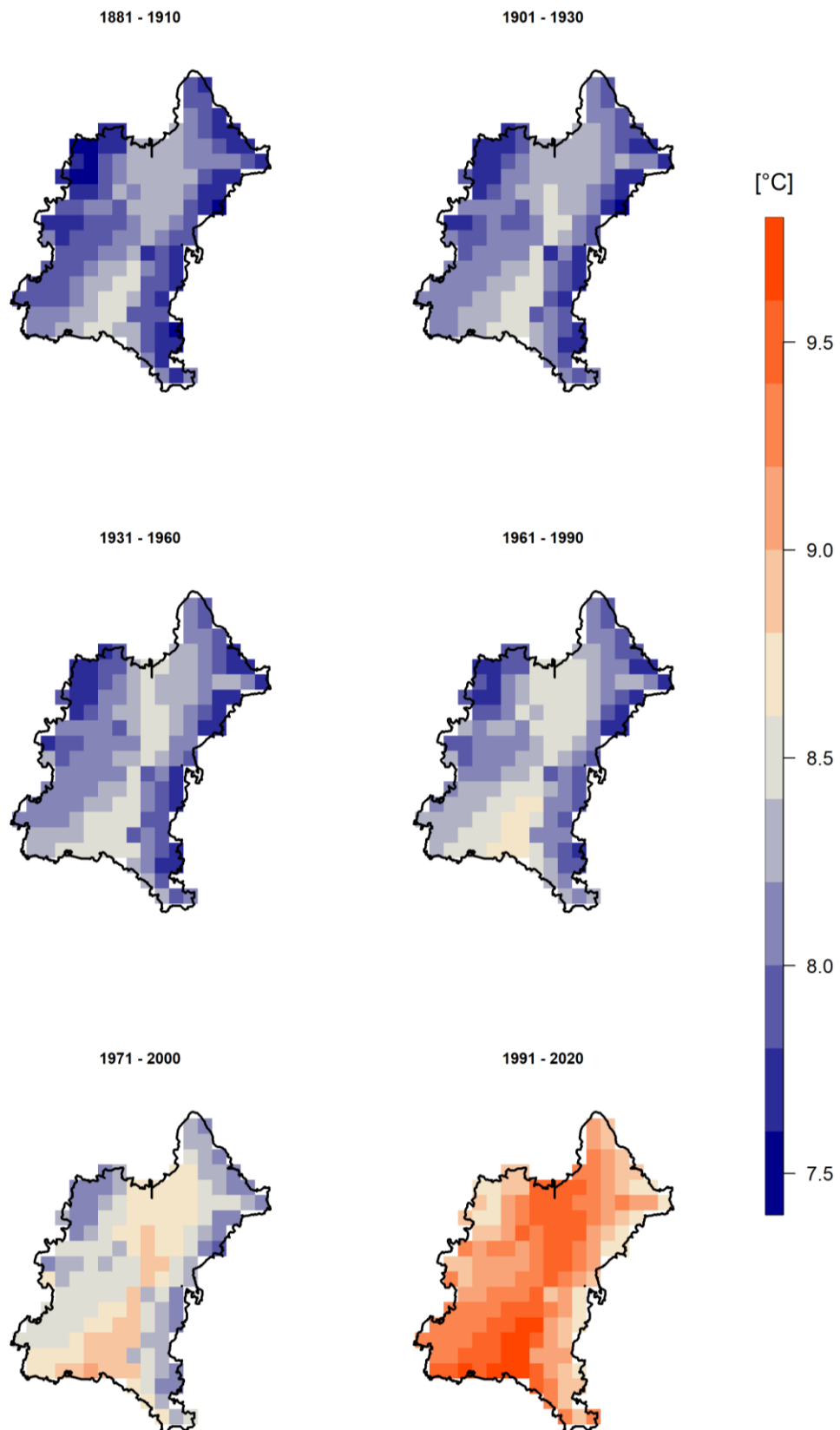


Abbildung 6: Räumliche Verteilung der Jahresmitteltemperatur für verschiedene Klimaperioden (eigene Berechnung nach DWD 2023d).

Die thermischen Parameter wirken (zusammen mit der solaren Einstrahlung) unmittelbar auf das Klima in den Städten und Orten des GMS ein. Darüber hinaus üben Trockenperioden einen Einfluss auf das lokale Klima aus, indem sie die Bodenfeuchte und Vitalität des Grüns im Siedlungsraum beeinflussen. Ein mögliches Maß für die Trockenheit ist der Trockenheitsindex nach de Martonne, der sich aus dem Jahresniederschlag und der Jahresmitteltemperatur ergibt (Gavrilov et al. 2019). Der Trockenheitsindex unterliegt im Mittleren Schussental deutlichen Schwankungen, zeigt seit 1970 insgesamt jedoch einen signifikant abnehmenden Trend, wobei der Grenzwert zur (semi-)Aridität bislang selbst in den extremen Trockenjahren nicht unterschritten wurde (Abbildung 7). Die Abnahme des Trockenheitsindex ist nicht der einzige, aber ein wesentlicher Faktor für die Bodenfeuchte, die im GMS über die letzten 30 Jahre gesehen ebenfalls signifikant abnimmt (Abbildung 8). In der Einheit % nFK (nutzbare Feldkapazität) bedeutet ein Wert < 30, dass Pflanzen unter Wasserstress stehen, während sie bei Werten > 50 % nFK optimal mit Wasser versorgt sind (MWVLW RLP 2023). Erwartungsgemäß fällt die Bodenfeuchte im Sommer (orange Balken in Abbildung 8) deutlich geringer aus als in den anderen Jahreszeiten (graue Balken). Im Mittel über das gesamte GMS-Gebiet und einen kompletten Sommer wurde bislang in jedem Jahr eine optimale Wasserversorgung erreicht. Die alleinige Betrachtung eines Mittelwerts würde den Auswirkungen trockener Sommer jedoch nicht gerecht werden, da das lokale und phasenweise Auftreten von Trockenstress nicht erfasst würde. Zudem ist das Vorkommen pflanzenverfügbaren Wassers u.a. auch von der Bodenart und dem Relief abhängig. In heißen und trockenen Sommern in der Vergangenheit (wie bspw. 2003, 2018 und 2022) wurde im GMS von Problemen infolge von Trockenheit berichtet, die u.a. zu einem erhöhten Bewässerungsbedarf, Ernteaussfällen und Schäden an Bäumen führten.

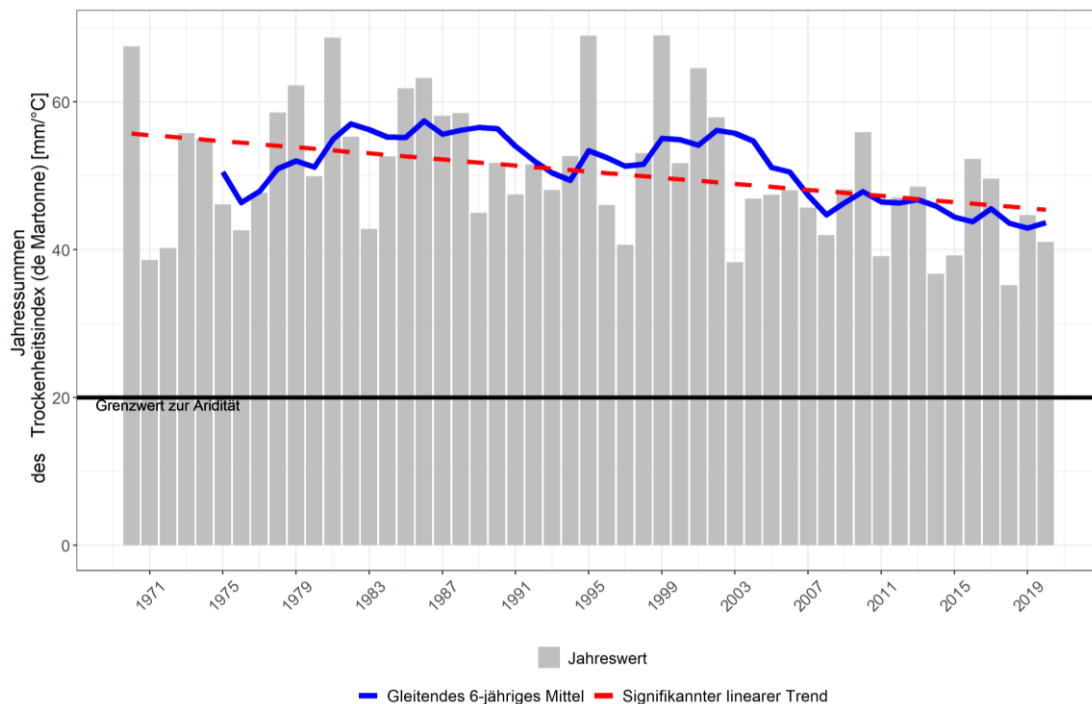


Abbildung 7: Trockenheitsindex nach de Martonne im GMS im Zeitraum 1970 bis 2020 (eigene Berechnung nach DWD 2023d).



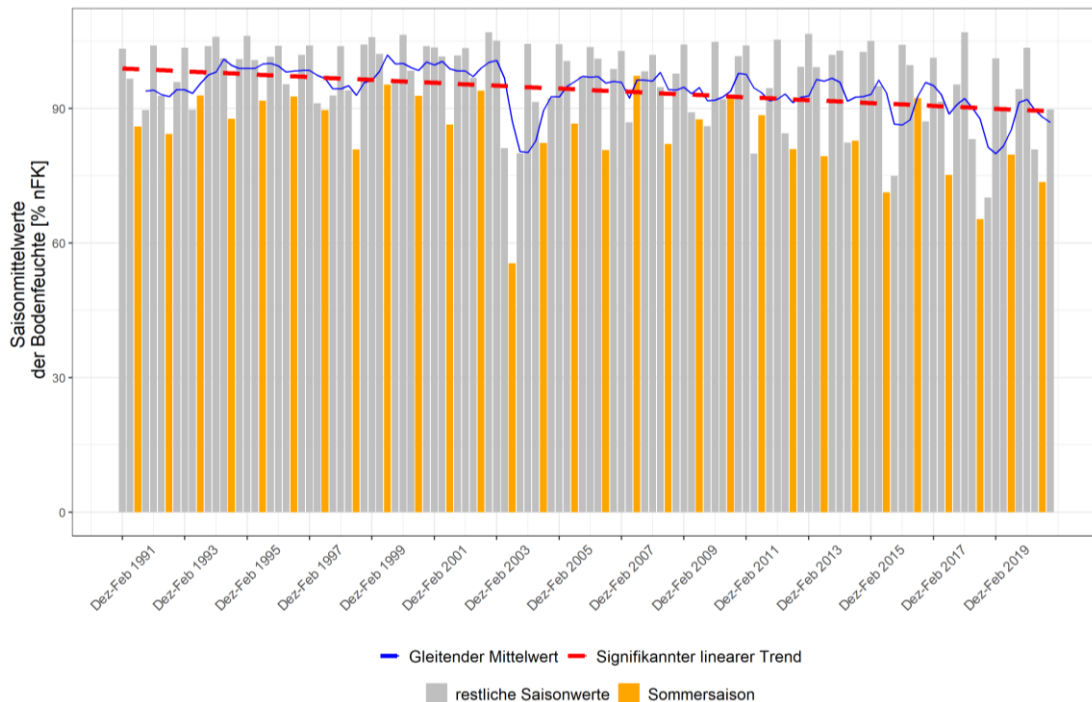


Abbildung 8: Saisonmittelwerte der Bodenfeuchte (in % nFK) im GMS im Zeitraum 1991 bis 2020 (eigene Berechnung nach DWD 2023d)

Die beobachtete Erwärmung im GMS geht mit einer deutlichen Veränderung der Anzahl meteorologischer Kenntage einher. Neben den bereits oben beschriebenen Kenntagen in Bezug auf Hitzebelastungen, gibt es weitere Parameter, die die Auswirkungen auf weitere Thematiken beleuchten. Eine entgegengesetzte Entwicklung zu den hitzebezogenen Kenntagen zeigen Frost- bzw. Eistage, deren Anzahl im selben Zeitraum (1971/2000 – 1991/2020) um einen bzw. vier Tage pro Jahr zurückgegangen ist.

Tabelle 2: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen im GMS in der Vergangenheit (nach DWD 2020c bzw. für die Tropennächte DWD-Station Aulendorf-Haslach (DWD 2020b)).

Variable	Mittelwert aggregiert für den gesamten GMS		
	1961 - 1990	1971 - 2000	1991 - 2020
Mittelwert der Lufttemperatur [°C]	8,2	8,5	9,2
Sommertage (Tmax ≥ 25°C) [n/Jahr]	33	36	48
Heiße Tage (Tmax ≥ 30°C) [n/Jahr]	3	5	10
Tropennächte (Tmin ≥ 20°C) [n/Jahr]	0	0	0
Frosttage (Tmin < 0°C) [n/Jahr]	103	98	97
Eistage (Tmax < 0°C) [n/Jahr]	27	24	20
Jahresniederschlag [mm/Jahr]	1001	1009	981
Tage mit Niederschlag > 10 mm [n/Jahr]	33	32	31
Tage mit Niederschlag > 20 mm [n/Jahr]	10	10	9
Tage mit Niederschlag > 30 mm [n/Jahr]	3	4	3

In Bezug auf den Niederschlag sind in der Vergangenheit keine eindeutigen Auswirkungen durch den Klimawandel festzustellen (siehe Anhang B, Kapitel 1, Abbildung 2). Über die letzten ca. 20 Jahre scheint sich ein abnehmender Trend abzuzeichnen, der im Vergleich zur Referenzperiode 1971 – 2000 allerdings nicht als statistisch signifikant hervorgehoben werden kann. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge schwankte um 1000 mm (siehe Tabelle 2).

Mit der zunehmenden Erwärmung steigt das Potenzial für Starkniederschläge, die statistisch schwer zu erfassen sind, da sie eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität besitzen und oftmals nur lokal auftreten. Eine flächendeckende Erfassung solcher Ereignisse mittels Radar ist erst seit Beginn des 21. Jahrhunderts möglich (Radar-Online-Aneichung; vgl. DWD 2021). Diese Zeitreihen sind jedoch noch zu kurz, um gesicherte klimatische Aussagen treffen zu können. Längere Zeitreihen liegen für Tageswerte des Niederschlags vor. Dabei können nur Häufigkeiten von Niederschlägen über einem bestimmten Schwellenwert ausgewertet werden (bspw. Tage > 10 mm Niederschlag), eine Kombination mit der Dauer des zugehörigen Ereignisses ist nicht möglich.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts sind im mittleren Schussental keine signifikanten Änderungen an Tagesniederschlägen von mehr als 10, 20 bzw. 30 mm zu erkennen (Tabelle 2). Im GMS liegt aktuell (1991 – 2020) besonders im südöstlichen Bereich eine hohe Anzahl an Starkniederschlagstagen vor, die Richtung Nordost kontinuierlich abnimmt (siehe Abbildung 9).

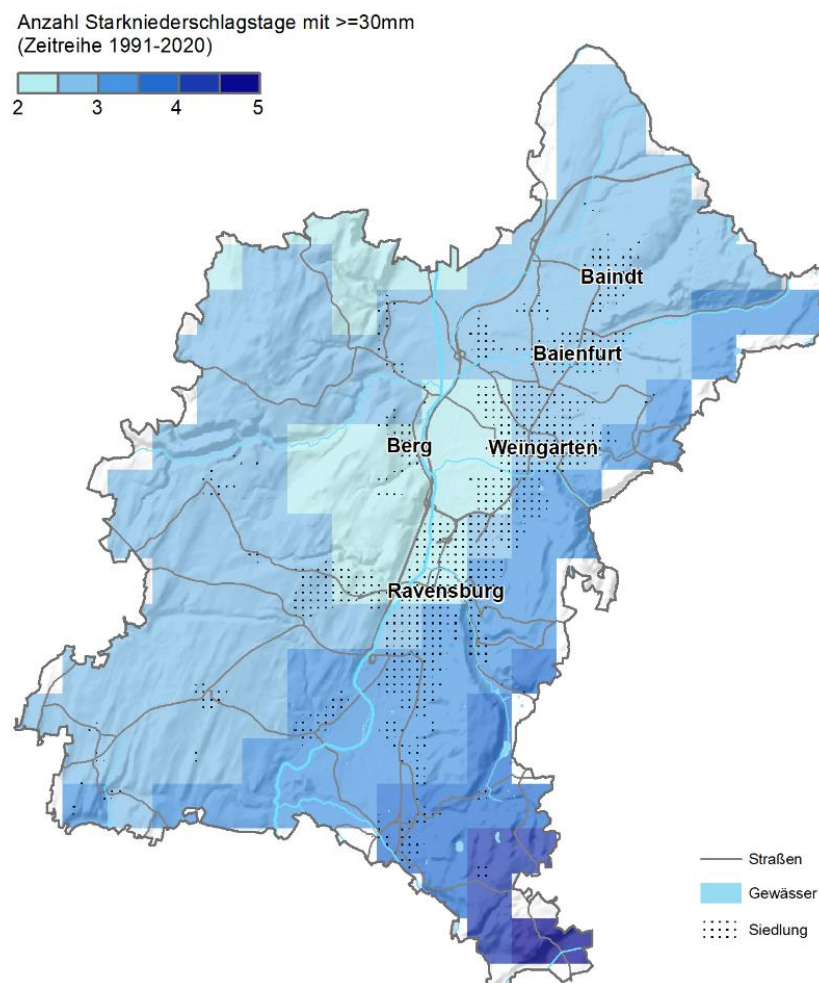


Abbildung 9: Mittlere Anzahl der Starkniederschlagstage ( $N \geq 30$  mm/d) im Mittleren Schussental zwischen 1991-2020

## 2.3 Erwarteter Klimawandel im GMS

### 2.3.1 Temperaturzunahme & Hitze

Alle drei RCP-Szenarien projizieren ein deutliches Ansteigen der **Jahresmitteltemperatur** im mittleren Schussental bis zum Jahr 2100. Dies gilt nicht nur für den in Abbildung 10 gezeigten Median des Modellensembles, vielmehr weisen sämtliche Modellkombinationen des Ensembles einen Anstieg der jährlichen Mitteltemperaturen auf, sodass der Trend als statistisch robust einzuschätzen ist. Noch stärker als die Mitteltemperaturen steigen die Maximum- und insbesondere Minimumtemperaturen (Tabelle 3).

Der Temperaturanstieg fällt im RCP-Szenario 8.5 am stärksten aus. Dabei tritt in allen drei Zukunftsperioden eine deutliche Zunahme auf, wobei die stärksten Zunahmen am Ende des Jahrhunderts zu verzeichnen sind. Im RCP-Szenario 2.6 wird ein moderater Temperaturanstieg und ungefähr ab Mitte des Jahrhunderts eine Stagnation erwartet, da sich dann die positiven Auswirkungen der im RCP 2.6 angenommenen globalen Klimaschutzmaßnahmen bemerkbar machen.

Zum Ende des Jahrhunderts nimmt die Unsicherheit und damit auch die Variabilität der erwarteten Temperaturänderung zu, was durch den Möglichkeitsbereich abgebildet wird (kleinster bis größter Wert in den Modellergebnissen). Der Erwartungsbereich zeigt die Bandbreite zwischen dem 15. und 85. Perzentil des Modellensembles.

Im Jahresgang ist ein Temperaturanstieg in allen Monaten erkennbar, jedoch treten im Sommer und Winter größere Temperaturänderungen auf als im Frühjahr und Herbst (Abbildung 11). Dieses Muster zeigen alle drei RCP-Szenarien (ohne Abbildung), wobei die Zunahmen im RCP 8.5 am höchsten ausfallen und sich generell zum Ende des Jahrhunderts verstärken (rote Boxen).

Tabelle 3: Langjährige Änderung der Temperatur im GMS (P 15 / 85 = 15. / 85. Perzentil, P 50 = Median).

Variable	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Jahresmitteltemperatur [°C]	RCP 2.6	0,9	1,1	1,8	0,8	1,2	1,7	0,9	1,2	1,9
	RCP 4.5	1	1,4	1,8	1,3	1,8	2,5	1,7	2,4	2,9
	RCP 8.5	1,1	1,7	2	2,2	2,7	3	3,3	4,4	5,4
Mittleres Tagesminimum der Temperatur [°C]	RCP 2.6	1,9	2,4	3,1	1,7	2,5	3,7	1,8	2,8	3,2
	RCP 4.5	1,8	2,7	4,1	2,5	4	5,1	3,5	4,3	5,9
	RCP 8.5	1,6	3,1	4,2	3,5	4,8	6,5	6,4	8,4	10,5
Mittleres Tagesmaximum der Temperatur [°C]	RCP 2.6	0,8	1,4	2,4	0,7	1,6	2	0,8	1,2	2,3
	RCP 4.5	1,1	1,5	2,6	1,5	2,4	3,3	1,8	2,8	3,8
	RCP 8.5	1,6	1,8	2,4	2,4	3,4	4,3	4,4	5,2	7,5

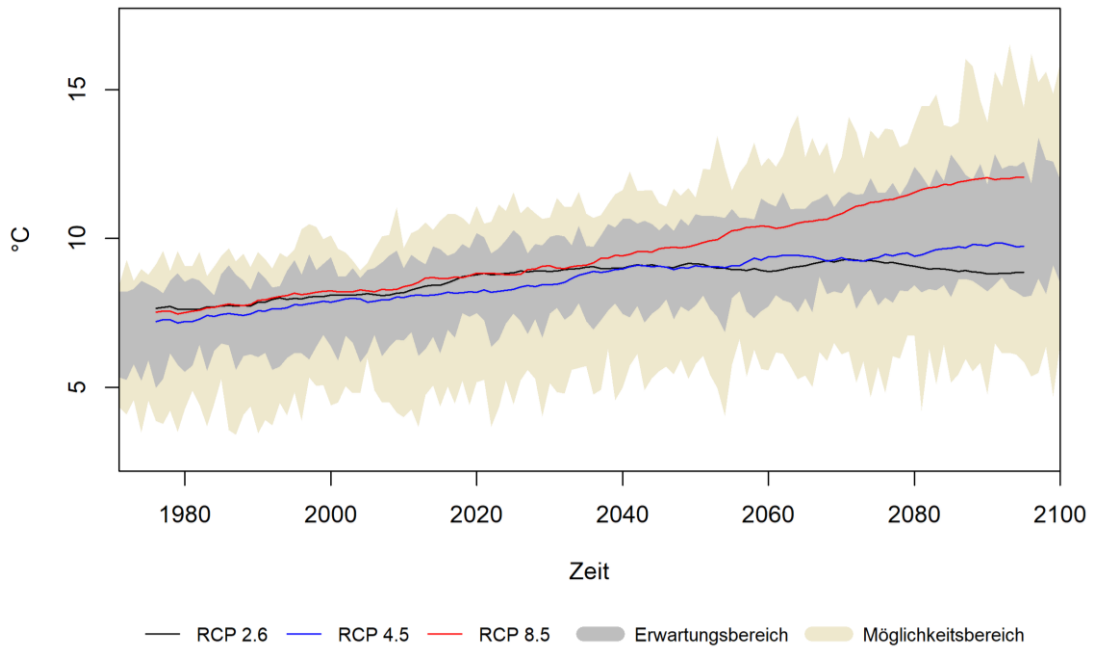


Abbildung 10: Zeitlicher Trend der jährlichen Mitteltemperaturen im GMS (alle RCP-Szenarien)<sup>8</sup>

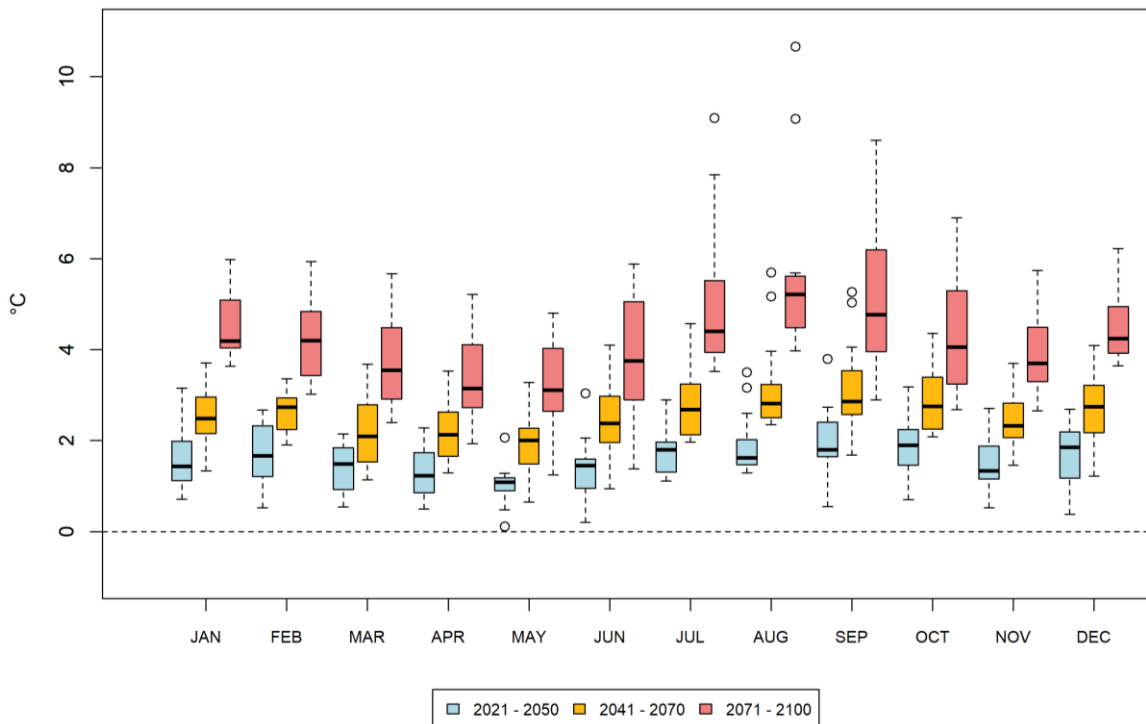


Abbildung 11: Änderung der langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen in den drei Zukunftsperioden im GMS (RCP-Szenario 8.5; Differenz zur Null-Linie = Abweichung vom monatl. Mittel in der Referenzperiode 1971 – 2000)

<sup>8</sup> Den dargestellten Kurven liegen jeweils modellierte Daten zugrunde. Dies betrifft nicht nur Aussagen für die Zukunft, sondern gilt auch für den vergangenen Zeitraum seit 1971. Für diesen Zeitraum wurden die Modelle im Rahmen des EURO-CORDEX Projektes mit Messdaten validiert und so eine Modellgüte abgeleitet. Dies gilt für sämtliche Diagramme mit Zeitreihen von Modelldaten in diesem Kapitel.

Der projizierte Temperaturanstieg zeichnet sich auch in der Entwicklung thermischer Kenntage, die eine anschaulichere Sicht auf klimatische Änderungen zulassen, ab. So nimmt entsprechend der Simulationsergebnisse die durchschnittliche jährliche Anzahl an Sommertagen und Heißen Tagen zukünftig deutlich zu (Tabelle 4). Bspw. ist im RCP 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin im Median mit 22 zusätzlichen Heißen Tagen pro Jahr zu rechnen, während diese in der Referenzperiode (1971 – 2000) nur 5-mal jährlich auftraten.

**Tropennächte** treten im GMS-Gebiet derzeit relativ selten auf (im Mittel weniger als eine Tropennacht pro Jahr). In der nahen Zukunft (2021 – 2050) ist zwar mit einer Zunahme der nächtlichen Lufttemperaturen zu rechnen, doch wird die Schwelle zur Tropennacht im Mittel im mittleren Schussental weiterhin nur kaum bis selten erreicht. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ist die Entwicklung stark vom zugrunde gelegten Szenario beeinflusst. Während die Häufigkeit von Tropennächten im RCP 2.6 stagniert, prognostiziert das RCP 8.5 eine deutliche Zunahme. Demnach wären in der dritten Zukunftsperiode bis zu 17 Tropennächte pro Jahr im GMS möglich. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Klimamodelle den Wärmeinseleffekt nicht erfassen, d.h. in innerstädtischen Bereichen generell eine höhere Anzahl an Tropennächten anzunehmen ist.

Tabelle 4: Langjährige Änderung thermischer Kenntage sowie der Länge von Hitzeperioden im GMS (P 15 / 85 = 15. / 85. Perzentil, P 50 = Median).

Variable	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Sommertage ( $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	7	11	20	7	10	18	9	12	18
	RCP 4.5	10	13	16	12	20	25	18	21	29
	RCP 8.5	11	14	23	21	26	44	40	50	68
Heiße Tage ( $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	1	3	8	1	3	7	2	4	8
	RCP 4.5	3	5	7	5	6	11	5	9	13
	RCP 8.5	3	5	9	7	12	17	17	22	34
Tropennächte ( $T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	0	0	1	0	0	1	0	1	1
	RCP 4.5	0	1	1	1	1	2	1	2	3
	RCP 8.5	0	1	2	1	3	5	7	12	17
Änderung der Länge von Hitzeperioden (aufeinanderfolgende Heiße Tage) [n]	RCP 2.6	0	1	3	1	1	2	1	1	3
	RCP 4.5	1	2	3	1	2	4	2	3	5
	RCP 8.5	1	2	4	2	3	6	4	6	12
Frosttage [n/Jahr] ( $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ )	RCP 2.6	-13	-19	-26	-14	-22	-27	-15	-20	-28
	RCP 4.5	-17	-23	-28	-23	-31	-38	-32	-44	-50
	RCP 8.5	-20	-27	-31	-38	-41	-46	-73	-69	-61
Eistage [n/Jahr] ( $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ )	RCP 2.6	-6	-9	-13	-8	-11	-13	-9	-11	-14
	RCP 4.5	-9	-12	-16	-10	-15	-22	-15	-19	-22
	RCP 8.5	-9	-14	-16	-14	-20	-21	-26	-28	-29

Die projizierte Zunahme der **Heißen Tage** lässt auf eine künftig steigende Häufigkeit von Hitzeperioden und Hitzewellen schließen. Für Hitzeperioden gibt es keine eindeutige Definition. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um einen Zeitraum mit länger anhaltenden, ungewöhnlich hohen Temperaturen. Wird eine Tageshöchsttemperatur von 30 °C verwendet und die Anzahl aufeinanderfolgender Tage betrachtet, die diesen Schwellenwert mindestens erreichen, zeigt sich, dass Hitzeperioden im Mittleren Schussental zukünftig länger andauern. Je nach Szenario erhöht sich die durchschnittliche Dauer von Hitzeperioden bis Ende des Jahrhunderts um 1 bis 12 Tage (Tabelle 4).

Neben den auf die hohen Temperaturen abzielenden Kenntagen, führt die eingangs beschriebene deutliche Zunahme der Minimumtemperaturen zu einer Abnahme von **Frost- und Eistagen**. Im Mittleren Schussental werden im langjährigen Mittel 98 Frosttage bzw. 24 Eistage pro Jahr beobachtet (Referenzperiode 1971 – 2000). Gemäß des RCP-Szenarios 8.5 würden zur Mitte des Jahrhunderts im Mittel jährlich nur noch 57 Frosttage und 4 Eistage auftreten.

Der beschriebene Trend lässt ein häufigeres Auftreten milderer Winter erwarten, die eine geringere Zahl an **Tagen mit Frost- und Tauwechseln** und eine verlängerte **Vegetationsperiode** nach sich ziehen.

### 2.3.2 Niederschlagsverschiebung & Trockenheit

In Bezug auf die **Jahresniederschlagssumme** sind im GMS keine eindeutigen Auswirkungen durch den Klimawandel auszumachen. Wird der Median aller Modellrechnungen herangezogen, zeigen die RCP-Szenarien 4.5 und 8.5 leicht steigende Jahresniederschläge, während infolge des RCP 2.6 langfristig keine relevanten Änderungen zu erwarten sind (siehe Tabelle 5 und Anhang B, Kapitel 1, Abbildung 3). Dabei zeigt sich eine gewisse Variabilität zwischen den Modellen, die teilweise leichte Abnahmen voraussagen, in der Mehrzahl jedoch auf geringe Auswirkungen schließen lassen – bis auf wenige Ausnahmen weicht der zukünftige mittlere Jahresniederschlag um weniger als 10 % von den derzeitigen Verhältnissen ab. Insgesamt kann für das Mittlere Schussental eine Tendenz zukünftig leicht steigender Jahresniederschläge abgeleitet werden, die aufgrund der geringen Änderungen jedoch keine statistische Signifikanz aufweist.

Neben den Niederschlagssummen ist der Zeitpunkt, wann es (wieviel) regnet, entscheidend für die Vegetation und den Bodenwasserhaushalt. Der Blick auf den Jahresgang verdeutlicht saisonale Unterschiede in der zukünftigen Entwicklung des Niederschlags. In allen RCP-Szenarien ist eine Tendenz geringerer Niederschläge im Sommer und leicht höherer Werte im Winter und Frühling zu erkennen. Am stärksten treten diese Effekte bei langfristiger Betrachtung bis Ende des Jahrhunderts und im RCP-Szenario 8.5 auf (Abbildung 12). Die RCP-Szenarien 2.6 und RCP 4.5 weisen, wenn auch in geringerer Ausprägung, dieselben Änderungsmuster auf (ohne Abb.). Die in den Abbildungen wahrnehmbare **Niederschlagsverschiebung** mit Abnahmen im Sommer und Zunahmen vornehmlich im Winter beinhaltet statistische Unsicherheiten, sollte jedoch als auffallende Tendenz mindestens Erwähnung finden.

Tabelle 5: Langjährige Änderung der mittleren Niederschlagssumme im GMS (P 15 / 85 = 15. / 85. Perzentil, P 50 = Median).

Variable	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
Jahresniederschlag [mm/Jahr]	RCP 2.6	-51	20	84	-55	22	48	-51	4	56
	RCP 4.5	-9	48	87	0	58	99	30	55	141
	RCP 8.5	3	60	96	-8	64	80	-51	95	166

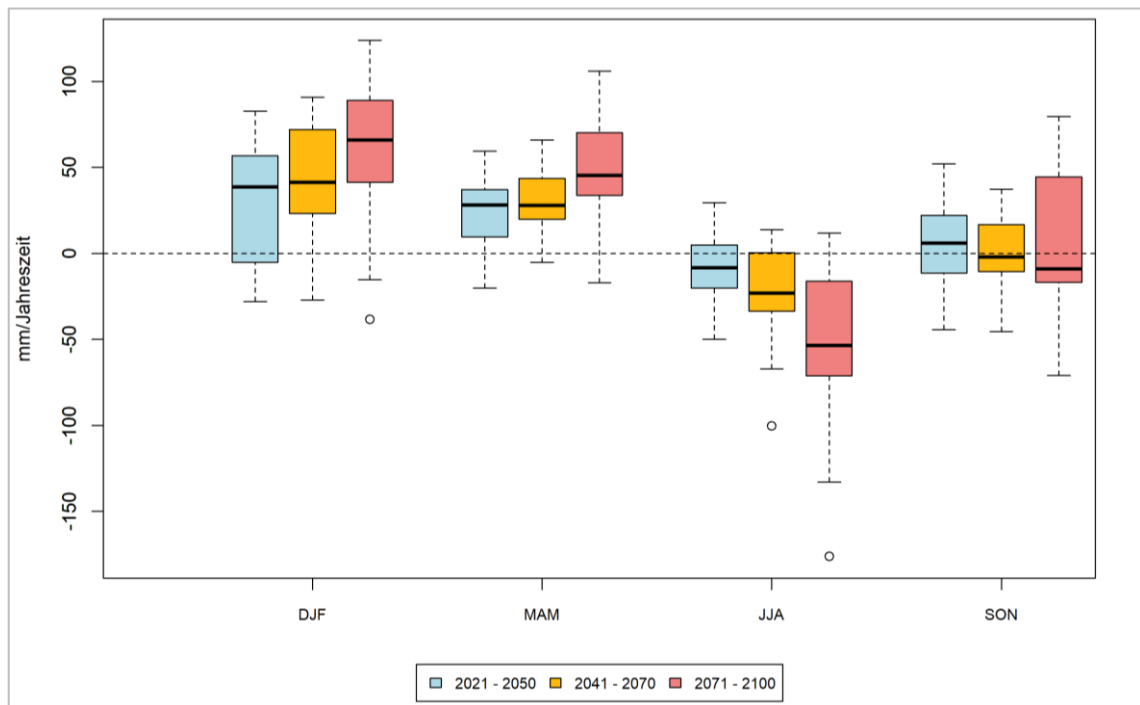


Abbildung 12: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen Niederschlagssummen im GMS (RCP 8.5).

Begriffe wie **Trockenheit** oder Dürre sind nicht eindeutig definiert und die Bewertung dieser Ereignisse hängt oftmals von der jeweiligen fachlichen oder individuellen Sichtweise ab. Im allgemeinen Verständnis sind Trockenheit und Dürre durch einen Mangel an Wasser oder Feuchtigkeit gekennzeichnet, der aus einem Niederschlagsdefizit resultiert und über einen längeren Zeitraum zu Wasserknappheit führen kann. Ein Indikator für Trockenheit ist die klimatische Wasserbilanz als Differenz von Niederschlag (Wasserangebot) zu potenzieller Verdunstung (Wasserverlust).

In Bezug auf die zukünftige Entwicklung von **Trockenperioden** sind nur bedingt Aussagen aus den EURO-CORDEX-Daten möglich, da der Parameter Bodenfeuchte nicht im Datensatz enthalten ist. Zudem wird zwar die Auftrittshäufigkeit von mittleren, langen oder extremen Trockenperioden untersucht, doch treten diese so selten auf, dass die Änderungen sehr gering ausfallen und statistisch nicht signifikant sind.

Als geeigneter Indikator kann die klimatische Wasserbilanz als Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Verdunstung herangezogen werden. Bei einer saisonalen Betrachtung weist die klimatische Wasserbilanz im RCP-Szenario 8.5 einen Rückgang in den Sommermonaten auf, der zum Ende des Jahrhunderts am deutlichsten ausfällt (Abbildung 13). Die Winter- und Frühlingsmonate zeigen dagegen leichte Zunahmen der klimatischen Wasserbilanz, sodass im Jahresmittel kein eindeutiger Trend besteht. In Bezug auf den Sommer und den Herbst zeichnet sich eine sich verschärfende Trockenheit ab, wobei davon auszugehen ist, dass sie sich auch auf die Bodenfeuchte auswirken wird. Für die RCP-Szenarien 2.6 und 4.5 gilt dieselbe Tendenz einer zunehmenden sommerlichen Trockenheit, wobei die Änderungssignale (insbesondere zum Ende des Jahrhunderts) weniger deutlich ausfallen (ohne Abbildung). Diese **saisonale Verschiebung der klimatischen Wasserbilanz** gilt für alle drei Zukunftsperioden, wobei die Effekte am deutlichsten zum Ende des Jahrhunderts auftreten. In der 1. Zukunftsperiode fallen die Änderungen in den Sommermonaten noch relativ gering aus, doch kann diese Tendenz die zukünftige Situation gerade in heute bereits von Wasserknappheit betroffenen Gebieten verschärfen. Genau wie beim Niederschlag zeigt die Entwicklung in den RCP-Szenarien 2.6 und 4.5 vergleichbare Muster (ohne Abbildung), doch muss berücksichtigt werden, dass die genannten Ergebnisse wiederum mit Unsicherheiten behaftet sind, da die Variabilität des Niederschlags mitentscheidend für die klimatische Wasserbilanz wirkt.

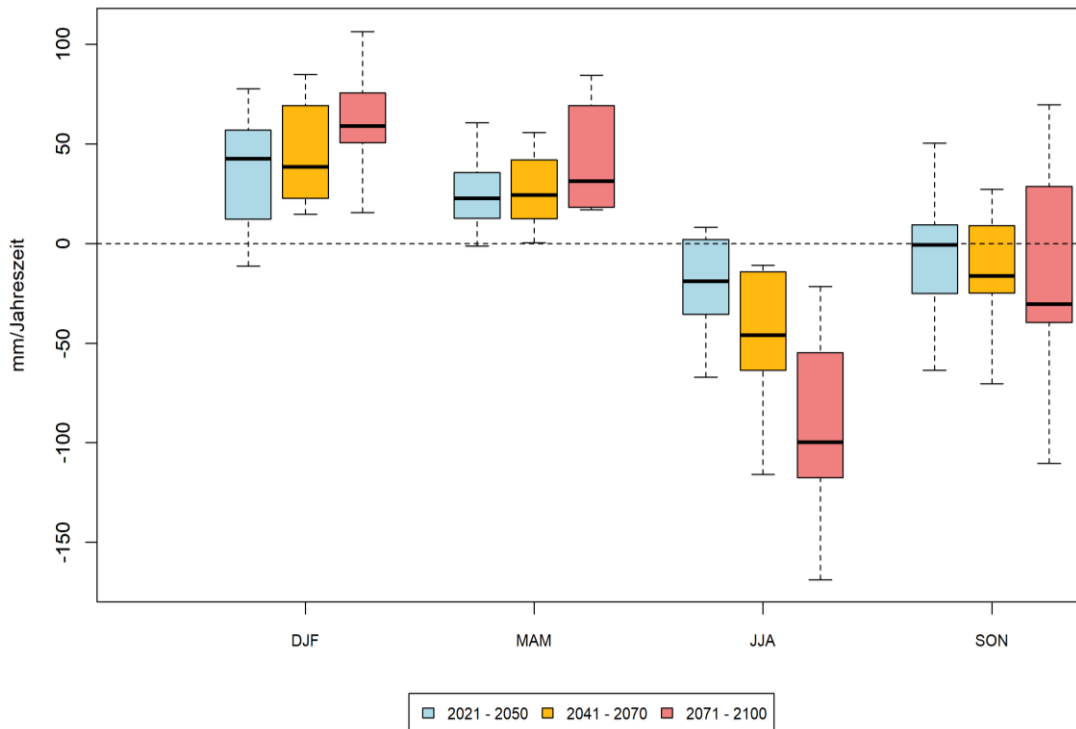


Abbildung 13: Änderung der saisonalen klimatischen Wasserbilanz in den drei Zukunftsperioden im GMS (RCP 8.5)

### 2.3.3 Starkniederschlag

Mehr noch als die mittleren Niederschlagssummen ist besonders für Städte und Gemeinden die Frage der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen relevant. Verschiedene Ereignisse in jüngster Vergangenheit haben gezeigt, dass diese ein erhebliches Schadens- und Gefahrenpotenzial besitzen.

Als Starkniederschläge (synonym: Starkregen) werden Niederschläge bezeichnet, die eine hohe Intensität, d.h. eine im Verhältnis zu ihrer Dauer große Niederschlagssumme aufweisen. Starkregenereignisse können dabei sowohl Niederschläge kurzer Dauer als auch mehrerer Stunden oder über Tage anhaltende Niederschläge sein (Rauthe et al. 2014). Neben der Dauer eines solchen Ereignisses ist die Größe der betroffenen Fläche wesentlich.

Der DWD warnt vor Starkregen in zwei Stufen, wenn folgende Schwellenwerte voraussichtlich überschritten werden: Regenmenge  $\geq 10$  mm/1 h bzw.  $\geq 20$  mm/6 h (Markante Wetterwarnung) oder Regenmenge  $\geq 25$  mm/1 h bzw.  $\geq 35$  mm/6 h (Unwetterwarnung; DWD 2020d). In der Klimaforschung wird meist die Tagesniederschlagssumme betrachtet. Dabei werden Schwellenwerte festgelegt (z. B.  $N \geq 20$  mm/d), deren Überschreitung als Starkniederschlag verstanden werden kann. Diese sind jedoch nicht einheitlich definiert, sodass verschiedene Ansätze zu deren Bestimmung existieren. In diesem Bericht werden folgende Schwellenwerte der täglichen Niederschlagssumme zur Identifizierung von Starkregenereignissen festgelegt:

- **Starker Niederschlag:**  $N \geq 10$  mm/d
- **Stärkerer Niederschlag:**  $N \geq 20$  mm/d
- **Starkniederschlag:**  $N \geq 30$  mm/d



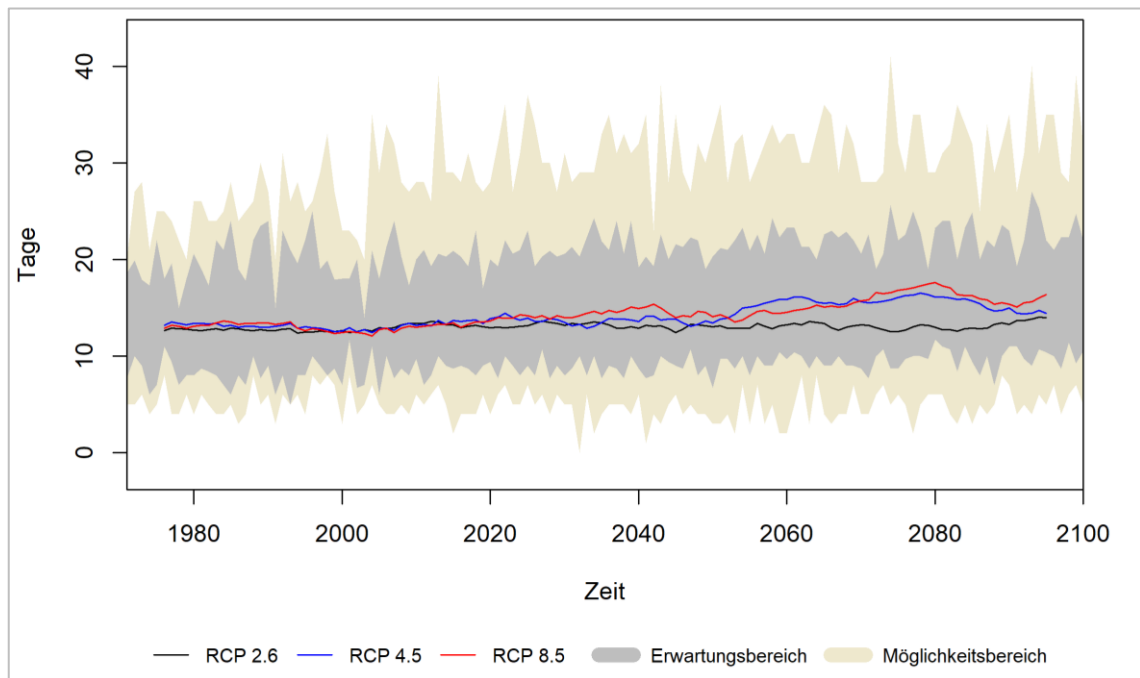


Abbildung 14: Trend der Anzahl an Tagen pro Jahr mit stärkerem Niederschlag ( $N \geq 20$  mm/d) im GMS (alle Szenarien).

Starkregenereignisse treten selten auf, sodass auch die mittleren jährlichen Änderungen der Häufigkeit solcher Ereignisse äußerst gering ausfallen und statistische Auswertungen nur bedingt möglich sind. Dies wird bspw. bei der langjährigen Entwicklung der Auftrittshäufigkeit stärkerer Niederschläge ( $N \geq 20$  mm/d) deutlich, die keinen eindeutigen Trend zulässt (Abbildung 14). Aufgrund des enormen Schadenspotenzials sollten jedoch (in absolute Zahlen) geringe Änderungen nicht außer Acht gelassen werden. So projizieren die regionalen Klimamodelle für die Ereignisse  $N \geq 10$  mm/d und  $N \geq 20$  mm/d überwiegend steigende Häufigkeiten, wobei die Zunahmen zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind (siehe Tabelle 6). Bei diesen Zahlen sind die genannten Unsicherheiten zu beachten, doch zumindest im RCP-Szenario 8.5 liefert knapp die Hälfte der Modelle signifikante Zunahmen. Starkniederschläge  $\geq 30$  mm/d treten momentan sehr selten auf (im Mittel ein Ereignis pro Jahr) und haben eine hohe räumliche und zeitliche Variabilität, sodass valide Prognosen derzeit kaum möglich sind. Gerade langfristig und unter Annahme des RCP-Szenarios 8.5 wird jedoch im Mittel mit einem zusätzlichen Starkniederschlagsereignis pro Jahr gerechnet (siehe Tabelle 6).

Die Zunahme von Tagen mit mindestens starkem Niederschlag ist verbunden mit einer Abnahme von Tagen mit Niederschlägen  $< 10$  mm/d. Angesichts kaum veränderter oder gar zunehmender Jahresniederschlagssummen bedeutet dies, dass die Häufigkeit von Tagen mit Niederschlag im Mittel abnimmt, die Niederschlagsintensität jedoch zunimmt. Mit einfachen Worten: Es regnet weniger, aber wenn, dann stärker als im Referenzzeitraum.

Die genannten Unsicherheiten bezüglich der von den Regionalmodellen abgebildeten Niederschläge ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. Dabei muss bedacht werden, dass Starkregenereignisse oftmals kleinräumig auftreten und von den, obgleich hoch aufgelösten, Regionalklimamodellen nicht erfasst und potenziell unterschätzt werden (DWD 2020a). Eine wärmere Atmosphäre kann zudem mehr Wasserdampf aufnehmen, was dazu führt, dass mehr Wasser für Niederschlagsereignisse zur Verfügung steht (vgl. ZAMG 2020). Somit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit der Zunahme starker Niederschlagsereignisse angesichts steigender Temperaturen. In Ansätzen deutet sich dieser Effekt in den bisherigen Ergebnissen an, die insb. langfristig und im RCP-Szenario 8.5 einen Anstieg der mittleren maximalen täglichen Niederschlagsmenge verzeichnen.

Tabelle 6: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkniederschlagsereignissen (Anzahl Tage pro Jahr) sowie des maximalen Tagesniederschlags im GMS (P 15 / 85 = 15. / 85. Perzentil, P 50 = Median).

Variable	Szenario	Änderung im Zeitraum gegenüber 1971 – 2000								
		2021 – 2050			2041 – 2070			2071 – 2100		
		P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85	P 15	P 50	P 85
starker Niederschlag [n/Jahr] (N > 10mm/d)	RCP 2.6	-2	2	5	-2	1	2	-3	1	3
	RCP 4.5	0	2	4	0	3	6	1	2	5
	RCP 8.5	1	3	4	1	3	4	-3	4	7
stärkerer Nieder- schlag [n/Jahr] (N > 20mm/d)	RCP 2.6	-1	1	2	-1	1	2	-1	1	2
	RCP 4.5	-1	2	2	1	2	3	2	3	3
	RCP 8.5	1	2	3	1	2	3	1	4	5
Starkniederschlag [n/Jahr] (N > 30mm/d)	RCP 2.6	0	1	1	-1	1	2	0	1	1
	RCP 4.5	0	1	2	1	1	2	1	1	2
	RCP 8.5	0	1	2	1	2	3	1	3	4
Maximaler Tagesnie- derschlag [mm/d] (höchste Tagesnieder- schlagssumme)	RCP 2.6	-2	1	4	-3	0	7	-3	-1	1
	RCP 4.5	0	2	5	-1	2	4	2	5	11
	RCP 8.5	-1	1	6	0	5	6	4	9	12

### 2.3.4 Wind & Sturm

Ein Sturm wird als „Wind von großer Heftigkeit, nach der Beaufort-Skala der Stärke 9 bis 11 [...], der erhebliche Schäden und Zerstörungen anrichten kann“ definiert (DWD 2020d). Folgende Sturmklassen werden dabei gemäß DWD anhand ihrer Windstärke eingeteilt:

- **Sturm:** Beaufort 9 (75 bis 88 km/h)
- **Schwerer Sturm:** Beaufort 10 (89 bis 102 km/h)
- **Orkanartiger Sturm:** Beaufort 11 (103 bis 117 km/h)
- **Orkan:** Beaufort 12 (> 117 km/h)

Genau wie Starkniederschläge gehören Stürme zu den seltenen Ereignissen, sodass sie nur bedingt statistisch auswertbar sind. Hinzu kommt, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich in einer wärmeren Atmosphäre aufgrund von mehr verfügbarer latenter Wärme, die beim Phasenübergang von Wasserdampf zu Flüssigwasser frei wird, potenziell stärkere Stürme ausbilden können (Pinto et al. 2009, Fink et al. 2012, Pinto und Ryers 2017). Dies hätte eine Zunahme der Sturmaktivität über Westeuropa zur Folge, wobei noch nicht eindeutig geklärt werden konnte, ob die Häufigkeit der Sturmereignisse zunimmt oder ob bei gleichbleibender Häufigkeit die Intensität steigt, also die Stärke der auftretenden Windgeschwindigkeiten (Pinto et al. 2009, Donat et al. 2010, McDonald 2011, Pinto und Ryers 2017).

Die Analyse zur Häufigkeit von **Sturmereignissen** ergab für das GMS-Gebiet in allen drei Klimaszenarien keinen eindeutigen Trend bis zum Jahr 2100 (weder Zu- noch Abnahmen; ohne Abbildung). Dementsprechend weist kaum ein Modell des Ensembles signifikante Trends auf, sodass sich keine validen Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der Auftrittshäufigkeit von Stürmen ableiten lassen.

## 2.4 Zusammenfassung der Aussagen zum Klimawandel im GMS

Die Aussagen zum erwarteten Klimawandel im Mittleren Schussental gelten für die nahe (2021 – 2050), mittlere (2041 – 2070) sowie ferne Zukunft (2071 – 2100) und stützen sich auf ein Modellensemble der EURO-CORDEX-Initiative, das verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt.

Die Projektionen verdeutlichen, dass sich der bereits beobachtete Trend einer Erwärmung im GMS zukünftig fortsetzt. So werden weiterhin steigende Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts erwartet. Die mit dem Temperaturanstieg einhergehende Erwärmung bedingt eine Zunahme an Sommertagen, Heißen Tagen und Tropennächten, zudem gibt es Hinweise, dass die Länge von Hitzeperioden zunimmt. Frost- und Eistage treten dagegen zukünftig seltener auf und sorgen für mildere Winter, was eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich zieht.

Für den Jahresniederschlag ist eine langfristig leicht steigende Tendenz im Mittleren Schussental zu erkennen. Für den Bodenwasserhaushalt und die Menge des pflanzenverfügbaren Wassers, aber auch für die Gefahr von Hochwasserereignissen entscheidender sind jedoch saisonale Verschiebungen des Niederschlags mit einem Trend zu geringeren Niederschlagsmengen im Sommer und höheren Werten im Winter und Frühjahr. Dieser Trend wirkt sich auf die klimatische Wasserbilanz aus (diese berücksichtigt Verdunstung und Niederschlag), die über das Jahr gesehen annähernd konstant bleibt, in der saisonalen Betrachtung jedoch deutliche Veränderungen zeigt. So ist in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit einem Anstieg der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen. Aufgrund geringerer Niederschläge bei steigenden Verdunstungsraten ist dagegen im Sommer von einer Abnahme der klimatischen Wasserbilanz und einem Rückgang des natürlichen Wasserangebots auszugehen. Die Projektionen der Klimamodelle legen folglich den Schluss nahe, dass in Zukunft mit einer vermehrten sommerlichen Trockenheit gerechnet werden muss. Besonders betroffen dürften dabei Gebiete sein, die heute bereits Trockenheitstendenzen aufweisen.

Starkniederschläge zählen zu den seltenen Ereignissen, sodass statistische Auswertungen nur bedingt möglich sind. Aufgrund ihres enormen Schadenspotenzials sollten jedoch selbst geringe Änderungen nicht außer Acht gelassen werden. Die regionalen Klimamodelle projizieren für Tage mit einem Niederschlag von mindestens 10 bzw. 20 mm/m<sup>2</sup> überwiegend steigende Häufigkeiten (d.h. mehr Tage pro Jahr mit solchen Niederschlagsmengen), wobei die Zunahmen zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind. Für Starkniederschläge  $\geq 30$  mm/d sind valide Aussagen derzeit kaum möglich, doch deutet sich langfristig eine Tendenz leicht steigender Auftretishäufigkeiten an. Die Zunahme von Tagen mit hohen Niederschlagsmengen ist verbunden mit einer rückläufigen Anzahl von Tagen mit Niederschlägen  $< 10$  mm/m<sup>2</sup>, woraus gefolgert werden kann, dass die Häufigkeit von Tagen mit Niederschlag im Mittel abnimmt, die Niederschlagsintensität jedoch zunimmt.

Genau wie Starkniederschläge gehören Stürme zu den seltenen Ereignissen, die nur bedingt statistisch auswertbar sind. Hinzu kommt, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Daher sind für das Mittlere Schussental keine validen Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der Auftretishäufigkeit von Stürmen ableitbar. Eine durch die zunehmende Erwärmung aufgeheizte Atmosphäre besitzt jedoch mehr latente Wärme, woraus sich ein Potenzial für heftigere Sturm- und Starkregenereignisse ergibt. Daher sollten Stürme, obwohl mit den derzeitigen Modellen keine zunehmende Häufigkeit nachweisbar ist, bei Klimaanpassungsmaßnahmen in Betracht gezogen werden – nicht zuletzt angesichts des Ausmaßes und der Häufung jüngster Ereignisse (u.a. Orkan „Kyrill“ im Januar 2007, Sturmtief „Xaver“ im Dez. 2013, Sturmtief „Eberhard“ im März 2019, Sturmtief „Ylenia“ im Februar 2022).

### 3. Betroffenheit der Handlungsfelder im GMS

#### 3.1 Die Handlungsfelder im GMS

Das vorangegangene Kapitel liefert zwei grundlegende Erkenntnisse: erstens sind die Folgen des Klimawandels im Mittleren Schussental bereits heute mess- und spürbar; zweitens wird der Klimawandel weiter fortschreiten und das Mittlere Schussental in Zukunft vor immer größere Herausforderungen stellen. Die Auswirkungen des Klimawandels werden in unterschiedlichen Bereichen der Umwelt und Gesellschaft zu spüren sein. Klimawandelfolgen können bspw. das tägliche Leben der Menschen im Mittleren Schussental beeinflussen, Einfluss auf die lokale Land- und Forstwirtschaft oder auch auf die verschiedenen Ökosysteme und Biotope vor Ort nehmen.

Um die verschiedenen gesellschaftlichen Bereiche, in denen die Klimawandelfolgen wirken, systematisch aufzubereiten, wurden **acht Handlungsfelder** für das Mittlere Schussental identifiziert (Tabelle 7). Sie gliedern sich in siedlungsraumbezogene (A-B) und freiraumbezogene Handlungsfelder (C-G) und ein strukturelles Handlungsfeld (H). Die ersten sieben Handlungsfelder wurden in einem partizipativen Prozess mit der Projekt- und Steuerungsgruppe während des Projekts definiert. Das achte Handlungsfeld wurde im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung (Bürgerinformationsveranstaltung) des KLAK nachträglich ergänzt. Es rundet somit die Klimaanpassungsstrategie des GMS um die Komponenten Beteiligung, Sensibilisierung der Öffentlichkeit und Verwaltungshandeln und Politik ab. Für die Handlungsfelder A bis G wurde eine Betroffenheitsanalyse durchgeführt (Abschnitte 3.2-3.8) und darauf aufbauend eine Anpassungsstrategie entwickelt.

Tabelle 7: Handlungsfelder im Klimaanpassungskonzept des GMS (Quelle: HHP 2023)

KARTEN-CODE	HANDLUNGSFELDER
A	Menschliche Gesundheit und Risikovorsorge
B	Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung
C	Boden und Bodenschutz
D	Wasser und Wasserhaushalt
E	Landwirtschaft
F	Wald- und Forstwirtschaft
G	Ökologie und Biodiversität
H	Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung

Die Methodik der Betroffenheitsanalyse orientiert sich an der Klimaanpassungsstrategie des Landes Baden-Württemberg (siehe UM BW & LUBW 2015a). Diese landesweite Grundlage stellt eine Reihe von Fachgutachten zur Verfügung, um die kommunale Klimaanpassung zu unterstützen. Davon flossen die Fachgutachten der Handlungsfelder Stadt- und Raumplanung (HEMBERGER & UTZ 2013), Naturschutz und Biodiversität (SCHLUMPRECHT 2013), Boden (BILLEN & STAHR 2013) sowie Wasserwirtschaft (STEINMETZ et al. 2013) in die Bearbeitung der freiraumbezogenen Handlungsfelder ein. Die Bearbeitung der Handlungsfelder erfolgte in Abhängigkeit der verfügbaren Daten und wurde daher in unterschiedlicher Untersuchungstiefe durchgeführt.

In den Kapiteln zu den jeweiligen Betroffenheitsanalysen werden zunächst jeweils die erwartbaren Auswirkungen des Klimawandels auf die Handlungsfelder dargestellt und im Anschluss die Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse ausgeführt.

## 3.2 Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit und Risikovorsorge

### 3.2.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels

Die menschliche Gesundheit und das körperliche Wohlbefinden werden stark durch **temperaturabhängige Parameter** beeinflusst, wobei vor allem Hitzeperioden eine hohe Belastung für die Bevölkerung darstellen.

Durch die im vorangegangenen Kapitel (Kapitel 2) beschriebene Analyse der klimatischen Situation im GMS wird deutlich, dass es im Mittleren Schussental schon heute regelmäßig thermisch belastende Wetterlagen gibt (z. B. im Mittel in den letzten Jahren mehr als 13 Heiße Tage pro Jahr). Außerdem deuten Ergebnisse von regionalen Klimamodellen darauf hin, dass die Häufigkeit, Dauer und Intensität von Hitzeperioden auch im Mittleren Schussental weiter zunehmen wird (bspw. Zunahme von Heißen Tagen und Tropennächten). Über die im Rahmen des KLAKE durchgeführte Stadtklimaanalyse (siehe Anhang A<sup>9</sup>) wurden konkrete Räume identifiziert, die in sommerlichen austauscharmen Wetterlagen bereits heute oder aber mit hoher Wahrscheinlichkeit in Zukunft eine **erhöhte Wärmelast** aufweisen. Die Folgen der im Rahmen des Klimawandels erwarteten allgemeinen Temperaturzunahme für die menschliche Gesundheit sind vielfältig und werden im Abschnitt 3.2.3 genauer beschrieben.

Neben Hitzeperioden können auch Extremwetterereignisse wie Starkregen und Stürme für Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit sorgen (bspw. erhöhtes Unfallrisiko, Schäden an Infrastruktur, etc). Im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts wurden keine räumlichen Analysen zu diesen Parametern durchgeführt, doch ist festzuhalten, dass mindestens in Bezug auf Starkregen mit einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität im GMS gerechnet werden muss, was bei Maßnahmen zur Klimawandelanpassung zu berücksichtigen ist.

### 3.2.2 Urbane Wärmeinseln und human-bioklimatische Situation

Zum aktuellen (Stadt-)Klima im Mittleren Schussental konnten bislang Aussagen aus regionalen Untersuchungen (REKLIBO /REKLISCHUB) und diversen Einzelgutachten abgeleitet werden (Schwab & Zachenbacher 2009). Für Planungsprozesse oder die gezielte Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen (gesamter Gemeindeverband; einzelne Kommunen) ist jedoch eine genaue Kenntnis bspw. von überwärmten Bereichen oder klimatisch bedeutenden Grünflächen nötig und eine modellhafte Untersuchung zukünftiger Entwicklungen hilfreich. Daher wurden im Rahmen des Projekts mehrere hochauflösende Rechnungen mit dem Stadtklimamodell FITNAH 3D durchgeführt, die das klimatische Geschehen, sowohl am Tag als auch in der Nacht und für zwei Zukunftsszenarien<sup>10</sup>, flächenhaft für das gesamte Mittlere Schussental darstellen. Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der Stadtklimaanalyse für das Handlungsfeld Menschliche Gesundheit zusammengefasst, die eine wichtige Grundlage für die abgeleiteten Ziele und Maßnahmen bilden. Weiterführende Aussagen und die methodischen Hintergründe werden im Anhang A: „Technischer Bericht zur Stadtklimaanalyse“ beschrieben.

Ein zentraler Parameter bei der Beschreibung der human-bioklimatischen Situation ist die **nächtliche Lufttemperatur**. Nachts kühlen sich Freiflächen stark ab und können mit ihrer Kühlwirkung und als Kaltluftentstehungsgebiete wichtige stadtklimatische Funktionen bereitstellen. Im Vergleich zu den weitläufigen Grün- und Freiflächen im unbebauten Umland weist der Siedlungsraum<sup>11</sup> im mittleren Schussental eine

<sup>9</sup> Anhang A: Technischer Bericht zur Stadtklimaanalyse im Projekt „Klimaanpassungskonzept GMS“

<sup>10</sup> Betrachtungshorizont 2030 – 2040; Szenario „schwacher Klimawandel“ (P1) = zusätzlicher Temperaturanstieg von 0,8 °C; Szenario „starker Klimawandel“ (P2) = zusätzlicher Temperaturanstieg von 2,2 °C und eine verringerte Bodenfeuchte (Details siehe Anhang A, Kap. 5.2)

<sup>11</sup> Siedlungsraum = Neben den überbauten und/oder versiegelten Flächen in Wohn- und Gewerbegebieten sowie im Verkehrsraum, sind hier auch die damit direkt verbundenen Freiflächen wie Gärten oder Grünstreifen gemeint.

deutliche nächtliche Überwärmung auf, die in der Spitze zu 5-7 °C höheren Temperaturen als im Umland führen kann. Dieser in Städten typische „Wärmeinseleffekt“ kommt vor allem nachts zum Tragen und geht u.a. auf den höheren Versiegelungsgrad bzw. geringeren Grünanteil, die Beeinträchtigung der Strömung durch Hindernisse sowie Emissionen aus Verkehr, Industrie und Haushalten zurück. In allen GMS-Gemeinden treten schon heute insbesondere Gewerbegebiete aufgrund ihres hohen Versiegelungsgrad als stark überwärmte Bereiche hervor, während Wohngebiete ein überwiegend mittleres, am Siedlungsrand und in aufgelockerter Bauweise sogar geringes Belastungsniveau aufweisen (Abbildung 15). Im Szenario starker Klimawandel mit dem Blick auf den Zeithorizont 2030 – 2040 ist dieser Wärmeinseleffekt immer noch vorhanden, aber das generelle Belastungsniveau steigt. Insbesondere in den dichter bebauten Gebieten fällt die Temperatur nachts nicht unter 18°C, was den Schlaf der Anwohner negativ beeinflussen kann (siehe: Schlecht-Schlaf-Index, GERICS 2018, nach Williams et al. 2012, Abbildung 16).

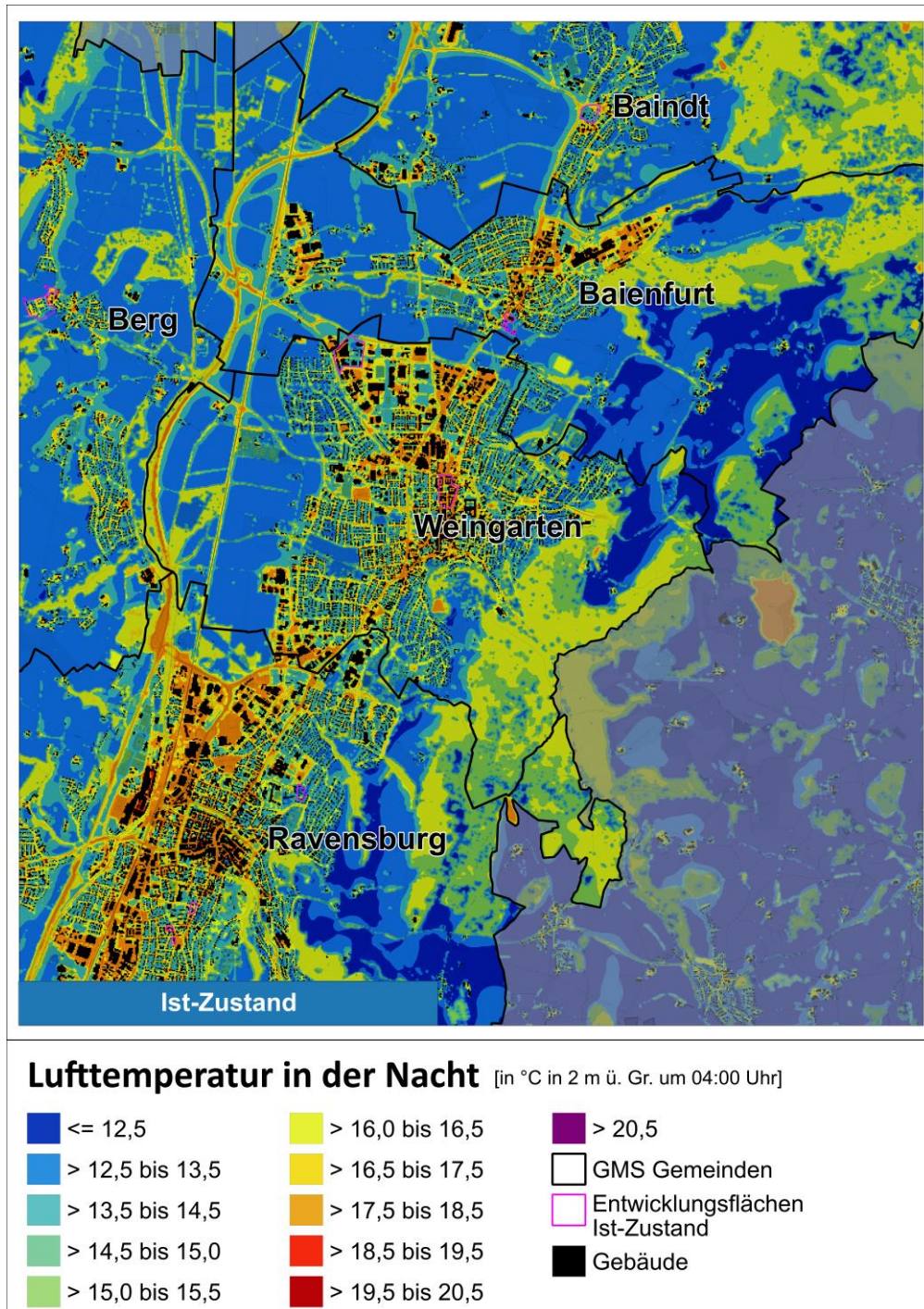
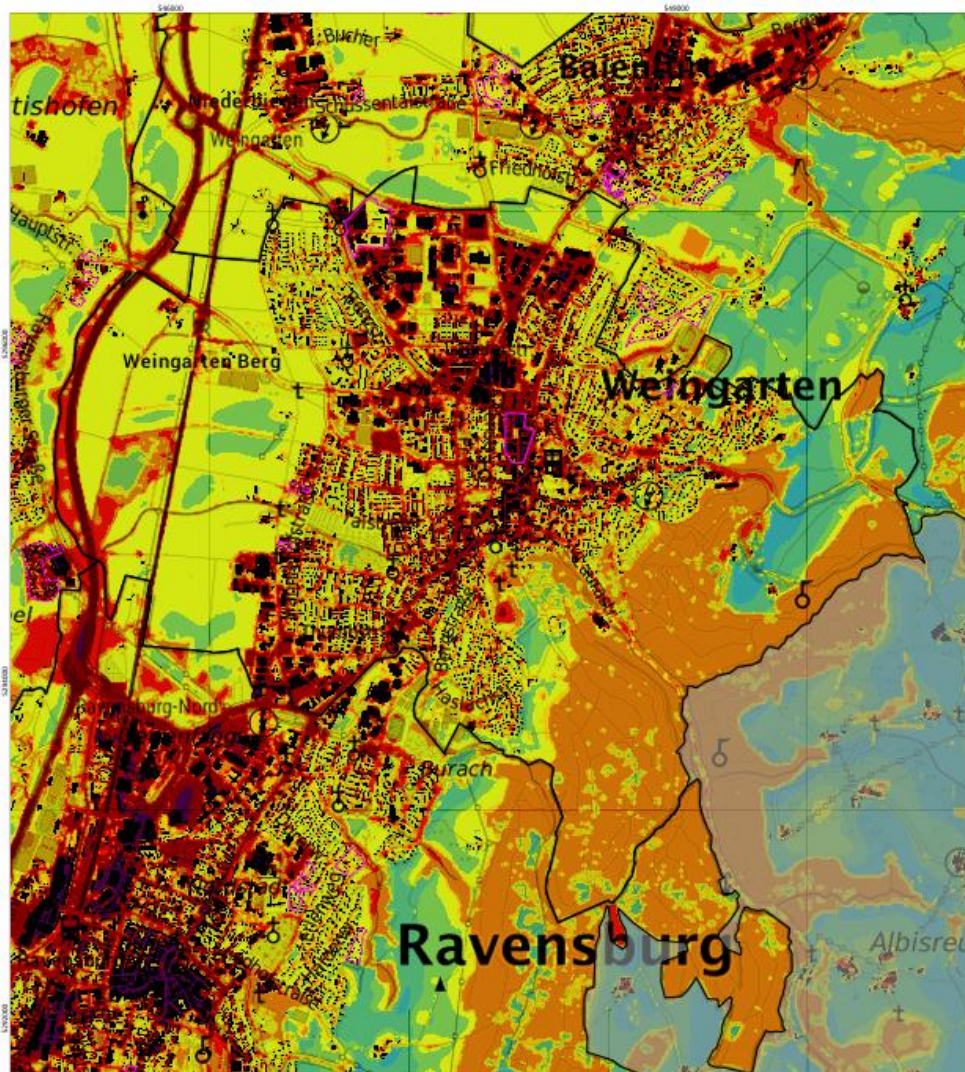


Abbildung 15, Ausschnitt Karte AB 1: Nächtliche Überwärmung des Siedlungsraumes im GMS für das heutige Klima.



**Lufttemperatur in der Nacht** [in °C in 2 m ü. Gr. um 04:00 Uhr]

**- Szenario starker Klimawandel -**

<= 12,5	> 15,5 bis 16,5	> 20,5
> 12,5 bis 13,5	> 16,5 bis 17,5	GMS Gemeinden
> 13,5 bis 14,5	> 17,5 bis 18,5	Entwicklungsflächen Ist-Zustand
> 14,5 bis 15,0	> 18,5 bis 19,5	Entwicklungsflächen Zukunft
> 15,0 bis 15,5	> 19,5 bis 20,5	Gebäude

Abbildung 16, Ausschnitt Karte AB 3: Nächtliche Überwärmung des Siedlungsraumes des GMS für das Szenario "Starker Klimawandel".

Als Maß für die Wärmebelastung im Außenraum wird die PET um 14:00 Uhr betrachtet (**Physiologisch Äquivalente Temperatur**). Neben der Temperatur berücksichtigt die PET u.a. die Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung und kann, vereinfacht ausgedrückt, als gefühlte Temperatur verstanden werden. Die Modellrechnung beruht auf der Annahme einer sommerlichen Strahlungswetterlage ohne Bewölkung, sodass die Wärmebelastung stark von der Verschattung gesteuert wird ( $T_{max}$  um 30°C, Details siehe Anhang A, Kapitel 5.4). Die geringsten Werte finden sich entsprechend in Wäldern oder mit Bäumen bestandenen Grünzügen, aber auch in der Nähe von Gewässern wie bspw. entlang der Schussen



(blaue Farbtöne in Abbildung 17). Je nach Bebauungsdichte und Grünanteil weisen die GMS-Siedlungsräume im heutigen Klima mäßige bis starke Wärmebelastungen auf (grün bis orange) (siehe Anhang A). Die höchsten Werte sind im Straßenraum und auf versiegelten Plätzen und Gewerbeflächen zu finden (extreme Wärmebelastung). Unter der Annahme eines heutigen Sommertags ohne Bewölkung zeigen auch unversiegelte Freiflächen relativ hohe Wärmebelastungen (bspw. Ackerland), wobei diese Flächen ohnehin nicht für den Aufenthalt der Bevölkerung gedacht sind. Im unten dargestellten Szenario starker Klimawandel hebt sich das Temperaturniveau bis 2030/2040 so deutlich, dass nun in fast allen Siedlungsbereichen starke bis extreme Wärmebelastungen am Tag auftreten.

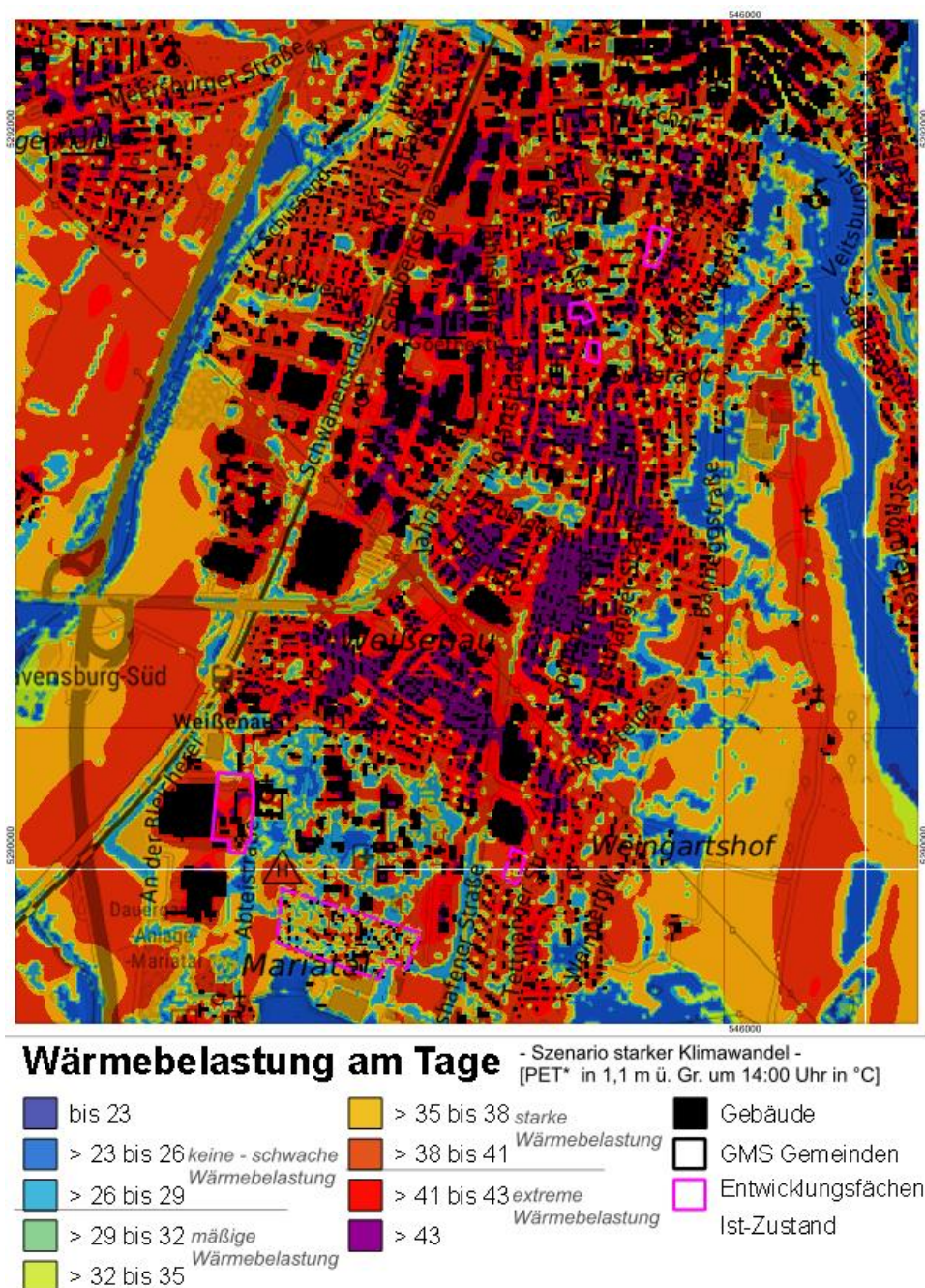


Abbildung 17, Ausschnitt Karte AB 9: Wärmebelastung am Tag im Siedlungsraum des GMS für das Szenario "Starker Klimawandel".

Die hochaufgelösten Ergebnisse der Modellrechnung sind die Basis der Stadtklimaanalyse Mittleres Schussental und erlauben Aussagen zu den Klimaparametern verschiedener Flächen auf kleinskaliger Ebene. Für die tägliche Arbeit in der Planungspraxis und die Weiterverwendung in Fachkonzepten, wie dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept, ist das Inwertsetzen der Ergebnisse, z. B. in Form der sogenannten **Planungshinweiskarte (PHK)** noch wichtiger (siehe Anhang A, Kapitel 8). In dieser wird eine Bewertung der Siedlungs- und Straßenflächen bzw. Plätze als „Wirkungsraum“ sowie der Grünflächen als „Ausgleichsraum“ hinsichtlich ihrer bioklimatischen Situation vorgenommen und mit allgemeinen Planungshinweisen verbunden. Die Bewertungen beruhen auf den klimaökologischen Funktionen, ohne die Belange weiterer Fachplanungen zu berücksichtigen, d.h. die Planungshinweiskarte stellt aus klimafachlicher Sicht gewonnenes Abwägungsmaterial dar.

In der PHK orientiert sich die **Bewertung der Grünflächen** zum einen an ihrer Funktion für den Kaltlufthaushalt des Stadtgebiets, sodass den genannten Kaltluftleitbahnen bzw. den für das Kaltluftprozessgeschehen wichtigen Grünflächen die höchste bioklimatische Bedeutung zugeschrieben werden (Abbildung 18). Zum anderen wird die Aufenthaltsqualität am Tage, die diese Flächen bieten, dagegen abgewogen. Für den Kaltlufthaushalt wichtige Freiflächen (bspw. südlich von Baienfurt) sind an Sommertagen teilweise von geringerer Bedeutung, da die fehlende Verschattung zu einer starken Wärmebelastung führt. Umgekehrt weisen Wälder am Tage eine höhere Bewertung als in der Nacht auf. Die höchsten klimaökologischen Funktionen erfüllen Grünflächen, denen sowohl tagsüber als auch nachts eine hohe Bedeutung zugeschrieben wird und die somit aus stadtklimatischer Sicht besonders erhaltens- und schützenswert sind (bspw. entlang des Sulzmoosbachs bei Baidt). Die Bewertung ist auf die gegenwärtige Siedlungsstruktur ausgerichtet, (siedlungsferne) Grünflächen ohne relevante Klimafunktionen sind von geringerer Bedeutung. Im Falle einer Bebauung auf den Flächen bzw. in ihrer näheren Umgebung muss die Bewertung jedoch ggf. neu vorgenommen werden. Neben den Kaltluftleitbahnen ist in der Karte das Strömungsfeld in Pfeilsignatur dargestellt, um das Strömungssystem außerhalb der Siedlungsräume abzubilden und damit mögliche klimaökologische Konflikte bei etwaigen größeren Vorhaben erkennen und berücksichtigen zu können

Die **Bewertung der Siedlungsflächen** betrachtet zum einen tagsüber die Wärmebelastung außerhalb von Gebäuden. Dabei sind Wohn- und Gewerbegebiete gleichermaßen von Bedeutung, um die Auswirkungen auf die Wohn- sowie arbeitende Bevölkerung abzubilden. In den Vordergrund rücken zudem der Straßenraum für Wegebeziehungen und Pendlerströme sowie die Aufenthaltsqualität auf Plätzen und Grünflächen. Die höchsten Belastungen im Siedlungsraum treten in hochversiegelten Räumen mit geringer Grün- ausstattung auf, insb. in Gewerbegebieten und auf Plätzen. Zum anderen basiert die Bewertung auf der nächtlichen Überwärmung, wo bspw. die hochversiegelten Gewerbegebiete die ungünstigsten Bedingungen aufweisen. Der Fokus für die Nacht liegt jedoch auf der Möglichkeit eines erholsamen Schlafs und damit auf der Wohnbebauung. In den dichter bebauten Bereichen der verschiedenen Orte im Mittleren Schussental treten teilweise ungünstige bioklimatische Bedingungen auf, zu deren Verbesserung proaktiv Maßnahmen angegangen werden sollten. Ähnlich wie Gewerbegebiete steht der Straßenraum in der nächtlichen Betrachtung weniger im Vordergrund, doch geben aufgeheizte Plätze und Straßen nachts ihre Wärme an die Umgebung ab und beeinflussen damit ebenfalls die Situation in der umliegenden Bebauung.

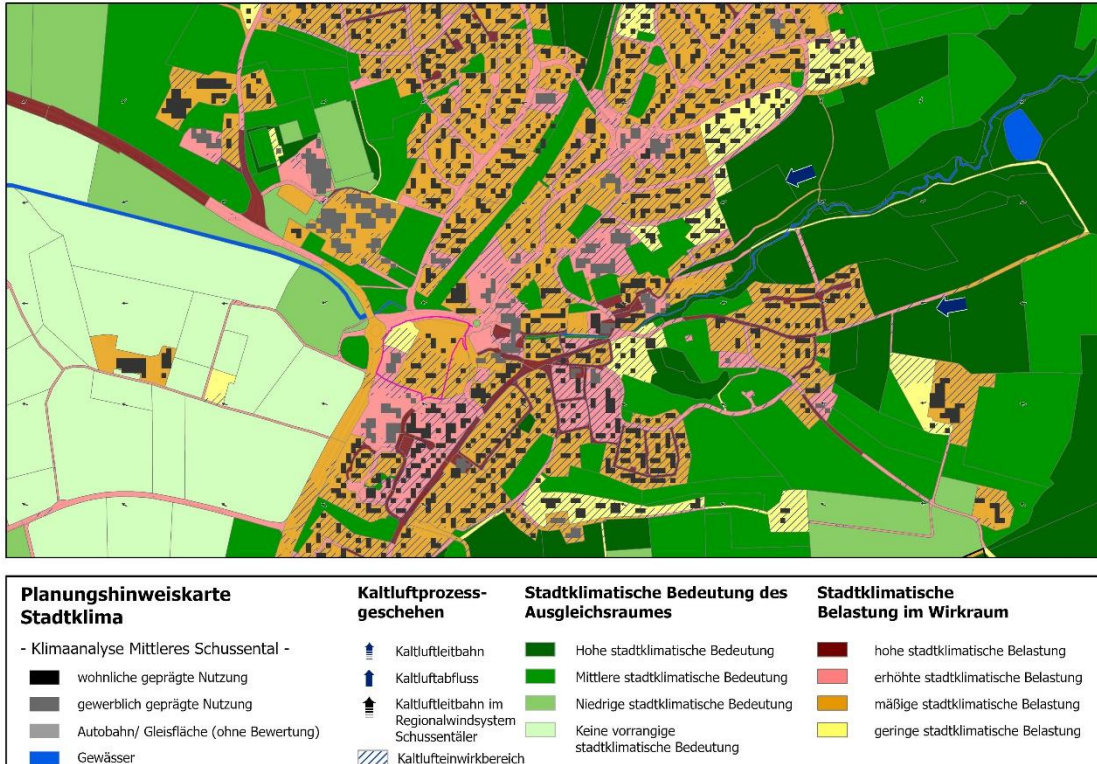


Abbildung 18, Ausschnitt Karte AB 25 (verkürzte Legende): Bewertung der stadtklimatischen Belastung im Wirkraum bei Baidt für das heutige Klima.

Mit den Ergebnissen der Planungshinweiskarten (und den vorbereitenden Bewertungskarten, siehe Anhang A) können „Hotspots“ identifiziert werden, in denen Anpassungsmaßnahmen bspw. zur Hitzevorsorge im Innen- und Außenraum vorrangig umgesetzt werden sollten (siehe Abbildung 19). Dabei wurde, je nachdem wie stark die heutige Belastung ausfällt, zwischen heutigen und zukünftigen Hotspots differenziert. Die heutigen Hotspots sind schon heute während belastender Wetterlagen mit thermischen Belastungen assoziiert und dort sollten prioritär Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden. Die zukünftigen Hotspots sind heutzutage noch nicht so stark thermisch belastet, werden dies aber in absehbarer Zeit sein, und sind vorrangig unter der Perspektive eines voranschreitenden Klimawandels zu beachten.

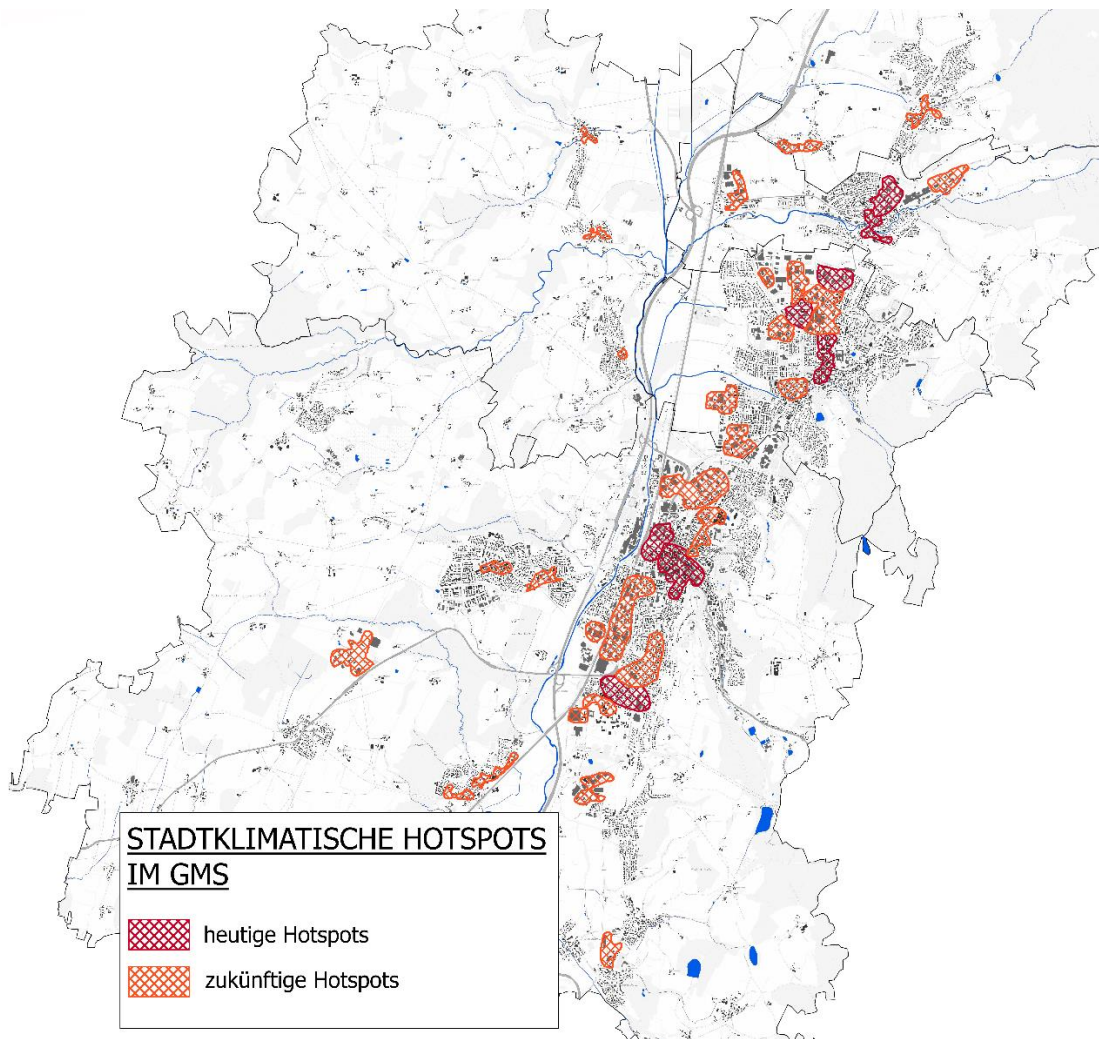


Abbildung 19, Ausschnitt Karte AB 26: Aus der SKA abgeleitete Stadtklimatische Hotspots für den GMS.

### 3.2.3 Folgen der Klimaveränderungen für die Bevölkerung im GMS

Aus den Erfahrungen der vergangenen Sommer kann festgehalten werden, dass Hitzestress bereits als Problem im GMS wahrgenommen wird. Infolge der beschriebenen häufigeren und länger anhaltenden Hitzeperioden ist mit einer steigenden Belastung für die Bevölkerung im GMS zu rechnen, woraus sich eine Beeinträchtigung der Lebensqualität und eine geringere Leistungsfähigkeit (von Schülern, Beschäftigten, etc.) ergeben kann. Weiterhin kann die Belastung zu gesundheitlichen Risiken führen. Wie stark Hitze als Stress empfunden wird, ist von Person zu Person verschieden, es gibt jedoch Personengruppen, die als empfindlicher gegenüber Hitzebelastungen gelten (vulnerable Gruppen) – sei es, weil ihr Organismus anfälliger gegenüber Hitze reagiert oder sie geringere Anpassungskapazitäten haben. Mit fortschreitendem Alter verlangsamt sich bspw. der Prozess zur Regulierung der Körpertemperatur, sodass die Fähigkeit zur körperlichen Wärmeabgabe abnimmt. In Verbindung mit dem demographischen Wandel muss demnach davon ausgegangen werden, dass das Risikopotenzial hitzebedingter Erkrankungen und Todesfälle steigt. Zudem gelten Kleinkinder (eingeschränkte Anpassungsfähigkeit) und chronisch kranke Personen (Vorbelastungen) als vulnerabel. Eine geringere Anpassungskapazität kann sich aber auch aus sozioökonomischen Faktoren ergeben, bspw. wenn finanzielle Mittel für einen Sonnenschutz oder für wärmeisolierende Maßnahmen an Wohngebäuden fehlen.

Nicht nur Hitzeperioden, sondern auch andere Extremwetterereignisse bergen ein hohes Risiko für die menschliche Gesundheit (Starkregen, Stürme), das sich insbesondere durch die erwartete Zunahme von Starkregenereignissen erhöht. Neben den direkten Auswirkungen auf den Menschen können Extremwetterereignisse zu Schäden an Gesundheitsinfrastrukturen (bspw. überflutete Rettungswege) und einer erhöhten Belastung für Rettungsdienste, die Feuerwehr, Krankenhäuser, etc., führen.

Die geänderten Klimaverhältnisse können zu einem Anstieg allergischer Reaktionen führen, da sie eine Etablierung neuer Arten mit Allergiepotezial begünstigen (bspw. Neophyten wie Riesen-Bärenklau, Beifuß-Ambrosie). Durch den Klimawandel wird mit einer Verlängerung der Vegetationsphase gerechnet, wodurch auch mit einer längeren Pollensaison zu rechnen ist. Betroffene Personen werden somit in Zukunft voraussichtlich an mehr Tagen im Jahr mit den Symptomen ihrer Allergie belastet sein. Darüber hinaus wird angenommen, dass einige Pflanzenarten mit einer gesteigerten Pollenproduktion auf den Klimawandel reagieren und dass infolgedessen längere und stärkere Allergiesymptome auftreten können. Die Verbreitung invasiver Arten (wie asiatischer Tigermücke und bestimmter Zeckenarten) kann zukünftig gesundheitlich problematisch sein, da viele dieser Arten auch als Überträger von Krankheitserregern fungieren.

Die Qualität von Gewässern wird stark von anthropogenen Stoffeinträgen beeinflusst. Höhere Gewässertemperaturen infolge des Klimawandels können die Gewässerqualität zusätzlich herabsetzen (z. B. Vermehrung von Bakterien im Gewässer, Auftreten neuer Mikroorganismen und Krankheitserreger). Auch wenn in der Vergangenheit bereits gelegentlich Badegewässer im GMS infolge von Blaualgen gesperrt wurden, stellte sich die Gewässerqualität im Allgemeinen und die Trinkwasserqualität im Besonderen im Zuge der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes nicht als prioritäre Problematik im GMS heraus, so dass die damit einhergehenden Risiken für die menschliche Gesundheit nicht vertieft beleuchtet wurden. Das Thema der steigenden Gewässertemperaturen wird im Handlungsfeld Wasser und Wasserhaushalt, in Zusammenhang mit dem Handlungsfeld Ökologie, näher betrachtet.

### **3.3 Handlungsfeld: Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**

#### **3.3.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels**

Bezogen auf die Themen Bauen und Wohnen, aber auch Freiraum und Siedlungsentwicklung werden für das GMS-Gebiet vielfältige Auswirkungen erwartet. Es wird erwartet, dass sich die in Kapitel 2 und 3.2 beschriebenen klimatischen Veränderungen (Temperaturzunahme, Hitzeperioden, usw.) und die Zunahme von Extremwetterereignissen direkt auf die bestehenden Gebäude und die Infrastruktur, sowie deren Nutzbarkeit, auswirkt. Darüber hinaus beeinflussen diese Parameter und die Zunahme von sommerlicher Trockenheit die Ansprüche an die Freiraum- und Siedlungsentwicklung. Die Folgen dieser Auswirkungen werden im Abschnitt 3.3.3 näher beschrieben.

### 3.3.2 Stadtklimatisch wirksame Kaltluftprozesse und wertvolle Ausgleichsräume

Zwischen dem kühleren Umland und dem Siedlungsraum können sich lokale Ausgleichsströmungen bilden und für Entlastung im Stadtgebiet sorgen. Neben reliefbedingten Hangabwinden sind durch den Temperaturunterschied hervorgerufene Flurwinde die wichtigsten dieser Windsysteme, die im günstigsten Fall über zusammenhängende Grünzüge Kalt- und Frischluftzufuhr bis weit in die Siedlungsräume erlauben. Abgebildet werden diese Prozesse bspw. in der sogenannten **Klimaanalysekarte** (Abbildung 20, siehe auch Anhang A, Kapitel 7).

Besonders wichtige Funktionen als „Kaltluftleitbahnen“ finden sich sowohl entlang der zahlreichen Tobel (z. B. nördlich der Wolfegger Ach) als auch entlang der steileren Hänge (z. B. Kaltluftabflüsse westlich von Ettishofen). Besondere Bedeutung für das SchusSENTal hat dabei sowohl heute als auch in Zukunft das Regionalwindssystem SchusSENTäler. Diese wichtige Leitbahn für Kaltluft konnte in zahlreichen Untersuchungen beschrieben werden und erstreckt sich den bisherigen Erkenntnissen nach, bezogen auf das GMS- Gebiet vom Ort Weiler in der Gemeinde Berg bis weit südlich der Stadt Ravensburg.

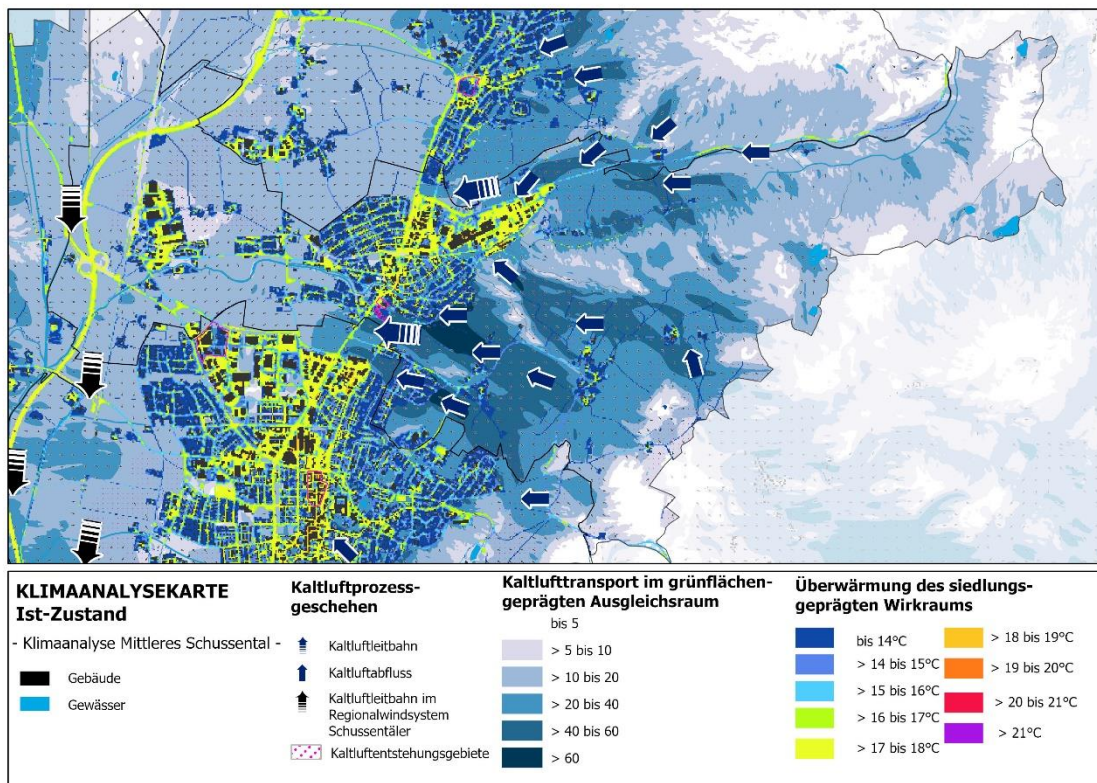


Abbildung 20, Ausschnitt Karte AB 16: Auszug Klimaanalysekarte bei Baienfurt.

In Kapitel 3.2.2 wurden bereits räumliche Muster der **PET** erläutert. Neben den beschriebenen Wäldern und gewässernahen Flächen, treten auch begrünte Innenhöfe oder Friedhöfe als Bereiche mit geringer Wärmebelastung am Tage hervor. Daraus lässt sich rückschließen, welche dieser Gebiete sich an heißen Sommertagen als Rückzugsorte für die Bevölkerung des mittleren SchusSENTals eignen. Insbesondere an der Analysekarte mit Darstellung der PET zum Szenario starker Klimawandel (Zeithorizont 2030 – 2040) (siehe Karte AB 9) sieht man, welche Grünflächen besonderen Schutz bieten, wenn sie für die Zukunft in ihrer jetzigen Form erhalten bleiben (beispielsweise: Schwanenweiher und Flächen rund um die PH Weingarten, Abbildung 21).

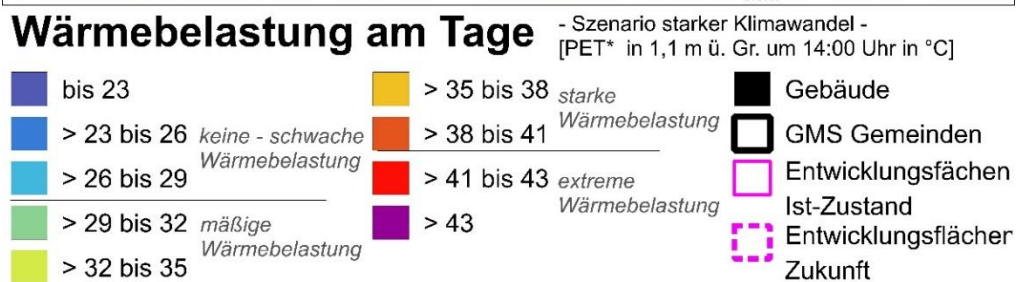
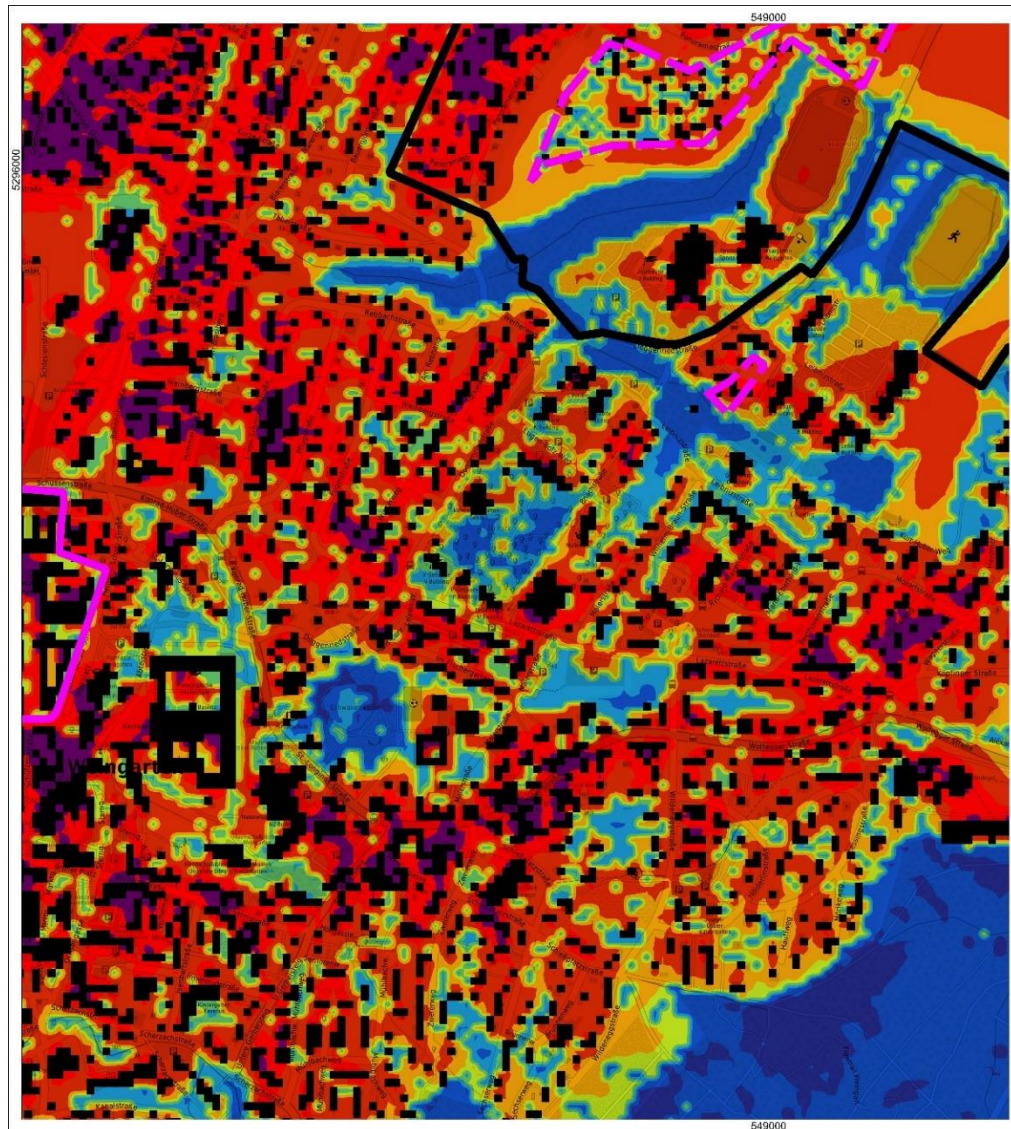


Abbildung 21, Ausschnitt Karte AB 9: Innerstädtische Grünflächen mit geringer Wärmebelastung im GMS.

Mit den Ergebnissen der Planungshinweiskarten können zusätzlich zu den oben beschriebenen „Hot-spots“ weitere wichtige **Ableitungen** getroffen werden. Zum einen wird aus den Ergebnissen ersichtlich, welche öffentlich zugänglichen Grünflächen aus stadtklimatischer Sicht besonders wertvoll sind (Abbildung 22). Dies bezieht sich vorrangig auf innerstädtische und siedlungsnahen Parks und Wälder, die insgesamt eine gute Aufenthaltsqualität bieten.

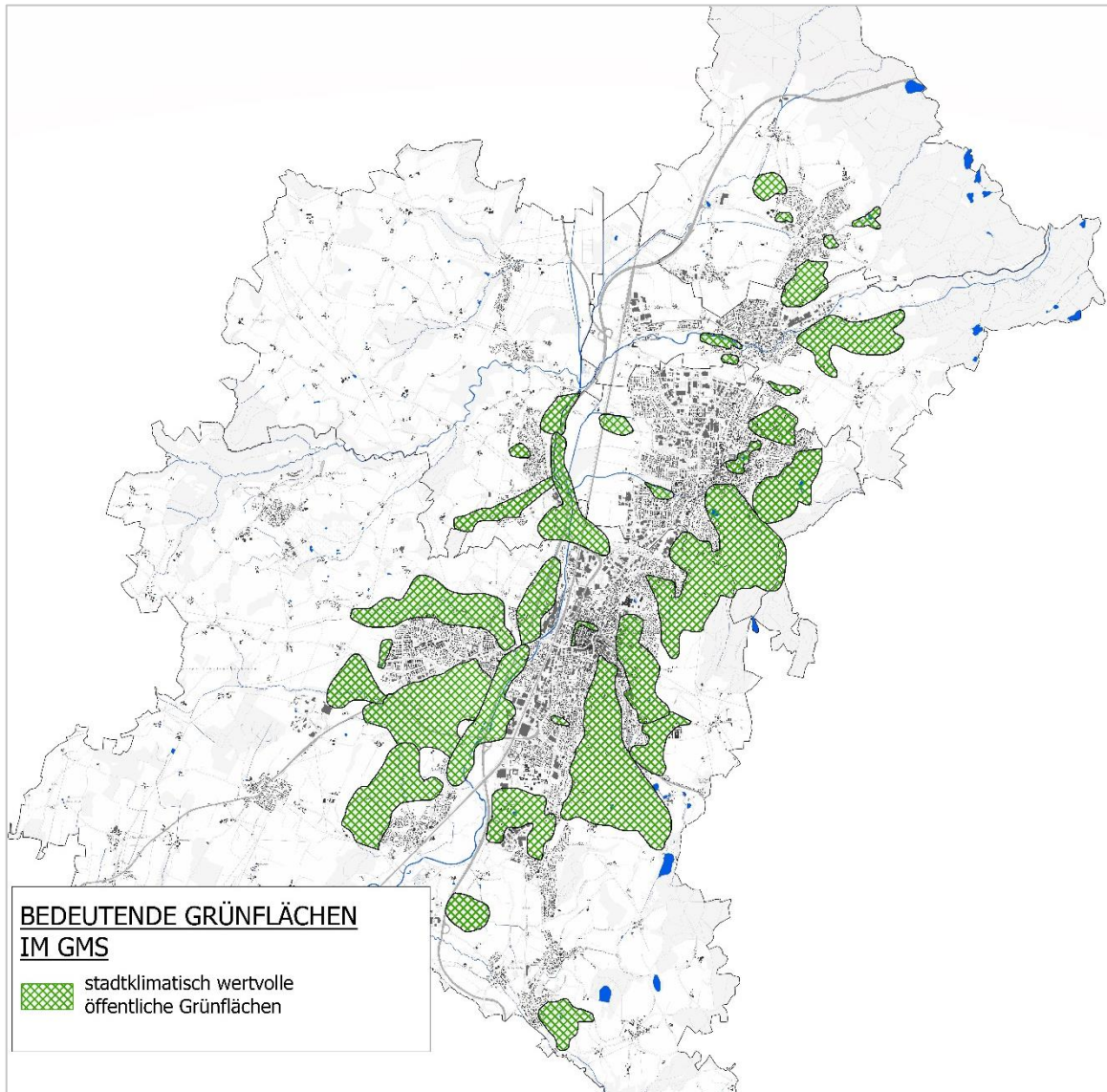


Abbildung 22, Karte AB 27: Stadtklimatisch wertvolle öffentlich zugängliche Grünflächen im GMS.

Abschließend wurden auf Basis der Modellergebnisse die wichtigsten, in Verbindung mit Kaltluftleitbahnen und -abflüssen sowie dem Schussentäler Windsystem stehenden Prozessräume abgeleitet (Abbildung 23). Die primären und sekundären Kaltluftprozessbereiche beziehen sich dabei auf Flächen im Außenraum. Primäre Prozessbereiche zeichnen sich durch das Vorhandensein von besonderen Kaltluftprozessen (Kaltluftleitbahnen, flächenhafte Kaltluftabflüsse oder Kaltluftproduktion), bei gleichzeitiger hoher Intensität der Prozesse (hohe Volumenstromdichten, hohe Windgeschwindigkeiten, hohe Produktionsraten) und Nähe zum belasteten Siedlungsraum aus. Bei den sekundären Prozessbereichen sind ebenfalls besondere Kaltluftprozesse vorhanden, die Intensität ist aber meist geringer oder die Distanz zum belasteten Siedlungsraum größer. Der Einwirkungsbereich visualisiert das Vordringen dieser Prozesse in den Siedlungskörper. Alle drei Kategorien wurden gutachterlich auf Basis der Bewertungen in der PHK für den Zeitpunkt 4 Uhr nachts bestimmt. Bezogen auf die heutige Situation sind Eingriffe in sekundären Prozessbereichen weniger kritisch zu beurteilen als in primären Bereichen. Durch den voranschreitenden Klimawandel und eine parallele Siedlungsentwicklung ist es allerdings möglich, dass Flächen in ihrer Schutzbedürftigkeit steigen können.



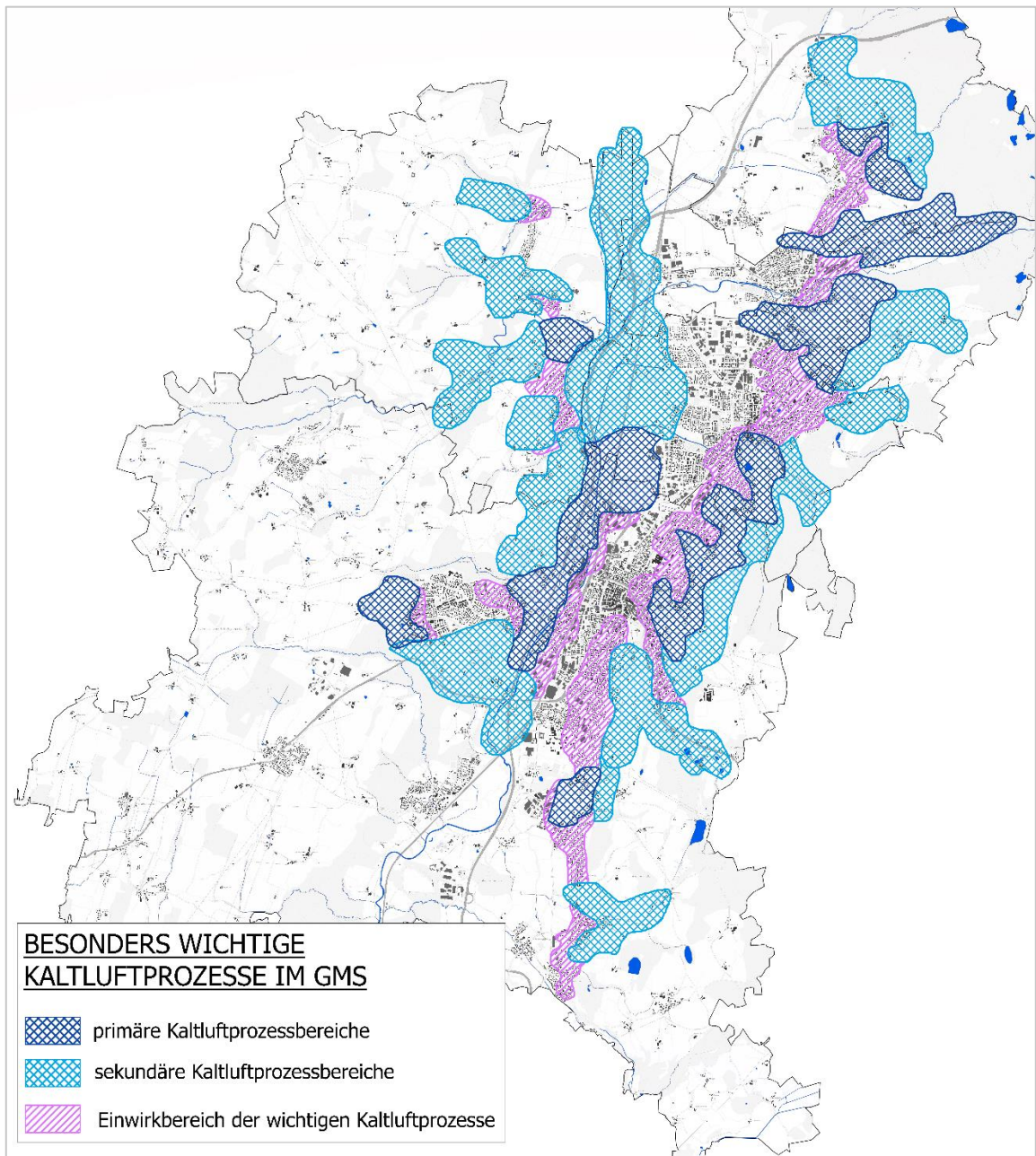


Abbildung 23, Karte AB 28: Besonders wichtige Kaltluftprozesse im GMS

### 3.3.3 Auswirkungen der Klimaveränderungen auf den öffentlichen Grün- und Siedlungsraum

Hitze- und Trockenstress wirken sich in besonderem Maße auf die Grünflächen, Parks und Straßenbäume (öffentliches Grün) in den Städten und Gemeinden des GMS aus. Damit in Verbindung steht oft ein vermehrter Schädlingsbefall (z. B. Eichenprozessionsspinner), wodurch die Vitalität und Ausgleichsfunktion der Flächen gefährdet wird. Durch die zunehmende Dauer und Intensität von sommerlichen Hitze- und Trockenperioden entsteht ein erhöhter Bewässerungs- und Pflegebedarf, während in diesen Zeiten zusätzlich eine erhöhte Inanspruchnahme der Grünflächen verzeichnet wird (wachsende Nachfrage nach

Erholung). In extremen Hitze- und Trockenperioden steigt die Gefahr für Böschungsbrände bspw. entlang von Verkehrswegen. Auch eine steigende Anzahl und Intensität von weiteren Extremwetterereignissen beeinflusst die Ausgleichsräume des GMS. Überflutungen bei Hochwasser oder Starkregen können durch Staunässe, Erosion, Verschlammung oder Schadstoffeinträgen zu Schäden an Grünanlagen führen. Gewitterstürme sorgen zudem für Astbruch oder umstürzende Bäume, sodass sich der Unterhaltungs- und Instandsetzungsbedarf nach solchen Extremwetterereignissen erhöht. Zusammenfassend ist durch den Klimawandel einerseits eine erhöhte Betroffenheit für den Ausgleichsraum zu erwarten, andererseits leisten intakte Grünflächen einen entscheidenden Beitrag, um die Resilienz der Siedlungsräume gegenüber klimatischen Einflüssen zu erhöhen.

Innerhalb der Städte und Gemeinden des GMS ist die Bevölkerung unmittelbar von den Folgen von Extremwetterereignissen wie Hitzeperioden, Starkregen- oder Sturmereignissen betroffen (siehe dazu die Betroffenheit in Kapitel 3.2 zum Handlungsfeld Menschliche Gesundheit und Risikoversorge). Die zunehmenden Hitzeperioden beeinträchtigen die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum – gleichzeitig kann auch der öffentliche Raum durch eine klimaangepasste Gestaltung einen wirksamen Beitrag zur Resilienz der Kommunen gegenüber klimatischen Einflüssen leisten.

Extremwetterereignisse wirken sich nicht nur auf die Grün- und Freiflächen im GMS aus, sondern führen auch zu Schäden an Gebäuden und Verkehrswegen. Die Zunahme von Starkregenereignissen kann durch erhöhte Abflüsse und Rückstau aus dem Kanalsystem Schäden an Gebäuden und zugehörigen Infrastrukturen nach sich ziehen. Gebäudeschäden können ebenfalls durch Hochwasser, Sturm und Hagel entstehen. Extremwetterereignisse sorgen zum einen für Unterbrechungen des Verkehrs auf Straße und Schiene (Hitze-, Überflutungs- und Sturmschäden) und zum anderen für Schäden an den Verkehrswegen und -infrastrukturen. So steigt durch den Klimawandel das Risiko für Hitzeschäden (z. B. Blow-Ups) und durch Frost-Tau-Wechsel bedingte Schäden an Straßen- und Schieneninfrastruktur. Außerdem kann es zu Überschwemmungen und Unterspülungen von Straßen- und Schieneninfrastruktur, sowie zu Schäden durch umfallende Bäume (Windwurf oder Trockenschäden) kommen.

In Bezug auf Gebäude verschlechtert sich während Hitzeperioden das Innenraumklima aufgrund zunehmender Temperaturen (steigende Belastung am Tag in Arbeitsstätten, Schule, etc., geringere Schlafqualität in der Nacht), sodass für die Zukunft ein ansteigender Kühlungsbedarf erwartet wird, wobei auch ein Rückgang des Heizenergiebedarfs im Winter möglich und wahrscheinlich ist. Gleichzeitig wirken Gebäude auf das Außenraumklima, etwa wenn die am Tag in der Gebäudehülle gespeicherte Wärme nachts abgegeben wird.

Diese beschriebenen Folgen beeinträchtigen zum einen direkt die Gesundheit der Bewohner des GMS (bspw. durch erhöhte Temperaturen in Innenräumen). Zum anderen wird die menschliche Gesundheit indirekt gefährdet, wenn es durch klimawandelbedingte Infrastrukturschäden zu Unfällen kommt (bspw. durch versackende Fahrbahnen in zunehmend ausgetrockneten Moorlandschaften).

### 3.4 Handlungsfeld: Boden und Bodenschutz

#### 3.4.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf Böden

Um langfristig im GMS geeignete Lebensgrundlagen für Mensch und Umwelt zu sichern, ist der Schutz von Böden essenziell. Der Klimawandel kann wichtige Bodenfunktionen beeinflussen und zu einer Veränderung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit der Böden führen. Aufgrund von Veränderungen des Niederschlagsregimes kann es zu einer Erhöhung der **Bodenerosionsgefahr** kommen, zur erhöhten Gefahr von **Bodenverdichtung** und zu **Auswaschungen** der Böden, welche in der Folge auch zu **Nähr- und Schadstoffinträgen** in Oberflächenfließgewässer führen können. Durch die klimawandelbedingten **Temperaturanstiege** im Gemeindeverband besteht die Gefahr eines verstärkten **Abbaus von Humusbestandteilen** des Bodens und dadurch einer Beeinträchtigung der Funktion von Böden als wichtige **Kohlenstoffspeicher**. Außerdem führen veränderte Temperaturverhältnisse zu einem Wandel des **Bodenklimas**. In der Folge können auch **Bodenorganismen**, hinsichtlich ihrer Aktivität und Diversität, von den bodenklimatischen Veränderungen betroffen sein (Billen und Stahr 2013). Resümierend lässt sich festhalten, dass sich die Folgen des Klimawandels im Handlungsfeld Boden voraussichtlich auf die **Pedogenese**, also auf die Bodenentwicklung als Ganzes, und auf die **Bodenfunktionen** innerhalb der Ökosysteme des Gemeindeverbands Mittleres Schussental auswirken werden (DGB 2011). Das erhöhte Risiko von Schlamm- oder Schadstoffeinträgen in Fließgewässer aufgrund vermehrter Starkniederschläge wird im Handlungsfeld Wasser und Wasserhaushalt aufgegriffen (siehe Kapitel 3.5).

#### 3.4.2 Potenzielle Betroffenheit von Böden gegenüber Wassererosion

Die Bodenerosionsgefährdung kann mithilfe der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) nach DIN 19708 ermittelt werden. Dabei werden die Einflussfaktoren Niederschlag, Bodenart, Geländere relief, Landnutzung und Erosionsschutzmaßnahmen berücksichtigt (Billen und Stahr 2013). Für die Beurteilung der potenziellen Betroffenheit der Böden im GMS wurde die natürliche Bodenerosion, unabhängig von anthropogenen Einflüssen, für die Gegenwart und Zukunft ermittelt. Die Betrachtung der natürlichen Erosionsneigung der Böden steht im Handlungsfeld Boden und Bodenschutz im Fokus und wird im Handlungsfeld Landwirtschaft vor dem Hintergrund der aktuellen Landnutzung erneut diskutiert. Nähere Erläuterungen der Methodik und der verwendeten Datengrundlagen sind dem Anhang B zu entnehmen (siehe Anhang B, Kapitel 3.2).

Die **natürliche Erosionsneigung von Böden** wird maßgeblich von der Bodenart, dem Niederschlag sowie der Hangneigung beeinflusst und kann aus diesen Einzelfaktoren berechnet werden. In erster Linie spielt die Bodenart (siehe Abbildung 24) eine bedeutsame Rolle für den Grad der Erodierbarkeit der Böden. Besonders schluffig-lehmige Böden weisen bspw. aufgrund der Korngröße eine erhöhte Erosionsanfälligkeit auf (BGR 2022).

Im Gebiet des Mittleren Schussentals sind vermehrt schluffig-lehmige Böden vertreten (siehe Abbildung 25), die besonders in Kombination mit einer ackerbaulichen Nutzung in Hanglagen zu einer erhöhten Erosionsgefahr neigen können. Neben der Bodenart, der Bodennutzung und der damit verbundenen Erosionsneigung spielt auch das Geländere relief mit Hangneigung und -länge eine Rolle. Es wirkt sich auf das Verhalten des

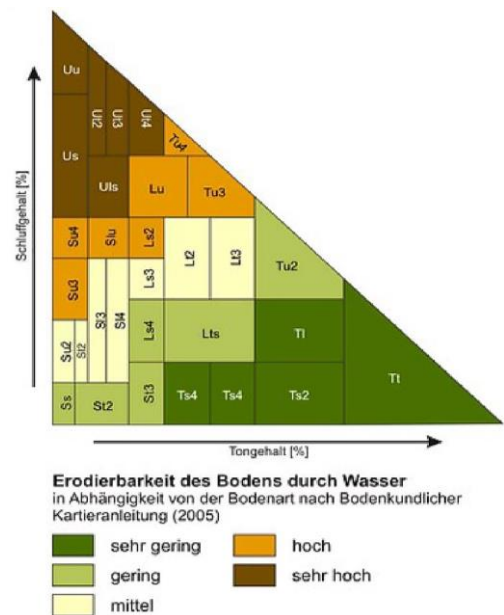


Abbildung 24: Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser in Abhängigkeit der Bodenart (Quelle: BGR o.J.)

Erosionsmediums Wasser aus und bestimmt die Erosionswirkung anhand der Menge und der Geschwindigkeit des hangabwärts fließenden Wassers. Im Gemeindeverband ist der Einfluss der Hangneigung auf die Bodenerosion besonders an den abfallenden Kanten der Schussenbecken-Randterassen zu berücksichtigen.

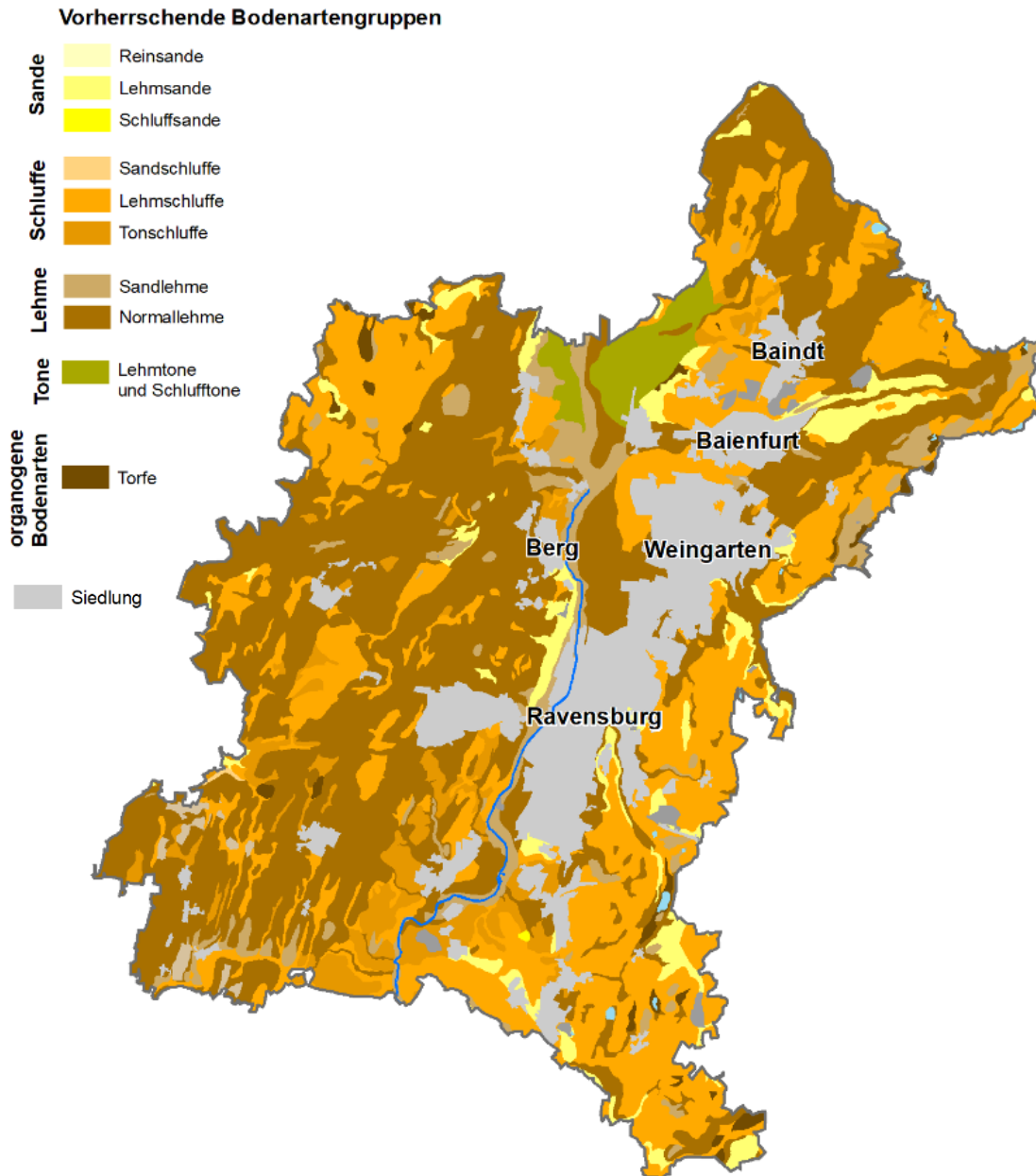


Abbildung 25: Vorherrschende Bodenartengruppen (Quelle: HHP.raumentwicklung 2022; Datengrundlage: BK50 LGRB)

Die natürliche Bodenerosion wird auch durch die Niederschlagsmenge und -intensität beeinflusst. Die klimawandelbedingten Veränderungen dieser beiden Komponenten werden bei der Ermittlung der zukünftigen natürlichen Bodenerosion durch eine Korrektur des Regenerositätsfaktors berücksichtigt (siehe Anhang B, Kapitel 3.2). Bodenerosionsprozesse können im Zuge des Klimawandels nicht nur aufgrund hoher Niederschlagsmengen verstärkt werden, sondern auch durch die Zunahme erosiver Starkniederschlagstage<sup>12</sup>. Erosive Starkregenereignisse können in der Folge zu stärkeren Auswaschungsprozessen der Böden führen. Die Ermittlung der natürlichen Bodenerosion durch Wasser, unter Berücksichtigung der drei Einflussfaktoren der Erodierbarkeit der Böden, der Hangneigung, sowie der Regenerosität führt zu folgenden Ergebnissen.

**Natürliche Bodenerosionsgefährdung durch Wasser: Gegenwart**

$K \cdot S \cdot R$  in t/(ha/a)

- gering (<5)
- mittel (5 bis <7,5)
- hoch (7,5 bis <15)
- sehr hoch (15 bis <35)
- äußerst hoch (>=35)

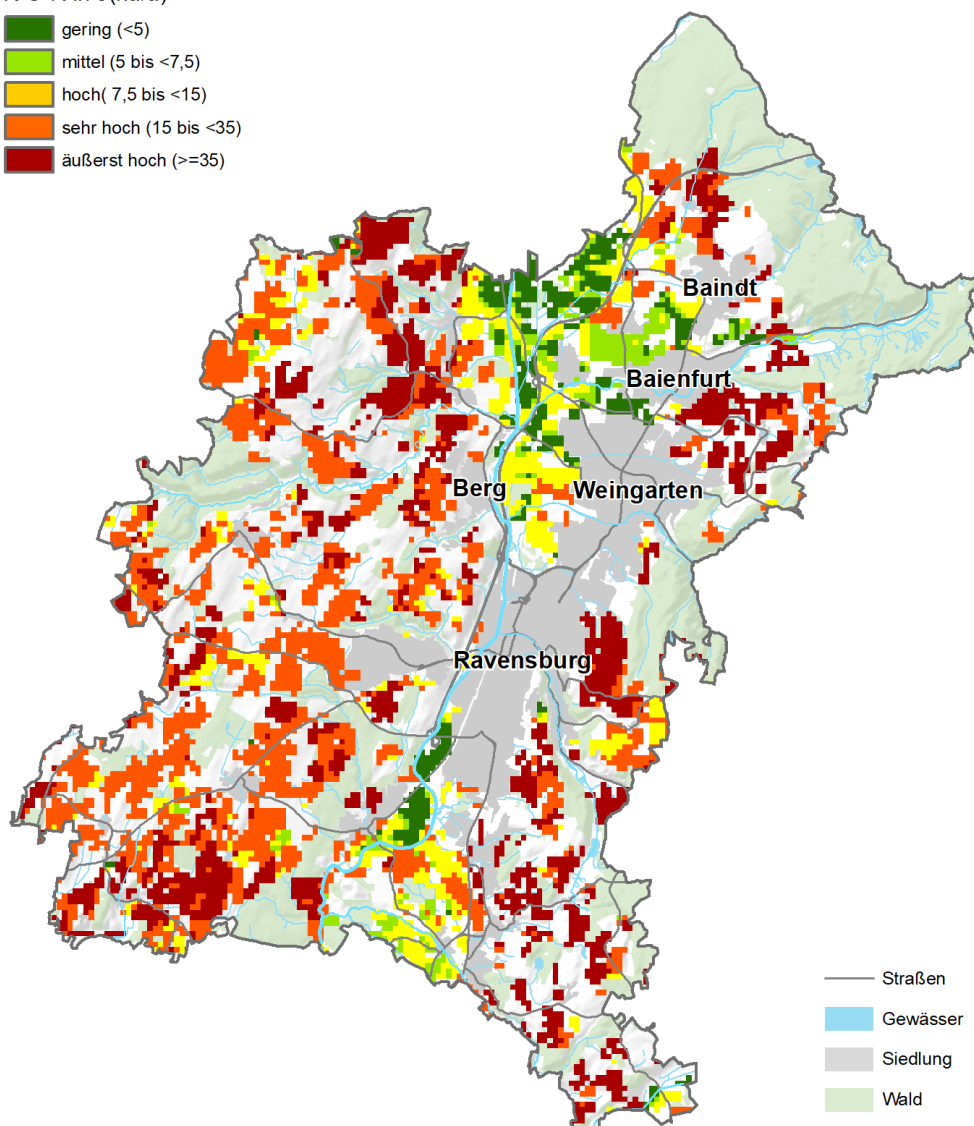


Abbildung 26: Bodenerosion der Gegenwart (Quelle: HHP.raumentwicklung 2022; Datengrundlage: LGRB)

<sup>12</sup> Es existieren keine einheitlichen Schwellenwerte als Definition für Starkniederschlagstage in der Klimaforschung. In der Regel werden Tagesniederschlagssummen für deren Charakterisierung herangezogen. In der vorliegenden Arbeit gelten folgende Niederschlagssummen zur Identifizierung der Stärke von Niederschlägen: Starker Niederschlag:  $N \geq 10$  mm/d; Stärkerer Niederschlag:  $N \geq 20$  mm/d; Niederschlag:  $N \geq 30$  mm/d.

Abbildung 26 verdeutlicht den langjährigen mittleren Bodenabtrag der **Gegenwart**. Wie zu sehen, konzentrieren sich besonders hohe Bodenabtragsraten von 35 t/(ha/a) und mehr auf die Bereiche der westlichen und östlichen Schussenbecken-Randterrassen, sowie auf Hangbereiche der hügeligen Tobellandschaft der würmeiszeitlichen Jungmoränenablagerungen. Hohe Bodenerosionsraten sind bspw. in den Bereichen des Höhenrückens Molldiete, im Bereich zwischen der Ravensburger Altstadt und dem Locherholz, in Bereichen südöstlich von Baienfurt sowie auf großen Flächen westlich des Adelsreuter Waldes bzw. nordwestlich der Gemeinde Berg zu finden. Ein flächiger Bodenabtrag unter Wald findet, aufgrund der dichten Bodenbedeckung und den gut durchwurzelten sowie grobporigen Oberböden der Waldflächen mit hohen Infiltrationsraten, kaum statt (WaBoA 2007).

**Natürliche Bodenerosionsgefährdung durch Wasser: Szenario Nahe Zukunft (2021-2050)**

K\*S\*R in t/(ha/a)

- gering (<5)
- mittel (5 bis <7,5)
- hoch (7,5 bis <15)
- sehr hoch (15 bis <35)
- äußerst hoch (>=35)

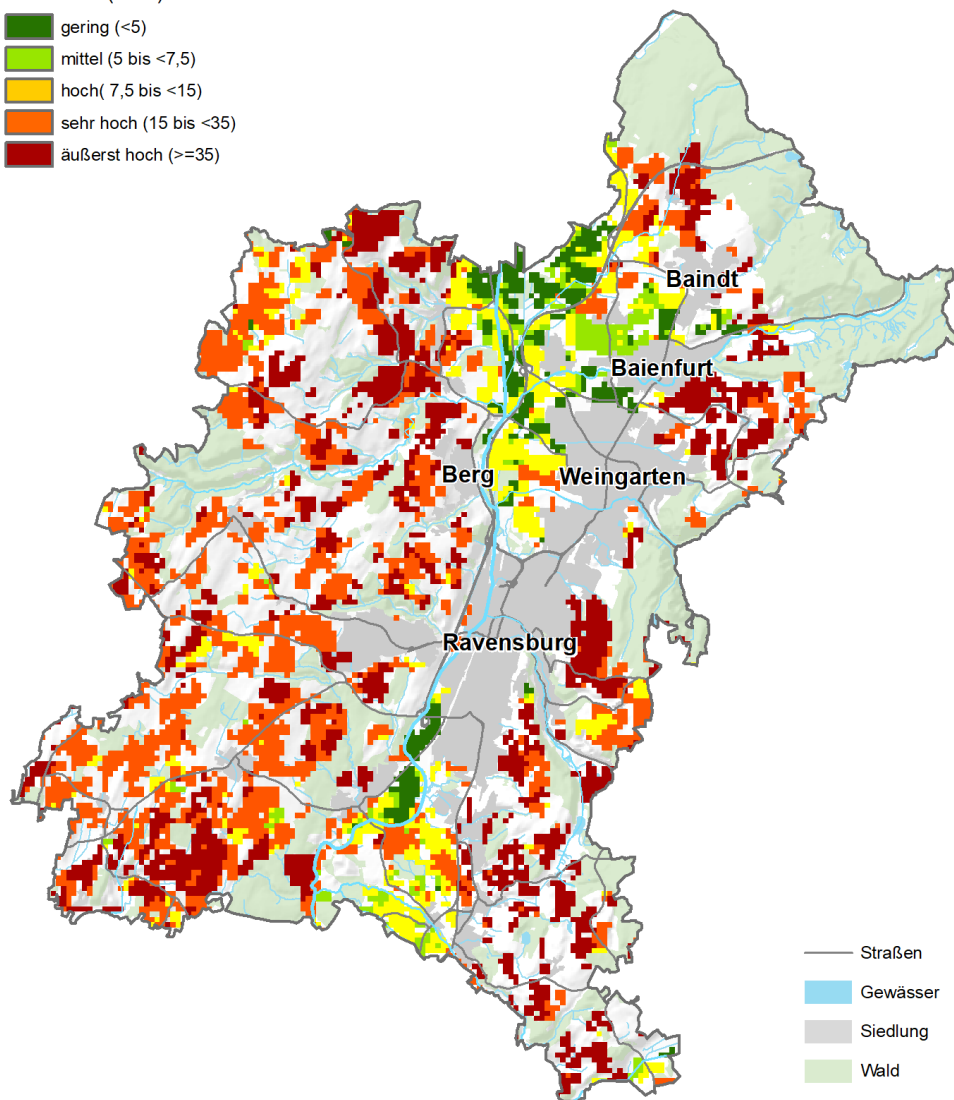


Abbildung 27: Bodenerosion der Zukunft (Quelle: HHP.raumentwicklung 2022; Datengrundlage: LGRB)

Für die Nahe Zukunft (2021-2050) zeigen die Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse (siehe Abbildung 27), dass sich die zukünftige Bodenerosionsgefahr im Mittleren Schussental in einigen Bereichen voraussichtlich verstärken wird. Hierbei sind besonders Bereiche der tief einschneidenden Tobel betroffen, in denen es zu einem erhöhten Oberflächenabfluss kommt und die Erosionswirkung gefördert wird.

### 3.4.3 Potenzielle Betroffenheit der Eigenart des Bodentyps

Als trockenheitssensitive Böden werden im Folgenden Böden verstanden, die aufgrund von klimawandelbedingten Veränderungen des Bodenwasserhaushalts potenzielle Beeinträchtigungen ihrer spezifischen Eigenschaften entsprechend ihres Bodentyps fürchten müssen. In der Folge eines Temperaturanstiegs im GMS-Gebiet ist besonders für hydromorphe Böden (Moore, Gleye, Auen) (siehe Anhang B, Kapitel 3.2) davon auszugehen, dass diese zum einen in niederschlagsarmen Sommern stärker als gewöhnlich entwässern und somit oxidative Abbauprozesse organischer Substanzen beschleunigt werden. Zum anderen können die Mineralisierungsprozesse der organischen Substanzen auch in milden Wintern mit höheren Durchschnittstemperaturen bei ausreichender Bodenfeuchte zunehmen. Durch den verstärkten Abbau organischen Materials können grund- und stauwasser geprägte Böden hinsichtlich ihrer Funktion als bedeutsamer organischer Kohlenstoffspeicher beeinträchtigt werden, wenn bspw. Grundwasserstände sinken. Dabei weisen insbesondere Hoch- und Niedermoore die höchste Trockenheitssensitivität und Empfindlichkeit gegenüber dem Abbau organischer Substanz auf (UBA 2011b). Sie speichern besonders viel Kohlenstoff und gelten als wichtige Kohlenstoffspeicher. In der Reihenfolge Moore > semiterrestrische Böden (Gleye, Auenböden, ect.) > terrestrische Böden nehmen die gespeicherten Kohlenstoffmengen ab (LABO 2010).

Die in den Böden gespeicherten Kohlenstoffmengen in Form von klimarelevanten Gasen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) können im Zuge der Abbauprozesse in die Atmosphäre entweichen und als Kohlenstoffquelle einerseits den Klimawandel selbst verstärken, andererseits durch die Veränderung des Kohlenstoffhaushalts der Böden auch Einfluss auf die Bodenfunktion als Pflanzen- und Produktionsstandort nehmen (Sauer et al. 2013). Bereits geringfügige Veränderungen des Kohlenstoffgehalts von Böden können große Auswirkungen auf die Bodenqualität haben. Insgesamt beeinflusst jedoch die Art der Landnutzung die Veränderung organischer Bodensubstanzen stärker als der Klimawandel selbst (UBA 2011b). Die Rolle der Landnutzung, insbesondere der ackerbaulichen Nutzung von Böden wird im Kapitel 3.5.6 näher betrachtet. Um potenzielle Beeinträchtigungen der Eigenart des Bodentyps zu ermitteln, erfolgte eine Bewertung unter Berücksichtigung der Wasserabhängigkeit der Bodentypen im GMS (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.2). Wie in Karte C zu sehen ist, liegen im GMS hohe und sehr hohe Betroffenheiten in den Bereichen der Schusse-naue sowie in den zahlreich vorkommenden Senken der Moränenhügellandschaft vor. Eine hohe Dichte an hoch vulnerablen Hoch- und Niedermoorbereichen findet sich im Nordwesten und im Südosten des GMS-Gebiets.

### 3.4.4 Betroffenheit von Böden gegenüber Austrocknung im Kontext landwirtschaftlicher Nutzung

Böden mit geringem Wasserspeichervermögen und fernab des Grundwassereinflusses können besonders sensitiv gegenüber Trockenheit reagieren (Schickhoff und Eschenbach 2018). Diese austrocknungsgefährdeten Böden können in Zukunft bei Dürrephasen als Standort für wasserzehrende Fruchtarten nur noch bedingt geeignet sein oder eine Beregnung ackerbaulicher Flächen notwendig machen (Schmidt et al. 2011). Im GMS können grundwasserferne Böden mit geringen Wasserspeicherkapazitäten vorsorgeorientiert verortet werden (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.5). Hier wird der Klimawandel voraussichtlich die Wasserverfügbarkeit dieser Flächen weiter einschränken, weil sie nur im geringen Maße die Winter- und Frühjahrsniederschlägen speichern können, bis die Vegetationsperiode beginnt (ebd.). Im Kapitel 3.5.6 werden die ermittelten Flächen in Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung gesetzt. Auf diesen austrocknungsgefährdeten Flächen sollte in Zukunft eine geeignete landwirtschaftliche Nutzung ohne hohen Wasserbedarf umgesetzt werden (siehe Karte E).

### 3.4.5 Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Boden

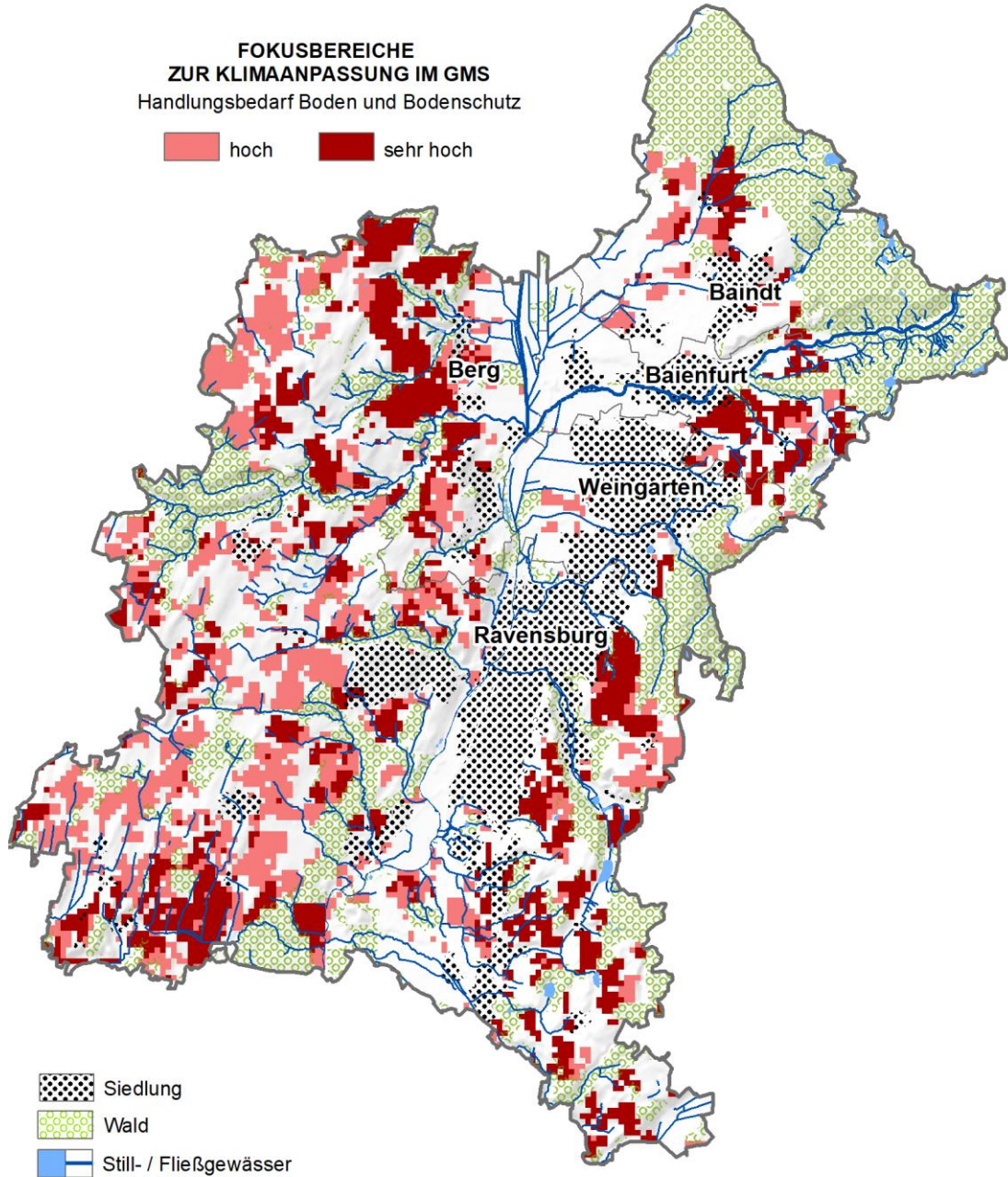


Abbildung 28: Fokusbereiche zur Klimaanpassung Handlungsfeld Boden und Bodenschutz (Quelle: HHP 2023)

<b>Handlungsbedarf hoch:</b>
Böden mit hohem Handlungsbedarf existieren im GMS in Bereichen, die stark von dem vorhandenen Grundwasser abhängig sind (z. B. Auengley, Pseudogley) und beeinträchtigt werden können, wenn aufgrund der Klimawandelfolgen im GMS im Sommer und in Trockenperioden zeitweise Grundwasserstände sinken. Des Weiteren sind Böden mit einer hohen natürlichen Erosionsneigung potenziell Bereiche, die Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erfordern.
<b>Handlungsbedarf sehr hoch:</b>
Sehr hoher Handlungsbedarf besteht im GMS auf Böden mit äußerst hoher Beeinflussung durch das Grundwasser (z. B. Niedermoor, Gley-Niedermoor) und Böden, die eine sehr hohe natürliche Erosionsneigung aufweisen.



## 3.5 Handlungsfeld: Wasser und Wasserhaushalt

### 3.5.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt

Ein durch den Klimawandel verändertes Niederschlagsregime kann im GMS zu Veränderungen des Wasserhaushalts und damit zu Beeinträchtigungen für Mensch und Natur durch ein zeitweises zu viel, oder ein zu wenig an Wasser führen. Bspw. kann durch erhöhte Starkregenfälle oder ausgiebigere Winterniederschläge die lokale Hochwassergefahr steigen. Gleichzeitig können intensivere und länger anhaltende Trocken- und Hitzeperioden das Risiko für Niedrigwasserperioden erhöhen. Im Folgenden werden die möglichen Auswirkungen auf die Grundwasserneubildungsrate, die Hochwassergefahr, die Sturzflutgefährdung sowie das Eintragsrisiko für Schlamm und Schadstoffe in Fließgewässer bei Starkregenereignissen sowie Risiken für Niedrigwasser der Fließgewässer im GMS betrachtet.

### 3.5.2 Potenzielle Betroffenheit durch Hochwasserereignisse

**Hochwasser** sind natürliche Ereignisse, die im Abflussgeschehen von Fließgewässern, z. B. bei andauernden Niederschlägen oder Schneeschmelze, entstehen und in Siedlungsräumen beträchtliche Schäden verursachen können. Der Mensch beeinflusst diese natürliche Dynamik auf verschiedene Weise. Zum einen kann die Art der Bodennutzung, mit der Bewuchs und Versiegelungsgrad zusammenhängen, vor allem in kleinen Einzugsgebieten die Intensität von Hochwasserereignissen beeinflussen. Zum anderen steigt durch den Klimawandel die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Hochwasserereignissen insgesamt (UBA 2011a). Auch für den GMS hat die Reanalyse bestehender Daten zur zukünftigen Entwicklung des Klimas (siehe Kapitel 2) gezeigt, dass eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlagsereignissen nicht ausgeschlossen werden kann.

In Baden-Württemberg werden von der Landesanstalt für Umwelt (LUBW) Hochwassergefahrenkarten (HWGK) zur Verfügung gestellt, die Informationen zu Überflutungsflächen und -tiefen liefern, differenziert nach der Häufigkeit, in der sie auftreten. Die Gefahrenkarten basieren auf dem Gewässernetz der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). In Ravensburg und Baienfurt liegen separate Planungen zum Thema Hochwasser vor, denen hydraulische Modellierungen der Überflutungstiefen und -flächen bei Hochwasserereignissen zugrunde liegen:

- Gemeinde Baienfurt: Kommunales Hochwasserschutzkonzept für verschiedene Hochwasserereignisse an der Wolfegger Ach (Herzog und Partner 2015)
- Stadt Ravensburg: Hochwassergefahrenkarten für die Gewässer Schussen und Flappach (Herzog und Partner 2019)

Die Ergebnisse der Überflutungsflächen aus den genannten kommunalen Konzepten wurden mit den landesweiten Datengrundlagen zusammengeführt und gesamtheitlich dargestellt (siehe Karte D). Die zunehmende Intensität und Häufigkeit von Hochwasserereignissen aufgrund des Klimawandels wird bereits durch Gefahrenzuschläge bei der Ausweisung der Überflutungsflächen eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses ( $HQ_{100}$ ) und eines Hochwasser-Extremereignis ( $HQ_{\text{extrem}}$ ) berücksichtigt.

Überschwemmungsgebiete<sup>13</sup> nach § 65 WG liegen im GMS an der Schussen, Bampfen, Wolfegger Ach, Krummbach bei Weiler, Ettishofer Ach, am westlichen Stadtrand von Weingarten bis zur nördlichen

<sup>13</sup> Überschwemmungsgebiete sind Gebiete, die bei Hochwasser eines oberirdischen Gewässers überschwemmen oder die für Hochwasserentlastung beansprucht werden (§ 76 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (WHG)). Nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG) gelten des Weiteren Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Dämmen oder Hochufern, Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist und Gebiete, die auf der Grundlage einer

Stadtgrenze von Ravensburg, an der Scherzach, südlich von Ravensburg bis südlich von Oberzell sowie an der Schwarzach.

Zur Regulierung der Spitzenabflüsse in Fließgewässern und somit einer Verminderung des Hochwasserrisikos tragen Hochwasserrückhaltebecken bei. Im GMS finden sich zahlreiche Hochwasserrückhaltebecken und weitere Entlastungsbauwerke, wie Regenüberlauf- und Regenrückhaltebecken, die über das gesamte Gebiet verteilt sind (siehe Karte D). Der Hochwasserschutz von abwassertechnischen Anlagen wie Kläranlagen bzw. Regenwasserkläranlagen wurde in der Vergangenheit in der Regel auf ein 100-jährliches Hochwasserereignis (HQ<sub>100</sub>) ausgelegt. Aufgrund der zu erwartenden Veränderungen der Niederschlagscharakteristik im GMS kann es in Zukunft zu häufigeren oder extremeren Hochwassersituationen kommen. Wenn Hochwasserschutzanlagen versagen oder es zu Überschwemmungen von Kläranlagen kommt, kann sich das negativ auf die Gewässerökologie von Fließgewässern auswirken (Steinmetz et al. 2013). In der Vergangenheit konnte bspw. der Eintrag von Abwasser in den Bampfen auf der Gemarkung Baintd in Folge von Starkregenereignissen beobachtet werden (Schwäbische Zeitung 2021). Vulnerable (Regen-)Kläranlagen, die sich in hochwassergefährdeten Gebieten befinden, werden in der Karte D dargestellt. Im Verbandsgebiet liegen die potenziell betroffenen Kläranlagen entlang der Schussen, an der Wolfegger Ach nordöstlich von Baintd und an der Scherzach nordwestlich von Schlier, bei Unterklöcken am Tobelbach sowie in Gutenfurt an der Schwarzach.

Neben Kläranlagen sind auch viele Brücken im Verbandsgebiet gefährdet, da sie im Falle eines HQ<sub>100</sub>- oder eines HQ<sub>extrem</sub>-Ereignisses als eingestaut gelten (siehe Karte D) (Reich et al. 2012). Sie verteilen sich im Verbandsgebiet entlang der Überschwemmungsgebiete der Schussen, des Sulzmoosbachs, Wolfegger Ach und der Scherzach. Weitere räumliche Anhäufungen betroffener Brücken finden sich am Krumbach bei Weiler, am Siechenbach bei Oberhofen, am Renauerbach bei Oberzell, sowie am Furtwiesenbach und am südlichen Hüttenbergbach in Torkenweiler.

Darüber hinaus existieren im Verbandsgebiet Hochwasserdeiche und -schutzmauern, die im Falle eines Hochwasserereignisses vor allem den Schutz der Bevölkerung gewährleisten sollen. Viele dieser Deiche und Schutzmauern befinden sich entlang der Schussen auf der Strecke Oberzell (Klöcken) bis Unterhof nahe der Gemeinde Berg. Die Deichanlagen liegen im Verbandsgebiet räumlich gesehen meist dicht an bereits bestehender Bebauung, wie bspw. nahe der Ravensburger Kernstadt.

Wasserschutzgebiete (WSG) nach § 51 WHG, § 45 WG sind im GMS für qualitativen und quantitativen **Trinkwasserschutz** besonders wichtig. Im Zuge des Klimawandels können verstärkt auftretende Hochwasserereignisse die Trinkwasserqualität beeinträchtigen, wenn Flusswasser in die **Bohrbrunnen oder Quelfassungen** der WSGs gelangt und diese verunreinigt. In WSGs ist daher insbesondere die Zone I zu betrachten, da hier die Wasserfassung des Grund- oder Quellwassers liegt (MUKE 2020). Die Karte D zeigt, dass im Verbandsgebiet nur ein einziger Trinkwasserbrunnen bei Überflutungen des HQ<sub>100</sub> oder HQ<sub>extrem</sub> potenziell betroffen ist. Es handelt sich um den Bohrbrunnen im Wasserschutzgebiet Kammerbrühl (Zone I) am nordöstlichen Siedlungsrand von Ravensburg, nahe dem Bleichebach.

### 3.5.3 Potenzielle Betroffenheit gegenüber Sturzfluten

Starkregenereignisse sind lokal begrenzte, intensive Regenereignisse mit sehr hohen Niederschlagsmengen (LUBW 2022). Die Überflutungen durch Starkregenereignisse sind dadurch gekennzeichnet, dass sie auch unabhängig von Fließgewässern auftreten können. Durch die zeitliche und räumliche Variabilität von Niederschlägen und die kurze Vorwarnzeit stellen sie ein schwer einschätzbares Risiko dar, das prinzipiell überall auftreten kann. Insbesondere in Hanglagen, wie sie im GMS auch häufig vertreten sind, fließen die Wassermassen bei Starkregenereignissen meist oberirdisch entlang von Abflussbahnen wie Straßen oder weniger rauen Oberflächen ab (sog. Sturzfluten) und können durch hohe Fließgeschwindigkeiten teils

---

Planfeststellung oder Plangenehmigung für die Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden (§ 65 WG-BW) als Überschwemmungsgebiete. Dies bedarf keiner weiteren Festsetzung (LP GMS 2040).

große Mengen an Erosionsmaterial und Treibgut mit sich führen. Die Bodenerosion wird durch Starkregen ebenfalls verstärkt. Durch den Klimawandel werden Starkregenereignisse in Zukunft voraussichtlich in ihrer Häufigkeit und Intensität zunehmen (LUBW 2016). Vor diesem Hintergrund wird Kommunen in Baden-Württemberg empfohlen, die Gefährdung durch Starkregenereignisse zu prüfen und durch die Erstellung von Starkregenrisikomanagementkonzepten Vorsorge zu treffen (LUBW 2022), da das Hochwasserrisikomanagement des Landes Baden-Württemberg die Sturzflutgefährdung bisher nicht berücksichtigt (MUKE 2022). Für die Gemeinden Baidt und Berg existiert ein Starkregenmanagement-Konzept (Fassnacht Ingenieure GmbH 2020) mit hydraulischen Gefährdungsanalysen, die auf nachgelagerten Planungsebenen berücksichtigt werden sollten.

Vorsorgeorientiert wurde im Zuge der Betroffenheitsanalyse im Handlungsfeld Wasser und Wasserwirtschaft das potenzielle Risiko für Überflutungen durch Sturzfluten für die gesamte Gemarkung des GMS nach MAY et al. (2016) ermittelt. Hierdurch können flächendeckende Informationen für das gesamte GMS-Gebiet zur Sturzflutgefährdung zur Verfügung gestellt werden, um eine erste Einschätzung durchführen und den Bedarf weiterer kommunaler Starkregenrisikokonzepte abwägen zu können. Im Ergebnis konnten die folgenden sechs Bereiche der **Basiseinzugsgebiete** ermittelt werden, welche eine hohe potenzielle **Sturzflutgefährdung** aufweisen (siehe Karte D):

- Sulzmoosbach,
- Wolfegger Ach unterhalb des Venusbachs,
- Wolfegger Ach unterhalb Schwarzenbach oberhalb Venusbach,
- Krummbach,
- Ettishofer Ach unterhalb Küblerbach oberhalb Feuertobelbach,
- Scherzach unterhalb Furtbach oberhalb Stiller Bach und
- Schwarzach unterhalb Eckbach oberhalb Moosbach.

Tallagen und Unterhänge im Verbandsgebiet, die aufgrund ihrer Topografie besonders gefährdete sind, werden als potenziell sturzflutgefährdete Flächen in der Karte D dargestellt. Besonders bei intensiven Starkregenereignissen mit schnell zusammenfließenden Oberflächenwasser, können auch siedlungsnahe Bereiche wie östlich von Baienfurt, im Norden von Ettishofen und Schmalegg, an Unterhanglagen der Veitsburg nahe der Ravensburger Innenstadt sowie im Knollengraben gefährdet sein.

#### **3.5.4 Potenzielle Betroffenheit gegenüber Schlamm- oder Schadstoffeinträgen in Fließgewässern bei Starkregen**

Starkregenereignisse können im Verbandsgebiet neben Sturzfluten auch zu Überlastungen der Kanalisationen führen und in der Folge negative gewässerökologische Auswirkungen mit sich bringen. Aufgrund der steigenden Wahrscheinlichkeit und Intensität von Starkregenereignissen im GMS ist davon auszugehen, dass (Schad-)Stoffeinträge in Fließgewässer häufiger auftreten werden. Für die Ermittlung potenzieller Betroffenheiten von Fließgewässern im GMS konnte auf Datengrundlagen zum Starkregerisiko (Erosionsgefährdungsflächen und Abflussbahnen) des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) zurückgegriffen werden. In der Karte D wurden, gemäß den Empfehlungen zur Risikoanalyse Starkregen im Rahmen des kommunalen Starkregenrisikomanagements in Baden-Württemberg, landwirtschaftliche Erosionsgefährdungsflächen in Bezug zu Abflussbahnen gesetzt und deren räumliche Anbindung an Fließgewässer geprüft (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.3) (LGRB 2019). Die Bodenerosionsgefährdungsflächen im GMS stellen diejenigen Flächen dar, die aufgrund ihrer tatsächlichen Landnutzung (Acker- und

Rebflächen), Hangneigung (>3%) sowie dem mittleren langjährigen Bodenabtrag (ABAG)<sup>14</sup> von Bodenerosionsprozessen betroffen sind. Die Abflussbahnen<sup>15</sup> stellen die Linien der bevorzugten Oberflächenwasserbewegung dar, sie entsprechen zumeist den Tiefenlinien der Geländeoberfläche (ebd.). Eine hohe Betroffenheit für Einträge von Nähr- und Schadstoffen sowie Schlamm liegt für diejenigen Fließgewässer im GMS vor, die räumlich direkt an Erosionsgefährdungsflächen angrenzen oder wenn die Gefahr besteht, dass bei Starkregen erodiertes Material aus diesen Flächen hinaus, entlang der Abflussbahnen, in die Fließgewässer transportiert wird (LGRB 2019). Verunreinigungen des Flusswassers im Oberlauf werden in Folge häufig auch in den Unterlauf transportiert, wenn die Selbstreinigungsfunktion des Gewässers aufgrund anthropogener Veränderungen gestört ist. Die angesprochene Betroffenheit im Unterlauf wird in der Karte D nicht dargestellt, weil dadurch die Ursprungsquelle der Stoffeinträge besser verortet werden kann.

Im GMS sind sehr viele Fließgewässer im Moränenhügelland und den westlichen Schussenbecken-Randterrassen hoch betroffen, wie bspw. der Adelsreuter Bach, Krumbach, Köpfinger Bach, Echerscher Tobel sowie Höll- und Tobelbach. Besonders hervorzuheben ist außerdem der Obere Bampfen nordwestlich von Baidt nahe Sulpach, da hier große landwirtschaftliche Erosionsgefährdungsflächen mit (sehr) hohen Abtragsraten nahe am Fließgewässer liegen und zusätzlich von vielen Abflussbahnen durchschnitten werden. Hier ist das Risiko von Nähr- und Schadstoffeinträgen in den Oberen Bampfen vor allem bei langanhaltendem Starkregen hoch.

Nicht nur Stoffeinträge von intensiv bewirtschafteten Ackerflächen können eine Gefahrenquelle für Gewässer darstellen, sondern auch Altlastenflächen. Im GMS kann potenziell von denjenigen Altlastenflächen ein hohes Eintragsrisiko ausgehen, die sich im Bereich der Zuläufe des Güllen-, Siechen-, Metzemoos- und des Furtwiesenbachs konzentriert, welche im Süden von Ravensburg in die Schussen entwässern (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.3). Erosions- und Auswaschungsprozesse haben einen großen Anteil am gesamten Nährstoffeintrag in Fließgewässer.

### 3.5.5 Potenzielle Betroffenheit gegenüber Niedrigwasser

Niedrige Wasserstände der Fließgewässer im GMS können zu geringeren Fließgeschwindigkeiten und höheren Wassertemperaturen führen, was wiederum zu sinkenden Sauerstoffkonzentrationen beiträgt und die Lebensraumfunktion von Flüssen für Flora und Fauna beeinflusst. Niedrigwasser kann sich nicht nur auf die Gewässerökologie negativ auswirken, sondern auch Beeinträchtigungen für die wasserwirtschaftliche Nutzung mit sich bringen. Die Einschätzung der Betroffenheit der Fließgewässer im GMS-Gebiet gegenüber Niedrigwasser konnte aufgrund der mangelnden Datenverfügbarkeit nur bedingt durchgeführt werden. Eine Auswertung der Niedrigwasserkennzahlen aus dem Jahr 2016 zeigt, dass besonders der Höllbach und der Güllenbach empfindlich auf Trockenphasen reagieren können. Wie auch in Tabelle 8 zu sehen, weist der Höllbach den geringsten Mittelwert niedrigster jährlicher Abflüsse<sup>16</sup> (MNQ) auf. Die geringste Sensitivität weist die Wolfegger Ach auf, da das Einzugsgebiet dieses Gewässers eine besonders hohe Puffer- und Speichereigenschaft besitzt und damit ein stärker ausgeglichenes Abflussregime.

<sup>14</sup> Die Datengrundlagen der mittleren, langjährigen Bodenabtragwerte der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) werden im 100 m Raster zur Verfügung gestellt (LGRB 2019).

<sup>15</sup> Die Datengrundlage der Abflussbahnen umfasst nur Bereiche außerhalb von Siedlungen und oberhalb der Vorfluter (LGRB 2019).

<sup>16</sup> Die Angaben stammen aus einem Regionalisierungsverfahren zur Ermittlung der Abflusskennwerte Baden-Württembergs, dass die Abflussinformation unabhängig von Pegelstandorten entlang von Gewässer ermittelt (Liebert 2016). Die derzeit veröffentlichte und gültige MQ/MNQ-Regionalisierung hat den Stand 2016. Aufgrund von Fortschreibung der Regionalisierung Baden-Württemberg sind zukünftige Änderungen der Abflusskennwerte grundsätzlich nicht auszuschließen.

Tabelle 8: Hydrologische Kennwerte ausgewählter Pegelmesstation im GMS

Mittelwasserkennwerte	Schussen	Wolfegger Ach	Ettishofer Ach	Höllbach	Güllenbach
Mittelwert Abfluss [MQ] (Stand: 2016)	8,99 m <sup>3</sup> /s	3,20 m <sup>3</sup> /s	0,6 m <sup>3</sup> /s	0,08 m <sup>3</sup> /s	0,16 m <sup>3</sup> /s
Mittelwert Wasserstand [MW] (Stand: 2016)	0,55 m	0,54 m	-	-	-
Niedrigwasserkennwerte					
Mittelwert niedrigster jährlicher Abflüsse [MNQ] (Stand: 2016)	2,72 m <sup>3</sup> /s	1,10 m <sup>3</sup> /s	0,11 m <sup>3</sup> /s	0,01 m <sup>3</sup> /s	0,02 m <sup>3</sup> /s
Mittelwert niedrigster jährlicher Wasserstände [MNW] (Stand: 2016)	0,32 m	0,38 m	-	-	-
Niedrigster Abfluss im Zeitraum 1981-2010: 16.08.1998	1,28 m <sup>3</sup> /s	0,83 m <sup>3</sup> /s	-	-	-
Niedrigster Wasserstand im Zeitraum 1981-2010: 16.08.1998	0,23 m	0,34 m	-	-	-

Quelle: LUBW 2022

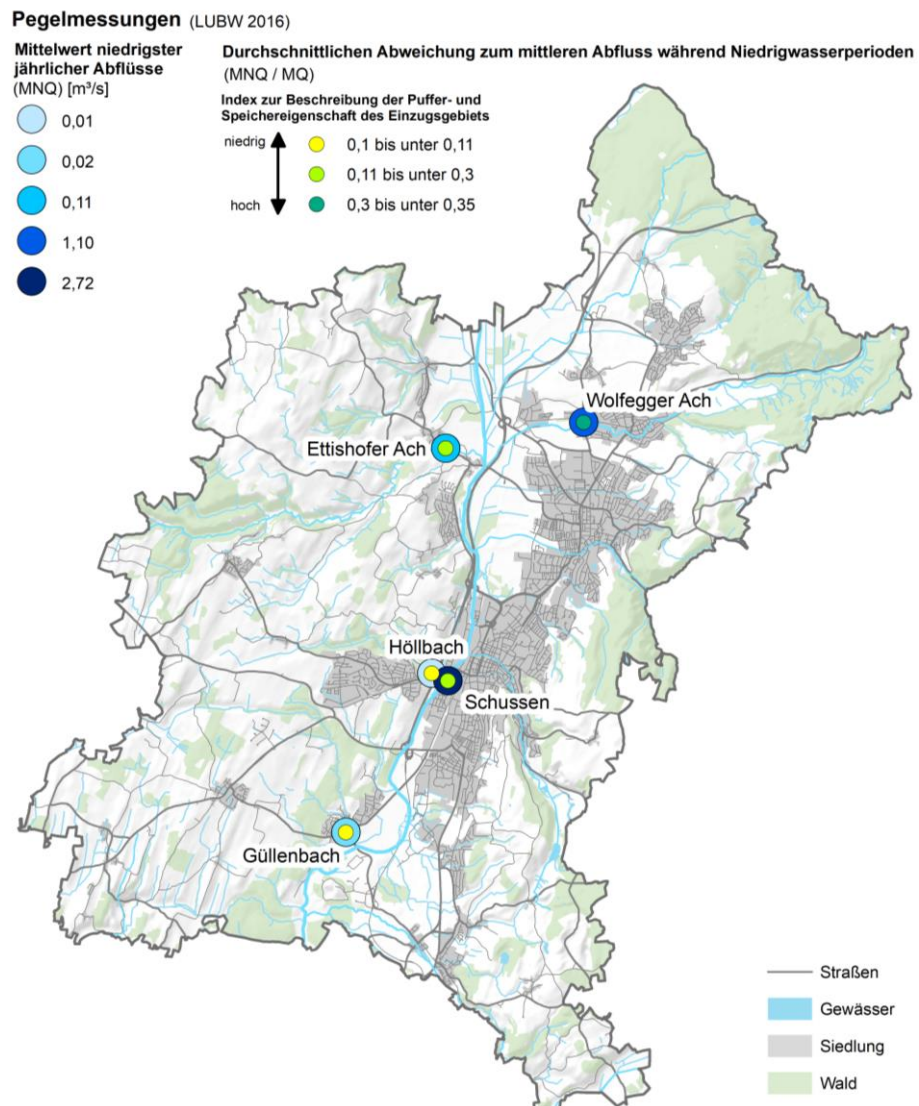
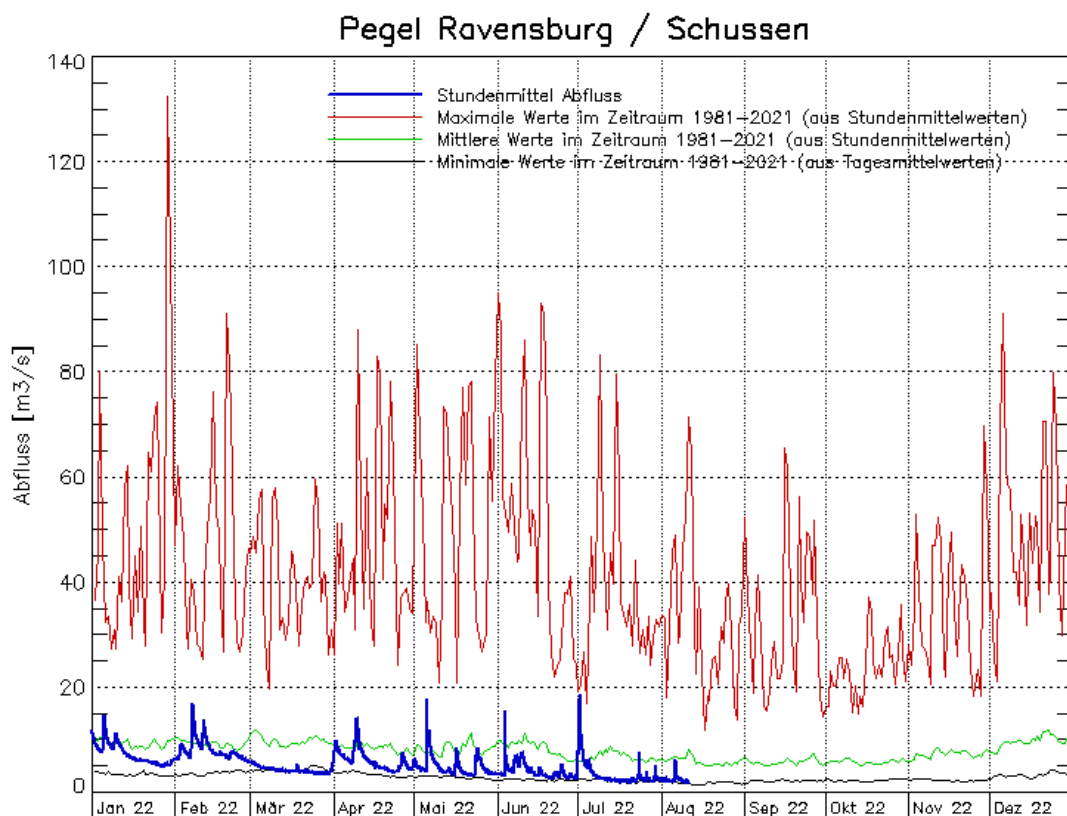


Abbildung 29: Hinweise zur pot. Betroffenheit gegenüber Niedrigwasser (Quelle: HHP.raumentwicklung 2022)

Der Index des Verhältnisses von MNQ zu MQ, wie in Abbildung 29 zu sehen, gibt Aufschluss über die durchschnittliche Abweichung zum mittleren Abfluss während Niedrigwasserperioden. Hohe Indexwerte weisen demnach auf bessere Puffereigenschaften des Einzugsgebiets hin. Ein niedriger MNQ/MQ-Quotient zeigt, dass Gewässer besonders intensiv und direkt auf Trockenjahre reagieren können, da die Puffer- und Speichereigenschaften des Einzugsgebiets gering sind. Ein niedriger Index weist aber auch darauf hin, dass sich dieses Gewässer von Trockenphasen schnell wieder erholen kann (Arbeitskreis KLIWA 2018). Im GMS sind der Höllbach und der Güllenbach diejenigen Flüsse mit den geringsten Puffer- und Speichereigenschaften des Einzugsgebiets. In Niedrigwasserperioden kann ihr mittlerer Abfluss schneller sinken als die übrigen betrachteten Flüsse. Das Einzugsgebiet der Wolfegger Ach verfügt dahingegen über die höchsten Puffer- und Speichereigenschaften. Dies bedeutet, dass selbst zu Zeiten von Niedrigwasser die Abweichung zum mittleren Abfluss verhältnismäßig gering ausfällt. Die Wolfegger Ach ist demnach im Vergleich zu den anderen betrachteten Fließgewässern im GMS der Fluss mit der geringsten Betroffenheit gegenüber Niedrigwasser.



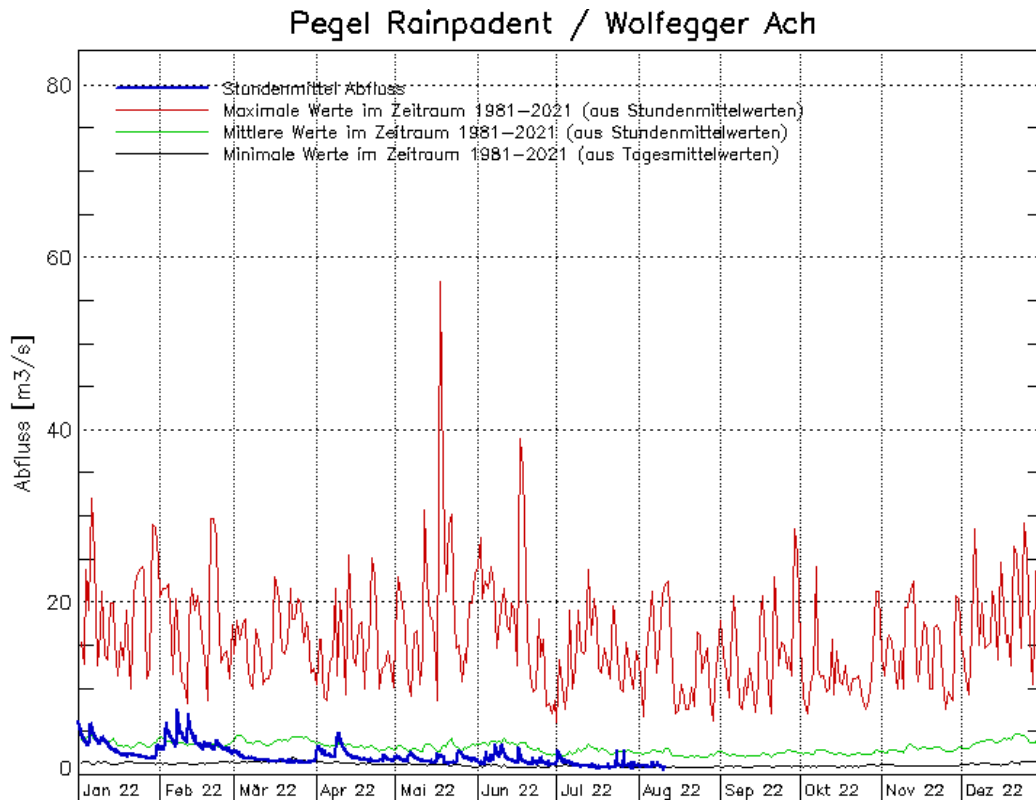


Abbildung 30: Abflüsse von Schussen und Wolfegger Ach des Jahres 2022 im Vergleich zum langjährigen Mittel der Jahre 1981 bis 2021 (Quelle: LUBW 2022)

Die Abflussdiagramme der Jahresgänge von Schussen und Wolfegger Ach aus dem Jahr 2022 zeigen den bisherigen Verlauf der Abflussspenden im Stundenmittel und setzen diese Messwerte der vergangenen Monate in Beziehung zu den maximal- und minimalen Werten der letzten 40 Jahre (Zeitreihe 1981 bis 2021). Wie in Abbildung 30 zu sehen, liegen im Jahr 2022 die Abflussspenden sehr nahe der Ganglinie des Extremverlaufs der historisch minimalen Abflussspenden. In den Monaten März, Juli und August wurden diese sogar unterschritten. Da die aktuelle Entwicklung der Ganglinie (blau) im Verlauf zumeist weit entfernt von der Ganglinie des historischen Durchschnittsverlaufs der Abflussspende (grün) liegt, sind die Niedrigwasserabflüsse von Schussen und Wolfegger Ach im Jahr 2022 statistisch gesehen im Vergleich zum langjährigen Mittel ungewöhnlich gering. Es ist davon auszugehen, dass auch in Zukunft im GMS die Häufigkeit solcher niedriger Abflussspenden und den damit verbundenen Niedrigwasserständen aufgrund zunehmender und langanhaltender Trockenphasen zunehmen wird.

### 3.5.6 Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Wasser und Wasserhaushalt

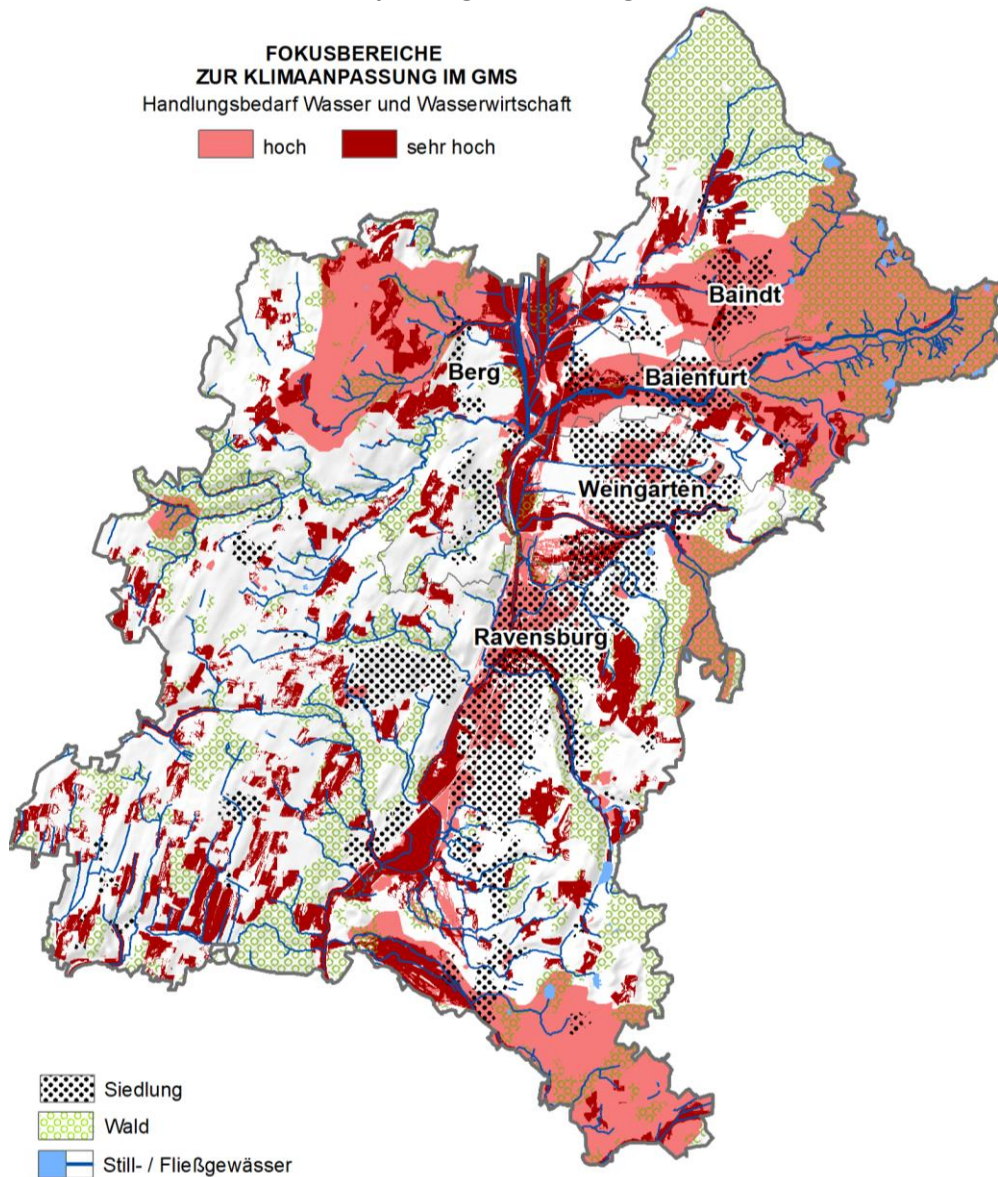


Abbildung 31: Fokusbereiche zur Klimaanpassung Handlungsfeld Wasser und Wasserhaushalt (Quelle: HHP 2023)

<b>Handlungsbedarf hoch:</b>
<p>In diesen Bereichen besteht ein hoher Handlungsbedarf für die Sicherung und Entwicklung von Überflutungsflächen, die in der Vergangenheit nur bei extremen Hochwasserereignissen betroffen waren. Aufgrund des Klimawandels kann es dort häufiger zu Überflutungen kommen, was Anpassungen an das steigende Überflutungsrisiko erforderlich macht. Auch Altlastflächen sollten im GMS hinsichtlich des Eintragsrisikos für Schadstoffe in das Grundwasser überprüft und wenn nötig neu bewertet werden. Ein erhöhtes Anpassungserfordernis besteht auch auf erosiven Ackerflächen, die im Umfeld von Fließgewässern liegen und bei Starkregen Nähr- und Schadstoffe in die Gewässer eintragen können. Des Weiteren sind Untersuchungen in den Einzugsgebieten von Oberflächengewässern notwendig, die bei Starkregen eine hohe Gefahr für Sturzfluten aufweisen. In den Einzugsgebieten liegen lokal steile Hanglagen und andere Landschaftsoberflächen, die den Wasserabfluss nicht ausreichend zurückhalten können.</p>
<b>Handlungsbedarf sehr hoch:</b>
<p>Sehr hoher Handlungsbedarf besteht im GMS auf HQ<sub>100</sub>-Flächen, die in Zukunft deutlich öfter als alle 100-Jahre überflutet werden könnten, und auf sturzfluggefährdeten Geländesenken. Zudem besteht hoher Handlungsbedarf an Fließgewässern mit stark veränderter Gewässerstruktur und verbesserungswürdigem ökologischen Zustand.</p>



## 3.6 Handlungsfeld: Landwirtschaft

### 3.6.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft

Die Landwirtschaft im GMS bewirtschaftet ca. 52% der Gesamtfläche des Verbandsgebiets und davon wiederum entfallen rund 52% auf Ackerland, ca. 27% auf Grünland und ca. 21% auf Dauerkulturen (überwiegend Obstplantagen im Süden des GMS). Dabei nutzt die Landwirtschaft im besonderen Maße die Ressource Boden und sichert dadurch die menschliche Nahrungsgrundlage. Klimawandelbedingte Auswirkungen auf Böden wurden im Kapitel 3.4 bereits aufgezeigt und werden im Folgenden vor dem Hintergrund der landwirtschaftlichen Landnutzung nochmals näher betrachtet. Auch die lokalklimatischen Verhältnisse im GMS stellen eine wichtige Einflussgröße in der landwirtschaftlichen Produktion dar. Die relevanten Klimafaktoren für die Landwirtschaft sind die Temperatur (Hitze, Früh- und Spätfröste), der Niederschlag (Trockenheit, Dürreperioden, Starkregen, Gewitter, Hagel) sowie die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre aufgrund ihres potentiellen Düngeeffekts (Produktivitätssteigerungen durch erhöhte Photosynthese) (Flaig 2013). Im Folgenden werden die verschiedenen Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Landwirtschaft im GMS-Gebiet untersucht.

### 3.6.2 Potenzielle Betroffenheit landwirtschaftlicher Nutzungsflächen gegenüber Frost, Austrocknung, Bodenerosion, Sturzfluten sowie Überflutungsereignissen

#### Betroffenheit landwirtschaftlicher Flächen gegenüber Frost

Im Mittleren Schussental besteht die Gefahr für Frost in Bereichen, in denen sich in den Wintermonaten Kaltluft staut. Verursacht wird dies durch Beeinträchtigungen der bedeutsamen Luftaustauschprozesse des nach Süden fließenden Windsystems („Schussentäler“). Kaltluftstaugebiete finden sich vor allem am nördlichen Siedlungsrand von Ravensburg und im Süden von Ravensburg, in der Umgebung von Oberzell (siehe Karte E). Siedlungskörper und Wälder wirken in diesen Bereichen als Barrieren, die die Kaltluftbewegungen reduzieren (Schwab und Zachenbacher 2009). Sommerlicher Kaltluftstau kann sich jedoch auch positiv auf die Landwirtschaft auswirken, da das Wärmerisiko reduziert wird.

#### Betroffenheit landwirtschaftlicher Flächen gegenüber Austrocknung

Im Zuge der Bearbeitung des Handlungsfelds Landwirtschaft wurden diejenigen Böden identifiziert, die unter landwirtschaftlicher Nutzung ein erhöhtes Austrocknungsrisiko aufweisen (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.5). Werden diese Flächen landwirtschaftlich bewirtschaftet, könnte eine Bewässerung dieser Flächen bei Trockenphasen in Zukunft notwendig werden, um Ertragsverluste zu vermeiden. Überwiegend in den Hanglagen der Schussenbecken-Randterassen sowie im Umfeld der Kommunen Baidt und Baienfurt (siehe Karte E) liegen landwirtschaftliche Flächennutzungen auf Böden, die bei anhaltenden Trockenperioden potenziell von Austrocknung betroffen sein können, da sie stellenweise sehr geringe Mengen an pflanzenverfügbarem Wasser bereitstellen können. Um dem Vorsorgeauftrag planerischen Handelns gerecht zu werden, sollten auf betroffenen landwirtschaftlichen Flächen Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden. Im Zuge zukünftiger Fruchtartenzusammensetzungen können diese Flächen dahingehend berücksichtigt werden, dass dort keine wasserzehrenden Fruchtarten wie bspw. Winterraps, Sommergerste oder Energiemais angebaut werden sollten (Schmidt et al. 2011).

#### Bodenerosion durch Wasser auf landwirtschaftlichen Flächen

Zur Bewertung der Betroffenheit landwirtschaftlicher Böden im GMS konnten die Ergebnisse aus dem Handlungsfeld Boden weiter verarbeitet werden. Die Betroffenheit ergibt sich aus der zukünftigen Entwicklung der Erosionsgefährdung von Böden und der aktuellen Landnutzung der jeweiligen potenziell betroffenen Flächen. Die Karte E im Anhang C verdeutlicht hohe Betroffenheiten gegenüber Bodenerosion auf landwirtschaftlichen Flächen mit den Landnutzungen Ackerland, Gartenland und Sonderkulturen. Auf

den betroffenen Grünland- und Streuobstflächen wird das *vorhandene Risiko* ebenfalls ausgewiesen. Jedoch verfügen diese Landnutzungsformen über eine ausgeprägte, ganzjährige Bodenbedeckung und in der Folge über eine geringere Anfälligkeit gegenüber Erosion durch Wasser, da die Vegetation des Oberbodens eine schützende Wirkung entfaltet. Im GMS findet sich ein Mosaik vieler erosionsgefährdeter Ackerflächen im Bereich der nordwestlichen Schussenbecken-Randterrassen und des Rinkenburger Hügellands. Außerdem liegen große zusammenhängende Ackerflächen südöstlich von Baienfurt und im Osten von Ravensburg nahe dem Locherholz, die in Zukunft stark von Erosion betroffen sein können (siehe Karte E).

#### **Risiken durch Sturzflut und Überflutungen auf landwirtschaftlichen Flächen**

Die Ergebnisse des Handlungsfelds Wasser und Wasserhaushalt (siehe Kapitel 3.5), überlagert mit der Landnutzung, liefern Hinweise, wo im Mittleren Schussental Schäden durch Überflutungen und Sturzfluten auf landwirtschaftlichen Flächen entstehen können. Landwirtschaftliche Flächen im GMS, die potenziell in Zukunft von Sturzfluten betroffen sein können, finden sich östlich des Klosters Kellenried, östlich von Baienfurt und im Umfeld von Schmalegg. Die Landwirtschaft im Mittelern Schussental bewirtschaftet auch Flächen, die in den Überflutungsbereichen HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>extrem</sub> liegen. Besonders große Flächen sind im Norden und Süden im Bereich der Schussenniederung betroffen.

#### **Potenzielle Betroffenheit der Dauerkulturen durch Klimawandelfolgen**

Innerhalb der Sonderkulturen umfassen Obstplantagen nur rund 14% der landwirtschaftlichen Nutzfläche im GMS. Trotzdem haben diese Flächen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung aufgrund der hohen Bruttowertschöpfung. Im Zuge des Klimawandels ist für **Obstplantagen** im GMS zu erwarten, dass potenziell das Risiko der Ausbreitung von Schaderregern, wie des Apfelwicklers oder des Apfelschorfs, steigt (Stock 2005). Der **Weinanbau**, der bereits seit dem 13. Jahrhundert im GMS verankert ist, spielt heute eine stark untergeordnete Rolle. Es existieren nur sehr wenige, sehr kleine Weinanbauflächen (siehe Abbildung 32). Im Zuge von Temperaturerhöhungen kann insbesondere in Baden-Württemberg davon ausgegangen werden, dass die Rebsorte Lemberger aufgrund der Ausbreitung der Schwarzholzkrankheit stark leidet (Schaller, Weigel 2007).

Aufgrund höherer Durchschnittstemperaturen kann in Zukunft der Profit des Weinbaus im GMS wachsen. Falls der Weinbau wieder erstarken sollte, dann ist die Auswahl klimawandelangepasster Rebsorten empfehlenswert. Die Sonderkultur **Hopfen** wird im GMS überwiegend im Südosten angebaut und in diesem Bereich fallen auch die größten Niederschlagsmengen. Da der Hopfenanbau mit einer intensiven Bodenbearbeitung einhergeht und die Bildung eines stabilen Aggregatgefüges verhindert wird, ist die Erosionsgefährdung für diese Kultur erhöht und kann sich im Zuge des Klimawandels weiter verstärken (Feldwisch 2004).

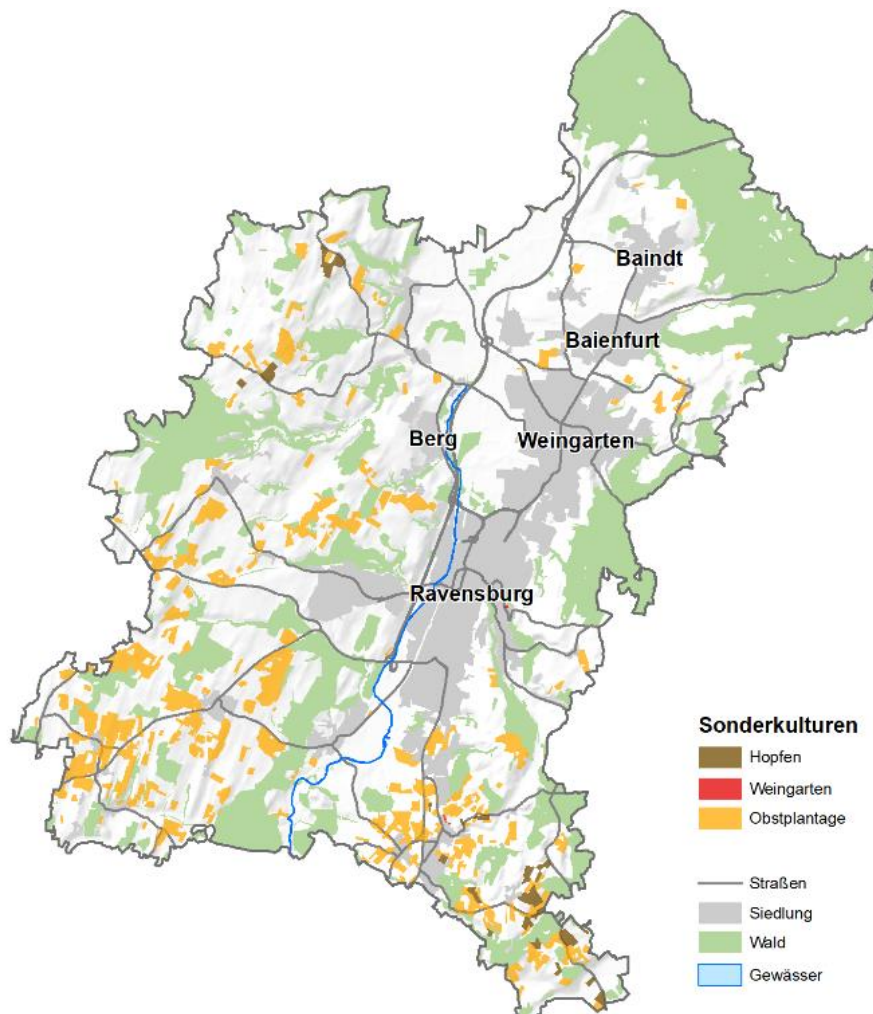


Abbildung 32: Auswahl von Sonderkulturen im GMS (Quelle: HHP 2022; Datengrundlage: ATKIS)

### 3.6.3 Auswertung der Klimasensitivität von Agrarkulturen im GMS

Im Folgenden wurden die angebaute Agrarkulturen im GMS betrachtet und zu Beginn untersucht, wie sich die verschiedenen Agrarkulturen anteilig auf die Gemeinden und Städte verteilen (siehe Karte E, Anhang C). Auf der Gemarkung Weingarten dominiert der bebaute Siedlungsbereich und nur lediglich 139 Hektar werden ackerbaulich genutzt. In der Gemeinde Berg bestehen nur kleine dörfliche Siedlungsstrukturen und große Ackerflächen. Die Gemeinde Berg und Ravensburg verfügen mit mehr als 1.000 Hektar über die in absoluten Zahlen größten Ackerlandflächen auf der Gemarkung und sind deswegen von klimatischen Veränderungen in der Landwirtschaft stärker betroffen als die anderen GMS-Kommunen. Die Kommunen Baienfurt und Baidt verfügen mit rund 415 ha bzw. 402 ha ackerbaulicher Nutzfläche über annähernd gleiche Flächenanteile. Für die Untersuchung der Betroffenheit von Agrarkulturen im GMS gegenüber den erwartbaren Klimawandelfolgen, wurde eine qualitative Auswertung der im GMS angebaute Nutzpflanzen durchgeführt. Dafür wurden diejenigen Nutzpflanzen im GMS betrachtet, die im Jahr 2019 mit den größten Flächenanteilen angebaut wurden (Landratsamt Ravensburg 2019) und mit den Aussagen der „Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels des Fachgutachtens für das Handlungsfeld Landwirtschaft“ von Flaig (2013) und der „Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung“ von Schaller und Weigel (2007) abgeglichen. Die benannten Studien fassen Erkenntnisse zahlreicher Publikationen über die Auswirkungen des Klimawandels auf die verschiedenen Nutzpflanzen zusammen.

Weitere methodische Hinweise sowie die ausführliche Bewertungstabelle sind dem Anhang B (Kapitel 3.5) zu entnehmen. Anhand der Auswertung können folgende Ergebnisse zusammengefasst werden:

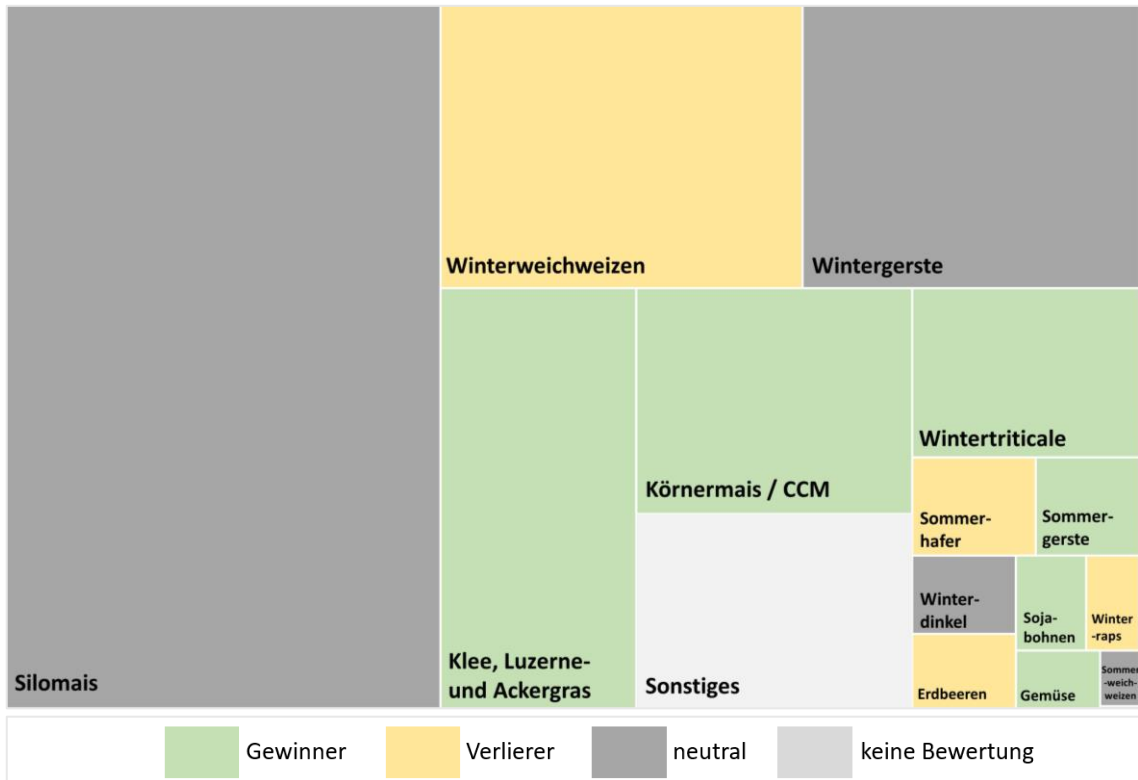


Abbildung 33: Zusammenfassung der potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die angebauten Ackerfrüchte im GMS (Quelle: HHP 2023; Hinweis: Die Ackerfrucht Zuckerrübe wurde in der Abbildung nicht berücksichtigt, weil sie nur auf 0,01 % der gesamten Ackerflächen im GMS angebaut wird.)

Die Abbildung 33 visualisiert die angebauten Nutzpflanzen im GMS und stellt diese proportional zu der Anbaufläche dar. Außerdem ist das zusammenfassende Ergebnis der literaturbasierten Auswertung für die Nutzpflanzen farblich hinterlegt. Ergänzend dazu stellt die Karte E diese Inhalte für die jeweiligen Kommunen dar. Der landwirtschaftliche Ackerbau im GMS setzt überwiegend auf den Anbau von Silomais. Weitere Agrarkulturen, die im GMS häufig angebaut werden, sind Wintergerste und Winterweizen. Die Auswirkungen des Klimawandels sind für Silomais und Wintergerste als neutral bewertet. Winterweichweizen stellt sich potenziell als Verlierer der Klimawandelfolgen dar. Die Reanalyse bestehender Daten zur zukünftigen Entwicklung des Klimas (siehe Kapitel 2) hat gezeigt, dass im GMS häufigere und länger anhaltende Hitzeperioden zu erwarten sind. Für die Landwirtschaft kann daraus abgeleitet werden, dass der Anbau von Silomais aufgrund der an Dauer, Häufigkeit und Intensität voraussichtlich zunehmenden Hitzeperioden von einer zeitweise unzureichenden Wasserversorgung ausgegangen werden muss. Bleiben die Temperaturanstiege und die Dauer der Hitzeperioden moderat, kann der Mais als wärmeliebende Frucht von den Klimawandelfolgen profitieren. Wenn jedoch ein Kipppunkt in der Wasserversorgung erreicht ist, wird der Anbau voraussichtlich nur mit Bewässerung möglich sein oder dadurch unrentabel für die Landwirte werden. Im GMS ist davon auszugehen, dass betroffene Landwirte die klimatische Veränderung beobachten und von Jahr zu Jahr die Entscheidung für oder gegen einen Anbau neu bewerten müssen. Wenn für den GMS das Klimawandelszenario mit dem stärksten Temperaturanstieg eintritt, dann besteht für die Landwirtschaft großes Potenzial, auf hitze- und trockenheitstolerante Nutzpflanzen (wie z. B. Soja oder Hartweizen) umzustellen. Die großen Flächenanteile, die derzeit mit Mais bestellt werden, könnten als Anpassungsmaßnahme dann beispielsweise auch die breite Vielfalt im Bereich der Getreidesorten nutzen.

### 3.6.4 Herausforderungen und Fazit der Klimawandelfolgen und Fazit für die Landwirtschaft im GMS

Die Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse haben im Handlungsfeld Landwirtschaft gezeigt:

- Kaltluftstaugebiete finden sich vor allem am nördlichen Siedlungsrand von Ravensburg und im Süden von Ravensburg in der Umgebung von Oberzell (siehe Karte E). Sie können in Wintermonaten Frostschäden in der Landwirtschaft bedingen, in den Sommermonaten aber auch das Wärmerisiko reduzieren.
- Landwirtschaftliche Flächen im GMS, die ein erhöhtes Austrocknungsrisiko aufweisen, finden sich überwiegend in den Hanglagen der Schussenbecken-Randterassen sowie im Umfeld der Gemeinden Baidnt und Baienfurt (siehe Karte E). Wasserzehrende Fruchtarten wie beispielsweise Winterraps, Sommergerste oder Energiemais sollten hier nur in geringem Umfang angebaut werden.
- Im GMS findet sich ein Mosaik vieler erosionsgefährdeter Ackerflächen im Bereich der nordwestlichen Schussenbecken-Randterassen und des Rinckenburger Hügellands. Außerdem liegen große, zusammenhängende Ackerflächen südöstlich von Baienfurt und im Osten von Ravensburg nahe dem Locherholz, die in Zukunft stark von Erosion betroffen sein können (siehe Karte E).
- Landwirtschaftliche Flächen im GMS, die potenziell in Zukunft von Sturzfluten betroffen sein können, finden sich östlich des Klosters Kellenried östlich von Baienfurt und im Umfeld von Schmalegg. Die Landwirtschaft im Mittelern Schussental bewirtschaftet auch Flächen, die in den Überflutungsbereichen  $HQ_{100}$  und  $HQ_{\text{extrem}}$  liegen. Besonders große Flächen sind im Norden und Süden im Bereich der Schussenniederung betroffen (siehe Karte E).
- Innerhalb der Sonderkulturen umfassen Obstplantagen nur rund 14% der landwirtschaftlichen Nutzfläche im GMS. Trotzdem haben diese Flächen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung aufgrund der hohen Bruttowertschöpfung. Im Zuge des Klimawandels ist für Obstplantagen im Gemeindeverband zu erwarten, dass potenziell das Risiko der Ausbreitung von Schaderregern wie des Apfelwicklers oder Apfelschorfs steigt. Aufgrund höherer Durchschnittstemperaturen kann in Zukunft der Profit des Weinbaus im GMS wachsen. Falls der Weinbau wieder erstarken sollte, dann ist die Auswahl klimawandelangepasster Rebsorten empfehlenswert. Die Sonderkultur Hopfen wird im GMS überwiegend im Südosten angebaut, und in diesem Bereich fallen auch die größten Niederschlagsmengen. Da der Hopfenanbau mit einer intensiven Bodenbearbeitung einhergeht und die Bildung eines stabilen Aggregatgefüges verhindert wird, ist die Erosionsgefährdung für diese Kultur erhöht und kann sich im Zuge des Klimawandels weiter verstärken.

Aufgrund von höheren Durchschnittstemperaturen im GMS wird in Zukunft der Anbau von hitze- und trockentoleranten Sorten und Kulturen zunehmend relevanter. Bereits heute werden im Landkreis Ravensburg Aprikosen erfolgreich angebaut. Solange die regionale Nachfrage und die Bereitschaft der Kunden, faire Preise an die Erzeuger zu zahlen, nicht abbricht, können sogar diese wärmeliebenden Früchte im GMS angebaut werden. Mit diesem Beispiel wird gleichzeitig deutlich, dass die Klimawandelfolgen für die Landwirtschaft nicht losgelöst von den Prozessen des Weltmarkts und der wirtschaftlichen und politischen Situation in Deutschland sowie der EU betrachtet werden können. Die Auswirkungen der Inflation und Rezession in Deutschland in Folge der Coronakrise und des Ukraine Kriegs beeinflussen die Nachfrage und Preissensibilität der Kunden. Wenn die Mindestlöhne für Arbeiter in der Landwirtschaft in Deutschland weiter steigen, dann wird der Anbau von bestimmten Nutzpflanzen nicht mehr rentabel sein. Zudem wachsen die Anforderungen an Umwelt- und Naturschutz sowie Vorgaben bzw. Einschränkungen für die Verwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Die Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse sollten daher insgesamt auch vor dem Hintergrund der vielen bereits bestehenden Herausforderungen für die Landwirtschaft gesehen werden. Im GMS liegen mögliche Anpassungskapazitäten beispielsweise in Maßnahmen zur Bewässerung, Umstellung der angepflanzten Nutzpflanze auf klimaangepasste Sorten oder Maßnahmen zur Beschattung von Sonderkulturen (z. B. Äpfel) durch Agri-Photovoltaik-Anlagen.

### 3.6.5 Fazit und Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Landwirtschaft

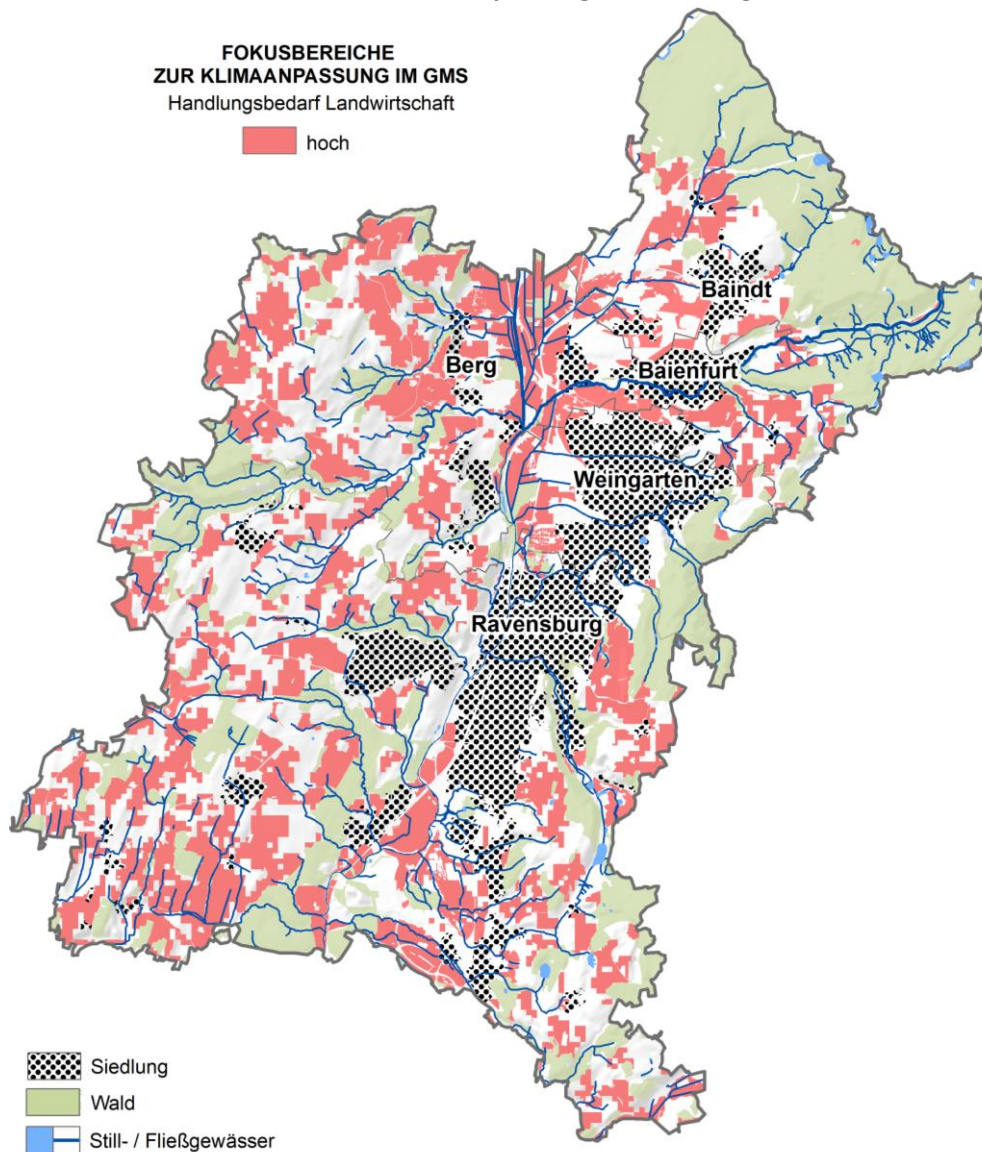


Abbildung 34: Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Landwirtschaft (Quelle: HHP 2023)

<p><b>Handlungsbedarf hoch:</b></p> <p>Im GMS umfassen die Gebiete mit einem hohen Anpassungsbedarf landwirtschaftliche Flächen, die im Falle von Hochwasser- oder Sturzflutereignissen überflutet werden, sowie Flächen mit erhöhtem Risiko gegenüber Austrocknung aufgrund grundwasserferner Böden sowie Böden mit niedriger Wasserspeicherkapazität. Hier können aufgrund der Veränderungen des Niederschlagsregimes und zunehmender Trockenperioden Beeinträchtigungen bzw. Bewässerungsbedarfe bestehen. Im Umfeld der Gemeinden Baienfurt und Baidt existieren (in Anlehnung an die Wasserspeicherkapazität von Böden und Grundwasserverfügbarkeit) landwirtschaftlich genutzte Flächen, die besonders austrocknungsgefährdet sind. Ein hoher Handlungsbedarf zur Sicherung von Grünland oder Streuobstflächen mit erosivem Untergrund besteht im GMS in vielen kleinen Sprengeln, die sich meist in Siedlungsnähe befinden. Eine Landnutzungsänderung sollte hier vermieden werden.</p> <p>Bereiche mit hohem Handlungsbedarf liegen vor allem auf landwirtschaftlichen Flächen vor, die in Zukunft deutlich stärker von Erosion betroffen sein werden. Ein sehr großes Anpassungserfordernis besteht demnach auf hoch erosiven Acker-, Gartenland oder Sonderkulturflächen, die aufgrund der klimawandelbedingten Zunahme von Starkniederschlägen mehr gefährdet sind als andere landwirtschaftliche Nutzungsformen.</p> <p><b>Handlungsbedarf sehr hoch:</b></p> <p><i>Für dieses Handlungsfeld nicht näher differenzierbar.</i></p>
---

## 3.7 Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft

### 3.7.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf die Wald- und Forstwirtschaft

Das Mittlere SchusSENTal besteht zu rund einem Viertel aus Waldflächen, die eine große Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen haben, wertvolle Erholungsräume für den Menschen sind sowie wichtige Flächen für die Frischluftproduktion darstellen. Rund 78% der Wälder im GMS bestehen aus reinen Laubwäldern und Mischwäldern (Laub-/Nadelgehölz) und nur ca. 22% der Waldflächen bestehen aus reinem Nadelwald. Vom Klimawandel betroffene meteorologische Variablen haben große Auswirkungen auf die Beschaffenheit und Vitalität der Wälder. Bspw. schwächt lange anhaltende Trockenheit viele heimische Baumarten und macht diese anfälliger für Schädlingsbefall, was zum Absterben ganzer Bestände führen kann. Des Weiteren können starke Sturmböen zu Windwurf führen. Für beides sind insbesondere Fichtenmonokulturen anfällig.

Die methodische Ausführung der Betroffenheitsanalyse der Waldflächen hängt von den Besitzverhältnissen und der damit verbundenen Datenverfügbarkeit ab. Im GMS liegen sehr große Waldflächenanteile im Besitz des Landes Baden-Württemberg und der Kommunen (siehe Anhang B, Kapitel 3.6). Die Waldflächen im Privatbesitz verteilen sich kleinfächig über das gesamte Gebiet. Für diese Flächen können nur zum Teil Aussagen zur Betroffenheit gemacht werden, da die entsprechenden Datengrundlagen nicht flächendeckend vorliegen. Als maßgebliche Grundlage für die Bearbeitung des Handlungsfelds Wald- und Forstwirtschaft wurden die umfangreichen Untersuchungen der Betroffenheit von Waldflächen gegenüber Klimawandelfolgen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) genutzt. Die Ergebnisse für den GMS wurden hier bezüglich der Gefährdungspotenziale für bedeutsame Waldfunktionen untersucht (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.6).

### 3.7.2 Potenzielle Betroffenheit der Wälder gegenüber Trockenheit, Schädlingen und Sturmwurf

Die größte Besonderheit innerhalb des Handlungsfelds Wald- und Forstwirtschaft besteht darin, dass aufgrund der langen Lebensspanne von Bäumen die Anpassungen an den Klimawandel sehr vorausschauend und frühzeitig geplant und umgesetzt werden müssen. Im GMS werden Wälder in Zukunft mit Veränderungen relevanter Klimaparameter konfrontiert. Die Trockenperioden, die im GMS vor allem in den Sommermonaten zunehmen werden (siehe Kapitel 2.3.2), setzen Waldflächen unter **Trockenstress** und führen in der Folge auch zu einer sinkenden klimatischen Wasserbilanz. Dies hat wiederum negative Folgen für die Waldwirtschaft und auf die Lebensraumfunktion des Waldes für Tiere und Pflanzen. Die Zunahme (Häufigkeit und Intensität) langanhaltender **Trockenperioden** lässt im GMS auch die Gefahr für **Schädlingsskalamitäten** steigen, da bspw. Bäume unter Trockenstress gegenüber einem Borkenkäferbefall deutlich stärker betroffen sind als bei ausreichender Wasserversorgung. Standorte mit besonders trockensensitiven Baumarten werden in Zukunft von Klimawandelfolgen verstärkt betroffen und gefährdet sein.

Klimawandelbedingte höherer **CO<sup>2</sup>-Gehalte** der Atmosphäre sowie eine **Verlängerung der Vegetationsperiode** können aber auch waldwirtschaftlich Vorteile bringen, da das Wachstum der Bäume zunimmt und somit auch die potenzielle Holzproduktion. Diese positiven Faktoren kommen jedoch nicht zum Tragen, wenn die Baumartenzusammensetzung nicht ausreichend resilient gegenüber den Veränderungen maßgeblicher Klimaparameter (wie z. B. zunehmende Trockenheit, wärmere Winter oder mehr und stärkere Sturmereignisse) ist.

Die höchsten Windgeschwindigkeiten und die Anzahl der Sturmtage werden sich voraussichtlich im GMS kaum verändern oder nur leicht zunehmen. Die Aussagen zur Sturmentwicklung sind jedoch mit sehr großen Unsicherheiten behaftet. Als Entwicklungstendenz für Baden-Württemberg wird angenommen, dass es in Zukunft zu häufigeren Starksturmereignissen kommen wird und diese im Winterhalbjahr zu- und im Sommerhalbjahr abnehmen werden. Für die Wälder im GMS bedeutet dies, dass insbesondere in

Bereichen mit hohen Nadelwaldanteilen und flachwurzelnenden Bäumen das Risiko von größeren Schäden durch **Sturmwurf** steigt.

Die Wirkung der verschiedenen Klimaparameter und deren Risiken auf Waldflächen sind Teil der Gesamtbewertung der Vulnerabilität von Waldflächen im GMS. Die im vorangegangenen Kapitel erwähnte Datengrundlage beschreibt diese Gesamtvulnerabilität in Form des Vulnerabilitätsindex (siehe Karte F) (FVA 2019). Im GMS bestehen in großen Bereichen der Wälder Altdorfer Wald, Locherholz und Adelsreuter Wald sehr hohe Gefährdungsrisiken für die Waldbestände.

### 3.7.3 Potenzielle Betroffenheit der Waldbiotope

Im Zuge der Betroffenheitsanalyse wurden auch die gesetzlich geschützten Waldbiotope nach § 33 des Naturschutzgesetzes BW, § 30a des Landeswaldgesetzes (Biotopschutzwald) und § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes hinsichtlich ihrer Klimasensitivität bewertet (siehe Karte F). Im GMS finden sich viele kleinflächige **klimasensitive Waldbiotope**, die meist linienförmig in Erscheinung treten. Im Wolfegger Tobel dominieren im Bereich des Altdorfer Walds großflächigere **Waldmeister-Buchenwälder** mit einer mittleren Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel. Durchzogen wird dieser Bereich wiederum von kleinteiligen Waldbiotopen der **naturnahen Bruch-, Sumpf- und Auwälder**, welche für die feuchten Senken des Wolfegger Tobels prägend und hoch klimasensitiv sind. Auch im Schmalegger Tobel kommen diese Waldbiotope vor, aber auch viele Bereiche von **Schlucht- und Hangmischwäldern**, die ebenfalls hoch sensitiv reagieren. Im GMS existieren auch klimasensitive Biotope in Waldbereichen mit einem geringen Vulnerabilitätsindex, wie bspw. im Schmalegger Tobel (siehe Karte F). Auch für diese klimasensitiven Waldbiotope können Anpassungsmaßnahmen dringend erforderlich sein. Es kann sich bspw. um Waldbiotope handeln, die in die Bewertung der vulnerablen Waldflächen nicht miteingeflossen sind, weil sie kein Teil des Kriteriensets sind. Beispiele hierfür sind Kalktuffquellen oder Tümpel im Wald. In Folge steigender Temperaturen und anhaltenden Trockenperioden können diese potenziell hinsichtlich ihres Wasserhaushalts beeinträchtigt werden, unabhängig davon, dass die umliegenden Waldflächen gut mit Trockenstress umgehen können und die vorhandenen Bäume klimastabil sind. Daher können Anpassungen an Klimawandelfolgen für diese Biotope erforderlich sein und sind im Einzelfall zu prüfen (siehe Karte F).

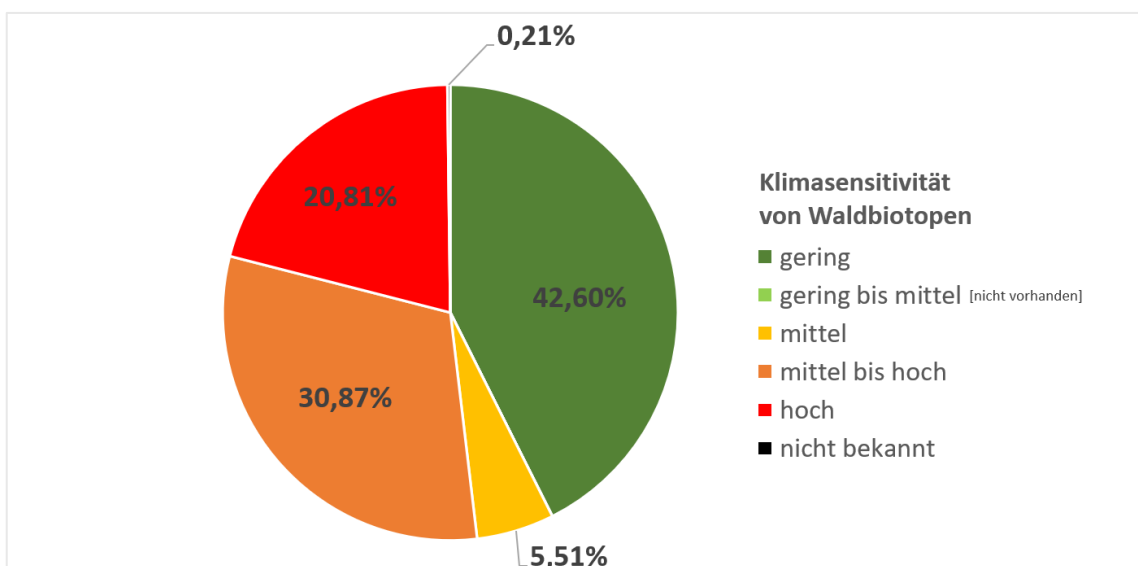


Abbildung 35: Klimasensitivität der Waldbiotope im GMS (Quelle: HHP 2023)

Betrachtet man zusammenfassend die Klimasensitivität besonders wertvoller Biotope im Wald (besonders geschützte Waldbiotope nach § 24 a NatSchG, Biotopschutzwald nach § 30a LwaldG und weitere naturschutzfachlich wertvolle Biotope) so stellt man fest, dass im GMS rund 51% der Waldbiotope



aufgrund der erwartbaren klimatischen Veränderungen in Zukunft stark (mittel bis hoch; hoch) betroffen sein werden.

#### **3.7.4 Potenzielle Betroffenheit von Schutzzwecken der Natura 2000-Gebiete und Naturschutzgebiete im Wald**

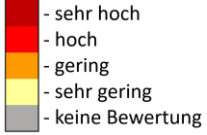
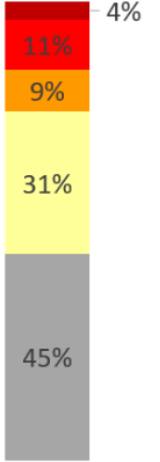
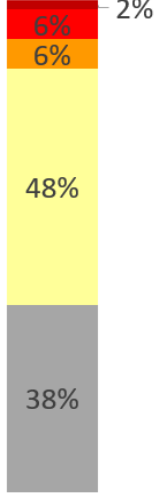
Große Flächen der Natura 2000-Gebiete und der Naturschutzgebiete liegen im GMS in Waldbereichen. Die Schutzzwecke der FFH-Gebiete *Schussenbecken mit Tobelwälder südl. Blitzenreute* und *Altdorfer Wald* sind aufgrund der vorkommenden Lebensraumtypen sowie sensibler Tier- und Pflanzenvorkommen hoch betroffen. Auch der überwiegende Teil der Naturschutzgebiete ist aufgrund der vorliegenden feuchtegeprägten Lebensräume verstärkt betroffen. Nähere Ausführungen sind dem Kapitel 3.8.4 zu entnehmen.

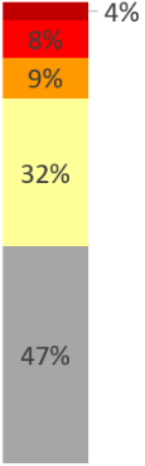

#### **3.7.5 Potenzielle Beeinträchtigungen von Waldfunktionen**

Wälder erfüllen verschiedene Funktionen gemäß LWaldG Baden-Württemberg. Es existieren forstliche Waldfunktionen *mit* rechtsförmlich festgesetzter Zweckbindung wie Bodenschutzwald (§30), Schutzwald gegen schädliche Umwelteinwirkungen (§31) und gesetzlicher Erholungswald (§33). Zu den Waldfunktionen *ohne* rechtsförmlich festgesetzte Zweckbindung zählen der Erholungs-, Klimaschutz-, Immissionschutz-, Lärmschutz- und Sichtschutzwald. Die FVA als zuständige Institution kartiert und erfasst diese Waldfunktionen in der Waldfunktionenkartierung. Unter veränderten klimatischen Bedingungen im GMS kann diese Funktionsvielfalt der Wälder in Zukunft beeinträchtigt werden.

Im Mittleren Schussental existieren keine Waldflächen mit den Funktionen *Klimaschutz-, gesetzlicher Erholungswald* und *Schutzwald gegen schädliche Umwelteinwirkungen*. Die Waldfunktion Erholungswald stellt den größten Flächenanteil im GMS dar. Waldbereiche im Mittleren Schussental, die im Zuge des Klimawandels empfindlich reagieren, werden auch ihre Waldfunktionen in Zukunft nicht mehr in dem Maße erfüllen können, wenn keine Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erfolgen. Die Tabelle 9 gibt einen Überblick zu den Auswirkungen der Beeinträchtigung von Waldfunktionen:

Tabelle 9: Potenzielle Auswirkungen der Beeinträchtigung von Waldfunktionen im GMS

Waldfunktionen	<b>Verteilung des Vulnerabilitätsindex</b> 	<b>Potenzielle Auswirkungen der Beeinträchtigung von Waldfunktionen</b>
Erholungswald		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Beeinträchtigung der Eignung der Wälder für Erholungs- und Freizeitaktivitäten von Spaziergänger, Wanderer, Radfahrende oder Sportler</li> <li>■ Minderung der Erholungsattraktivität aufgrund einer Beeinträchtigung des ausgeglichenen Innenklimas des Waldes (= Reduktion extremer Hitze- oder Kältebelastung, reduzierte Winde, zu hohe oder zu niedrige Luftfeuchtigkeit, starke Sonneneinstrahlung)</li> <li>■ Beeinträchtigung gesundheitsfördernder Wirkungen des Waldes auf den Menschen. Beeinträchtigung der Ökosystemleistungen (gereinigte Luft, grüne Umgebung und reduzierte Lärmeinwirkung), die der Wald für den Mensch bereitstellt.</li> </ul>
Bodenschutzwald		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können die Schutzwirkung zur Verhinderung von Erosionsschäden durch Wasser und Wind potenziell nicht aufrecht erhalten.</li> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. den Schutz von Verkehrswegen, Wohn- und Industriegebiete und Landwirtschaftsflächen vor Steinschlag nicht mehr gewährleisten.</li> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. den Schutz vor Bodenrutschungen, Erdabbrüchen und Bodenkriechen nicht mehr aufrechterhalten.</li> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. den Schutz vor Auslagerung, Humusschwund, Bodenverdichtung und Vernässung Humusschwund, Bodenverdichtung und Vernässung nicht mehr ausreichend gewährleisten</li> </ul>

<p>Immissionsschutz- wald</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. die Schutzfunktion vor Gasen, Stäuben, Aerosolen und Lärm nicht erfüllen. Dadurch können Beeinträchtigungen für Wohn-Arbeits- und Erholungsbereiche, land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen sowie wertvolle Biotope entstehen.</li> </ul>
<p>Wasserschutzwald</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. nicht mehr ausreichend zur Sicherung und Verbesserung der Grundwasserqualität und Qualität der Oberflächengewässer beitragen.</li> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. nicht mehr zur Sicherung einer stetigen Wasserspende beitragen.</li> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. nicht mehr zur Minderung von Hochwasser- und Erosionsschäden beitragen.</li> </ul>
<p>Sichtschutzwald</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durch Klimawandelfolgen geschädigte Wälder können pot. nicht zu einem attraktiven Landschaftsbild beitragen, sondern im Extremfall das Landschaftsbild sogar beeinträchtigen.</li> </ul>

Quelle: HHP 2022, nach Unseld 2013

Die Waldbereiche des GMS wurden in der Karte F in sieben Schwerpunktbereiche eingeteilt (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.6). Betrachtet man den gesamten Erholungswald im GMS, dann liegen im

Waldschwerpunktgebiet Haslach im Osten des GMS die höchsten Anteile vulnerabler Waldflächen. Hier entfallen rund ein Drittel der Flächen auf die Vulnerabilitätsindex-Klassen hoch und sehr hoch. Auch das Waldschwerpunktgebiet Altdorfer Wald weist große vulnerable Waldflächenanteile (ca. 24% stark betroffene Erholungswälder) auf. Es ist davon auszugehen, dass auch insgesamt im GMS die Erholungswälder in Zukunft verstärkt von Klimawandelfolgen beeinträchtigt werden, da im gesamten Verbandgebiet für ca. 55% der Erholungswälder eine Betroffenheit vorliegt. Davon sind rund 15% (sehr) stark betroffen (siehe Tabelle 9). Die Abbildung 36 verdeutlicht, welche Waldfunktionen im GMS am stärksten von Klimawandelfolgen betroffen sind und Gefahr laufen, in der Zukunft ihre Funktionen nicht mehr ausreichend erfüllen zu können.

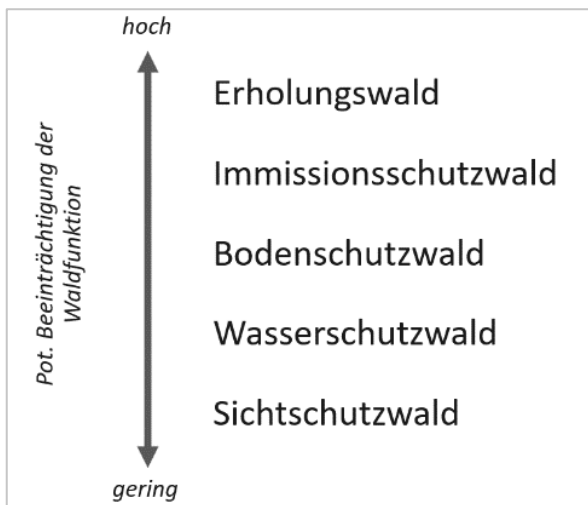


Abbildung 36: Betroffenheit der Waldfunktionen im GMS bezogen auf die Anteile (sehr) hoch vulnerabler Waldflächen (Quelle: HHP 2022)

### 3.7.6 Fazit und Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft

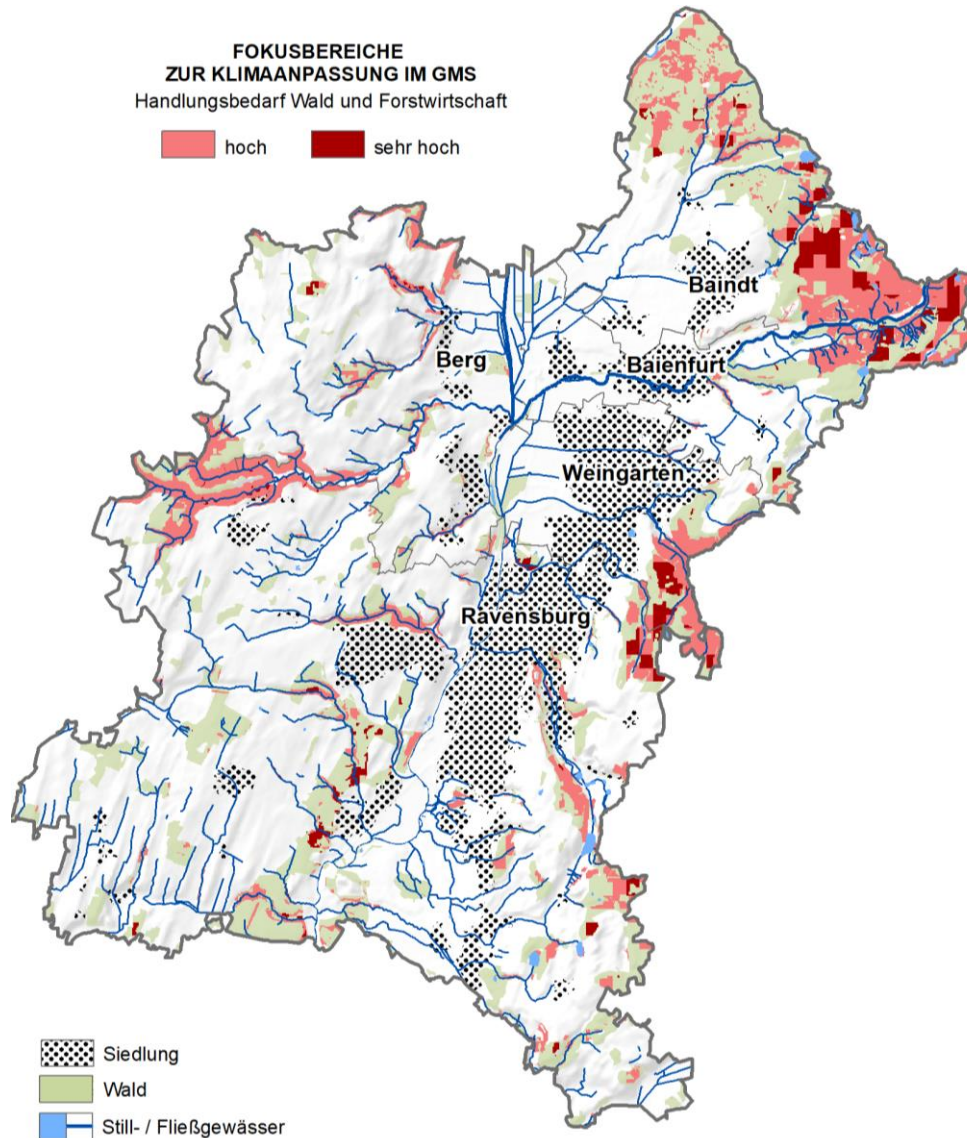


Abbildung 37: Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft (Quelle: HHP 2023)

<b>Handlungsbedarf hoch:</b>
Waldgebiete mit hohem Handlungsbedarf konzentrieren sich im GMS stark auf die Waldflächen des Altdorfer Waldes, des Schmalegger und Rinkenbruger Tobels, des Locherholz sowie auf Teile des Höllwalds und der Waldflächen entlang des Knollengrabens sowie im Bereich zwischen Kemmerlang und Fildenmoos. Schäden durch Sturmwurf, Trockenheit und Schädlingsbefall werden hier in Zukunft voraussichtlich stark zunehmen. Die erwartbaren klimatischen Veränderungen im GMS können in Zukunft negative Auswirkungen auf die hoch betroffenen Waldbiotope Weiher, Tümpel, Teiche, Quellbereiche, naturnahe Bruch-, Sumpf- und Auwälder im GMS haben.
<b>Handlungsbedarf sehr hoch:</b>
Waldflächen mit sehr hohem Handlungsbedarf sind im GMS überwiegend im Bereich des Altdorfer Waldes entlang des Sulzmoosbachs und teilweise im Umfeld der Zuläufe der Wolfegger Ach, im Locherholz und Adelsreuter Wald zu finden. Schäden durch Sturmwurf, Trockenheit und Schädlingsbefall werden hier in Zukunft voraussichtlich sehr stark zunehmen. Waldbiotope wie Quellbereiche, (Tobel-)Bachläufe, Röhrichtbestände, feuchte Senken bzw. Feuchtgebiete bilden die überwiegende Mehrheit der sensiblen Waldlebensräume, die durch Klimawandelfolgen gefährdet sind.

## 3.8 Handlungsfeld: Ökologie und Biodiversität

### 3.8.1 Erwartete Auswirkungen des Klimawandels auf Ökologie und Biodiversität

Das Klima entscheidet zu einem großen Teil über die Lebensbedingungen und Verbreitungsgebiete von Tier- und Pflanzenarten. Bspw. passen viele Zugvögel ihr Wanderverhalten den veränderten Temperaturen an. Über die vergangenen Jahrzehnte wurde in Mitteleuropa beobachtet, dass viele Zugvogelarten früher im Jahr in ihre Brutgebiete einwandern und diese später verlassen. Durch die komplexen Interaktionen zwischen Tieren und Pflanzen wirkt sich das Klima andererseits auch indirekt auf deren Verbreitung und Artzusammensetzung aus und gestaltet somit Lebensräume oder ganze Ökosysteme um. Bspw. leiden Zugvogelarten deren Wanderung und Brut sich nicht synchron mit dem Nahrungsmittelangebot verändert. Problematisch ist außerdem, dass der Klimawandel bedeutend schneller abläuft als die Lebensraumverschiebung und das Wachstum vieler Arten (z. B. Bäume).

Die Vorgehensweise zur Erfassung und Bewertung der potenziellen Empfindlichkeit von Arten und Biotopen gegenüber dem Klimawandel erfolgte nach May et al. 2016, teilweise in modifizierter Anwendung (siehe Anhang B, Kapitel 3.4). Untersucht wurde dabei die Betroffenheit der vorkommenden Biotope und die Betroffenheit der potenziell vorkommenden und nachgewiesenen Tier- und Pflanzenarten gegenüber dem Klimawandel (auf Grundlage des Zielartenkonzepts sowie Artnachweisen).

### 3.8.2 Klimasensitive Tier- und Pflanzenarten

#### Pflanzenarten

Im Mittleren Schussental geben die Kartierungen der Managementpläne der FFH-Gebiete «Altdorfer Wald» und «Schussenbecken mit Tobelwäldern südlich Blitzenreute» Hinweise zu bedrohten Pflanzenarten. In den genannten FFH-Gebieten konnte keine nachgewiesene Pflanzenart als klimasensitiv eingestuft werden. Unter Vorbehalt ist hier jedoch das Firnisglänzende Sichelmoos (*Hamatocaulis vernicosus*) zu nennen. Dieses Laubmoos bevorzugt als Lebensraum kühl-feuchte, lichtreiche und nährstoffarme Standorte, gedeiht überwiegend in Nieder-, Zwischen- und Quellmooren und verträgt Trockenlegungen und Eutrophierung sowie dauerhafte Überflutungen nur sehr schlecht (LUBW 2020). Aufgrund der Lebensraumsprüche dieser Art und den Erfahrungen aus durchgeführten Pflegemaßnahmen kann davon ausgegangen werden, dass dieses Moos im Zuge des Klimawandels weiter leiden könnte (Fischer et al. 2018). Die Zukunftsaussichten des Erhaltungszustands des Firnisglänzende Sichelmooses in Baden-Württemberg werden von der LUBW (2020) als ungünstig bis schlecht eingestuft. Eine weitere klimasensitive Pflanzenart konnte auf Basis der Kartierungen des Arten- und Biotopschutzprogramms Baden-Württemberg identifiziert werden. Laut der Bewertung der Klimasensitivität ist die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) eine Pflanzenart, die potenziell durch die Folgen des Klimawandels negativ betroffen sein wird. Durch den Rückgang von wilden Flusslandschaften und Auenbereichen mit von Hochwässern umgelagerten Schotterbänken gehen zunehmend die geeigneten natürlichen Standorte für die deutsche Tamariske verloren. Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass der Habitatverlust meist keine direkte Klimawandelfolge, sondern ein Resultat der anthropogenen Einflüsse, wie bspw. dem Wasserkraftwerksbau, ist. Der Rückgang naturnaher Gewässerlandschaften hat in den letzten Jahren zu immer weiter sinkenden Beständen der Deutschen Tamariske geführt (Verband der Naturparke Österreichs 2022). In Zukunft könnte sich dieser Umstand aber durch den Klimawandel weiter verschärfen. Die genauen Verortungen der Vorkommen werden aus Gründen des Artenschutzes nicht lagegenau dargestellt. Eine grobe und generalisierte Orientierung bietet die Karte G. Neben den kartierten und nachgewiesenen bedeutsamen Pflanzenarten im Mittleren Schussental wurden mithilfe der „Datenbank der floristischen Kartierung Baden-Württemberg am Staatlichen Museum für Naturkunde Stuttgart“ weitere potenzielle Vorkommen von Pflanzenarten auf ihre Klimasensitivität hin untersucht. Eine Auswertung ergab eine hohe Betroffenheit einiger, potenziell vorkommender Pflanzenarten wie bspw. Grau-, Faden- und Davalls Segge (siehe Anhang B, Kapitel 3.4.2).

### Tierarten

Im Mittleren Schussental wurden bedrohte und klimasensitive Tierarten mithilfe der nachgewiesenen Artenvorkommen aus verschiedenen Quellen zusammengeführt und ausgewertet (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.4.3). Das Zielartenkonzept Baden-Württemberg konnte dabei nicht genutzt werden, da es zum Zeitpunkt der Bearbeitung nicht öffentlich zur Verfügung stand. Als klimasensitive Tierarten können bspw. Arten der feuchtgeprägten Lebensräume der Schussenaue und weiterer Feuchtgebiete sowie naturnaher Fließgewässer genannt werden. Der europäische Laubfrosch, der Springfrosch und der Steinkrebs reagieren auf die Folgen des Klimawandels besonders empfindlich. Auch die kleine Flussmuschel und die vierzählige Windelschnecke sind bedeutsame Zielarten des Landkreises Ravensburg. Weitere Informationen zu klimasensitiven Arten im GMS lassen sich dem Anhang B im Kapitel 3.4.3 entnehmen.

### Invasive Arten

Die Einwanderung invasiver Arten kann durch den Klimawandel beeinflusst werden. Die lokalklimatischen Veränderungen der Lebensräume für Tiere und Pflanzen im GMS können dazu führen, dass in der Folge zuvor gebietsfremde Arten nun günstige Lebensbedingungen vorfinden und sich ansiedeln. Durch diese Neobiota kann die heimische Artenvielfalt beeinträchtigt werden. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, dass besonders geschützte Tier- und Pflanzenarten einwandern, die derzeit nicht im GMS vorkommen, aber in Zukunft dort schutzwürdig und -bedürftig sein werden (Schlumprecht 2013). Von ausgewählten Neobiota können auch Gefährdungen für den Menschen ausgehen. Der Klimawandel begünstigt vor allem die Ausbreitung wärmeliebender Insektenarten. Als besonders gefährlich gilt die Ausbreitung der aus Süd- und Südostasien stammende Asiatische Tigermücke (*Stegomyia albopicta*), die Krankheiten wie Chikungunya- und Denguefieber übertragen kann. In der Pflanzenwelt wird die Anzahl von Neophyten voraussichtlich in ganz Deutschland deutlich ansteigen (siehe Abbildung 38). Bspw. ist das Beifußblättrige Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*) zu nennen, dessen Ausbreitung in Baden-Württemberg durch verlängerte Vegetationszeiten in Folge des Klimawandels begünstigt wird. Die *Ambrosia artemisiifolia* löst verstärkt allergische Reaktionen in der Bevölkerung aus und die Ausbreitung wird deshalb in Baden-Württemberg verstärkt durch die LUBW überwacht.

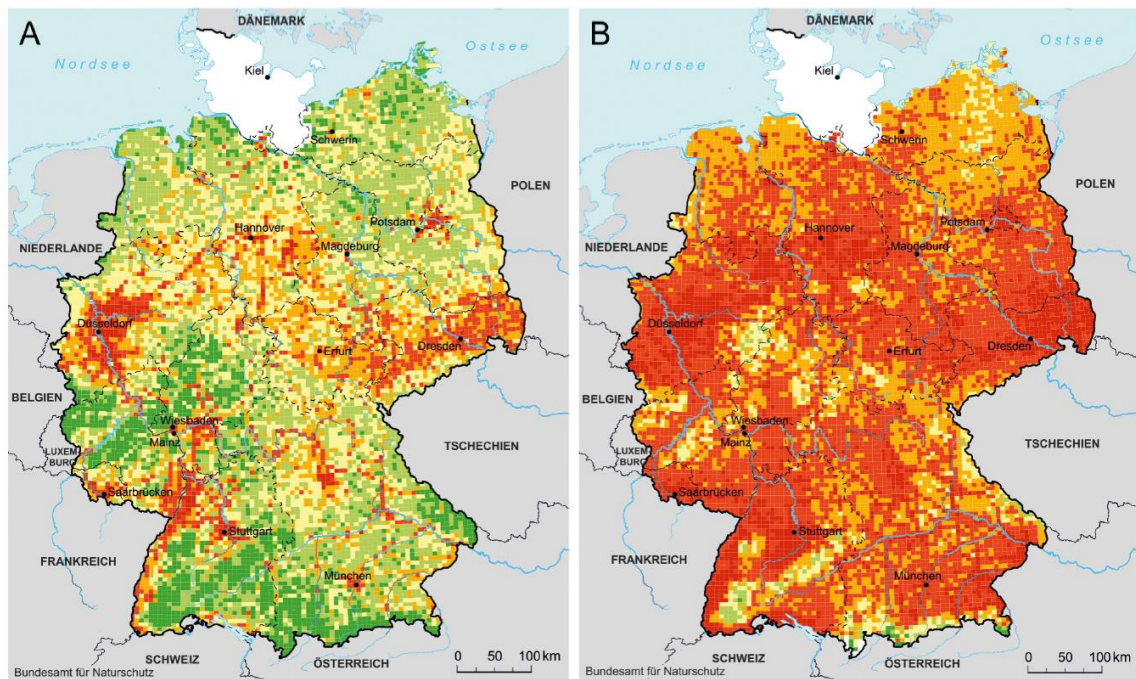


Abbildung 38: Habitategignung für 30 besonders problematische Neophyten unter A) Klimabedingungen zum Zeitpunkt 2010 und B) Klimawandel (Prognosezeitraum 2051-60) (Quelle: Stefan Nehring 2016)

### 3.8.3 Klimasensitive Biotope und Lebensräume

Besonders sommerliche Trockenperioden, jahreszeitliche Verschiebungen der Wasserbilanz und Extremwetterereignisse stellen Gefahren für die Funktions- und Leistungsfähigkeit von Biotopen dar (May et al. 2016). Wasserabhängige Ökosysteme wie Fließ- und Stillgewässer, Moore, Feucht- und Nasswiesen, Sumpf-, Bruch-, Moor- und Auenwälder sind gegenüber den zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels als besonders empfindlich einzustufen (LUBW 2013). Die Karte G veranschaulicht das Vorkommen ausgewählter klimasensitiver Biotoptypen im GMS, die nach PETERMANN et al. (2007) hinsichtlich ihrer Betroffenheit gegenüber dem Klimawandel untersucht wurden (Methodik: siehe Anhang B, Kapitel 3.4.1).

Insgesamt weisen große Anteile der Biotope im GMS eine mittlere Klimasensitivität auf. Hierzu gehören vor allem die großen Laub- und Mischwaldbereiche, Streuobstbestände, natürliche nährstoffreiche Seen aber auch Biotoptypen im Offenland wie Nass- und Magere Flachlandwiesen sowie Pfeifengraswiesen. Größere Flächen klimasensitiver Nadelwälder finden sich im Altdorfer Wald sowie auf Waldflächen südlich von Alberskirch und nahe Fildemoos. Ferner sind im GMS auch klimasensitive Biotoptypen wie Moore (z. B. kalkreiche Niedermoore südlich des Flappachweiher), Quellbiotope wie zum Beispiel nördlich Albershofen oder Kemmerlang oder auch Schilfröhrichte am Föhrenried, Sulzmoosbach (nahe Baidnt) und südlich von Kasernen hoch betroffen. Weitere Beispiele hoch betroffener Biotoptypen sind gewässergelundene Biotope wie bspw. Schilf- und Gehölzsäume im Bereich Aulwangen, waldfreie Niedermoore und Sümpfe südlich von Fildemoos, Feuchtgebiete südwestlich von Ittenbeuren, Großseggenriede (z. B. Flappachbad, Egelsee, Gloggerer Weiher, Seggenfläche Föhrenried) oder begleitende Auenwälder mit Erle, Esche und Weide entlang von vielen Fließgewässern im GMS. Naturnahe Bereiche fließender Binnengewässer samt ihrer Ufer und Überschwemmungsflächen (z. B. Sulzmoosbach, Schwarzach südl. Untereschach, Ettishofer Ach südl. Ettishofen) gelten ebenfalls als hoch klimasensitiv. Weitere betroffene Biotope verteilen sich sehr kleinflächig über das gesamte Mittlere Schussental und sind wertvoller Lebensraum für zahlreiche gefährdete Arten der Roten Liste. Vorsorgeorientiert wurden auch die feuchten Bodenstandorte im Mittleren Schussental als Gebiete mit potenziell hoher Empfindlichkeit gegenüber Klimaveränderungen eingestuft. Schwerpunkte liegen hier in den wertvollen Auenbereichen der Schusseniederung.

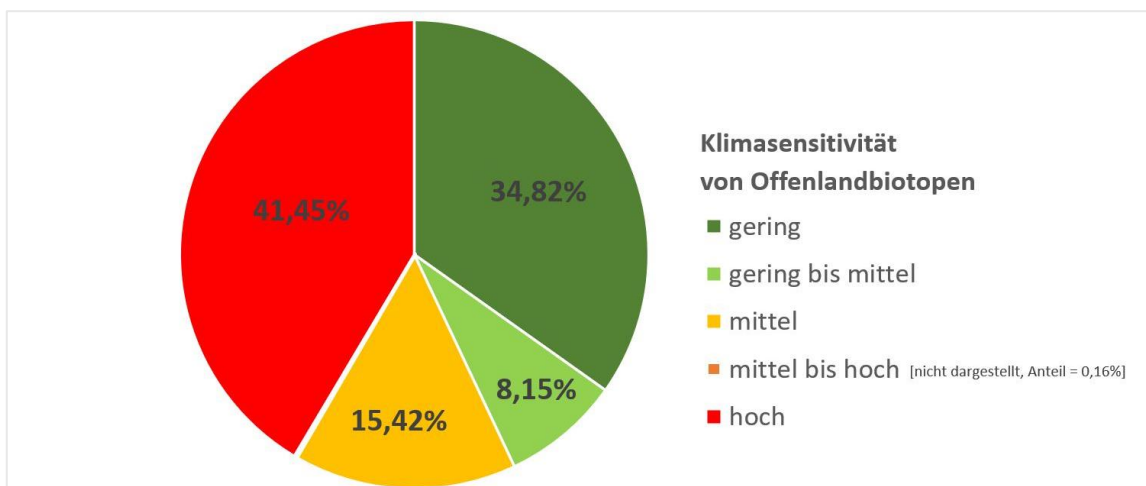


Abbildung 39: Klimasensitivität der Offenlandbiotope im GMS (Quelle: HHP 2023)

Betrachtet man zusammenfassend die Klimasensitivität besonders wertvoller Biotope im Offenland, welche nach § 30 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und § 33 Naturschutzgesetz Baden-Württemberg (NatSchG) geschützt sind, so stellt man fest, dass im GMS rund 42% der Offenlandbiotope aufgrund der erwartbaren klimatischen Veränderungen in Zukunft stark (mittel bis hoch; hoch) betroffen sein werden.



### 3.8.4 Potenzielle Beeinträchtigung der Schutzzwecke von Natura 2000-Gebieten und von Naturschutzgebieten

Die vorangegangenen Ausführungen haben verdeutlicht, dass Tier- und Pflanzenarten im GMS von den klimawandelbedingten Veränderungen betroffen sind und insbesondere wasserprägte Lebensräume als hoch vulnerabel einzustufen sind. Über diese Erkenntnisse hinaus wurde im Folgenden geprüft, inwiefern der Schutzzweck der Natura 2000 (FFH) und Naturschutzgebiete (NSG) durch den Klimawandel beeinflusst wird. Dafür wurden Verordnungen der Schutzgebiete sowie Natura-2000-Managementpläne qualitativ ausgewertet. Zusammenfassend kann von einer erhöhten Betroffenheit des Schutzzwecks ausgegangen werden, wenn der Schutzzweck dem Erhalt von Tier- und Pflanzenarten sowie Lebensräumen und Biotoptypen gilt, die als klimasensitiv einzustufen sind. Das Ergebnis der Betroffenheitsanalyse des Schutzzwecks der Schutzgebiete ist in Abbildung 40 zusammengefasst. Diese Bewertung fußt auf der tabellarischen Auswertung und kann dem Anhang B unter Kapitel 3.4.4 entnommen werden.

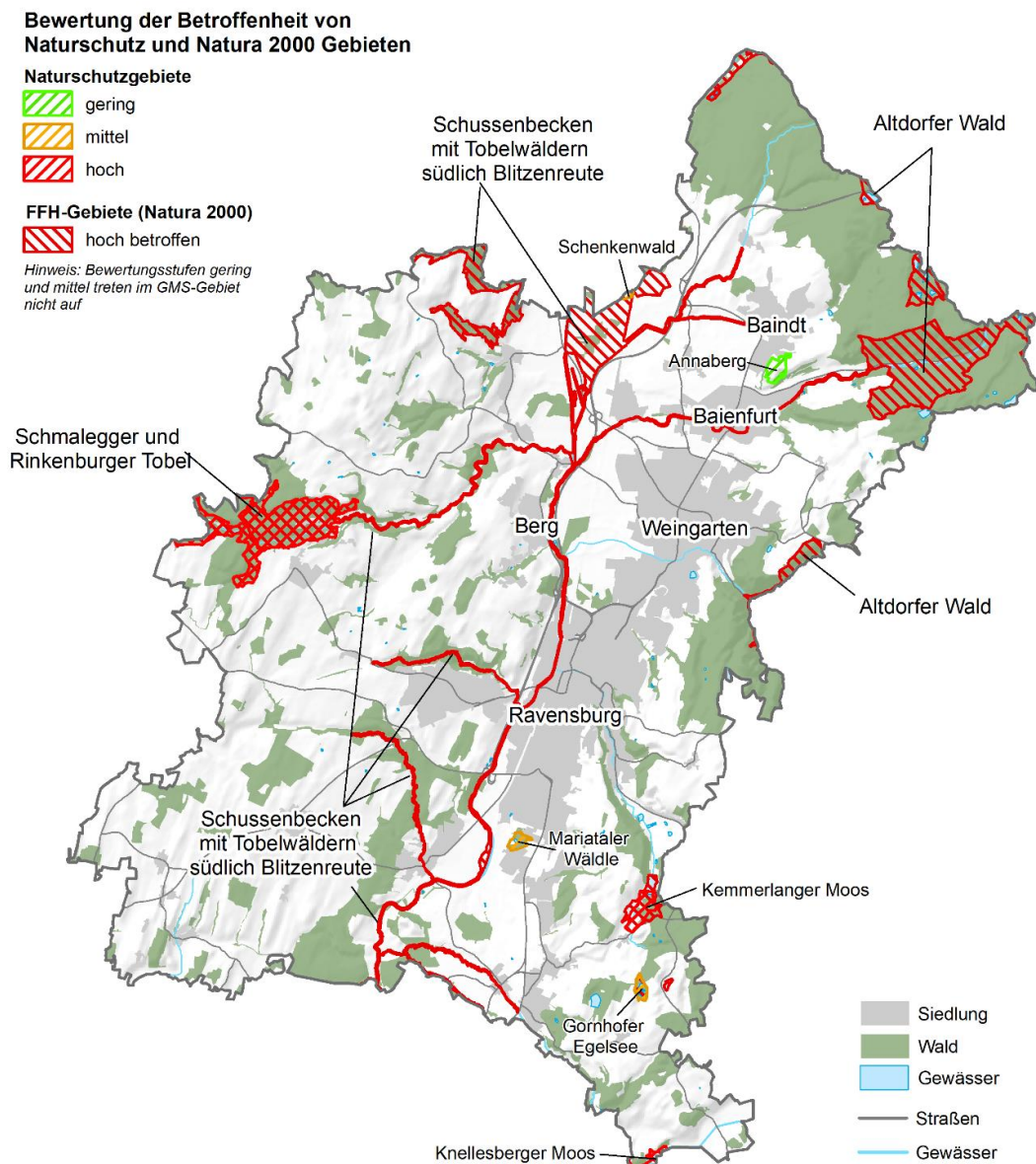


Abbildung 40: Betroffenheit des Schutzzwecks von Natura 2000-Gebieten und FFH-Gebieten im GMS  
 (Quelle: HHP 2022)

Zusammenfassend zeigt sich für den GMS, dass fast alle FFH- und Naturschutzgebiete eine Betroffenheit vorweisen. Die einzige Aufnahme stellt das NSG Annaberg dar. Dieses Naturschutzgebiet zeichnet sich durch Lebensräume trockener Standorte aus und der Schwerpunkt des Schutzzwecks liegt auf deren Erhalt und Sicherung. Als Standort einer ehemaligen Kiesgrube hat sich überwiegend der Biotoptyp trockener Magerwiesen etabliert. Die Klimasensitivität ist insgesamt sehr gering, nur vereinzelt vorkommende Feuchtbiootope sowie das Vorkommen geschützter Tier- und Pflanzenarten des Sekundärbiotops stellen Ausnahmen dar. Nennenswert sind hier die stark klimaempfindlichen Pflanzen Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) und Bunter Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*).

Die Naturschutzgebiete Knellesberger Moos und Kemmerlanger Moos weisen eine hohe Betroffenheit auf. Als Lebensraum feuchter Standorte sind sie in Zukunft besonders von den steigenden Durchschnittstemperaturen und Trockenperioden betroffen. In Trockenphasen sind in den NSGs insbesondere die natürlichen Feuchtgebietenmosaiken (z. B. Verlandungszone des Flappachweihers, Quellmoor, Bachlauf, Streuwiesen ect.) als intakter Lebensraum gefährdet. In den beiden Mooregebieten sind außerdem klimasensitive Pflanzenarten (Davalls Segge, Rundblättriger Sonnentau, Rostrottes Kopfried) sowie klimasensitive Tierarten (z. B. Schmale Windelschnecke, Bechsteinfledermaus, Großes Mausohr, Groppe, Strömer) potenziell bedroht.

Das FFH-Gebiet *Schussenbecken mit Tobelwäldern südl. Blitzenreute* ist ebenfalls hoch betroffen. Die vorkommenden hoch klimasensitiven FFH-Lebensraumtypen (z. B. Fließgewässer mit flutender Wasservegetation, Übergangs- und Schwingrasenmoore, kalkreiche Niedermoore, Schlucht- und Hangmischwälder, Auenwälder mit Erle, Esche und Weide) sehen sich überwiegend durch Veränderungen des Wasserhaushalts (z. B. Absenkung des Grundwasserspiegels für kalkreiche Niedermoore) sowie anhaltende Trockenperioden bedroht. Die auf die Lebensraumtypen angewiesenen Tier- und Pflanzenarten (z. B. Schmale Windelschnecke, kleine Flussmuschel) sind an die feuchten Lebensraumbedingungen angepasst und angewiesen. Klimatische Veränderungen können ihre Lebensbedingungen verschlechtern. Besonders prägend für das FFH-Gebiet *Schussenbecken mit Tobelwäldern südl. Blitzenreute* sind die Fließgewässer. Die Betroffenheit dieser Flüsse und Bäche ist den Ergebnissen des Handlungsfelds Wasser und Wasserhaushalt zu entnehmen (siehe Kapitel 3.5.4). Die Verschlammung bzw. Versandung der Gewässersohle dieser Fließgewässer sowie das Risiko der Eutrophierung werden durch die steigende Wahrscheinlichkeit für Niedrigwasser in Zukunft begünstigt.

Das FFH-Gebiet *Altdorfer Wald* ist ebenfalls hoch betroffen. Hier liegen vor allem empfindliche Tier- und Pflanzenarten und die hoch klimasensitiven FFH-Lebensraumtypen *Waldmeister-Buchenwald*, *Fließgewässer mit flutender Wasservegetation* und *Auenwälder mit Erle, Esche und Weide* vor. Das FFH-Gebiet liegt im Bereich vulnerabler Wälder (siehe HF Wald, Karte F).

### 3.8.5 Fazit und Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Ökologie und Biodiversität im GMS

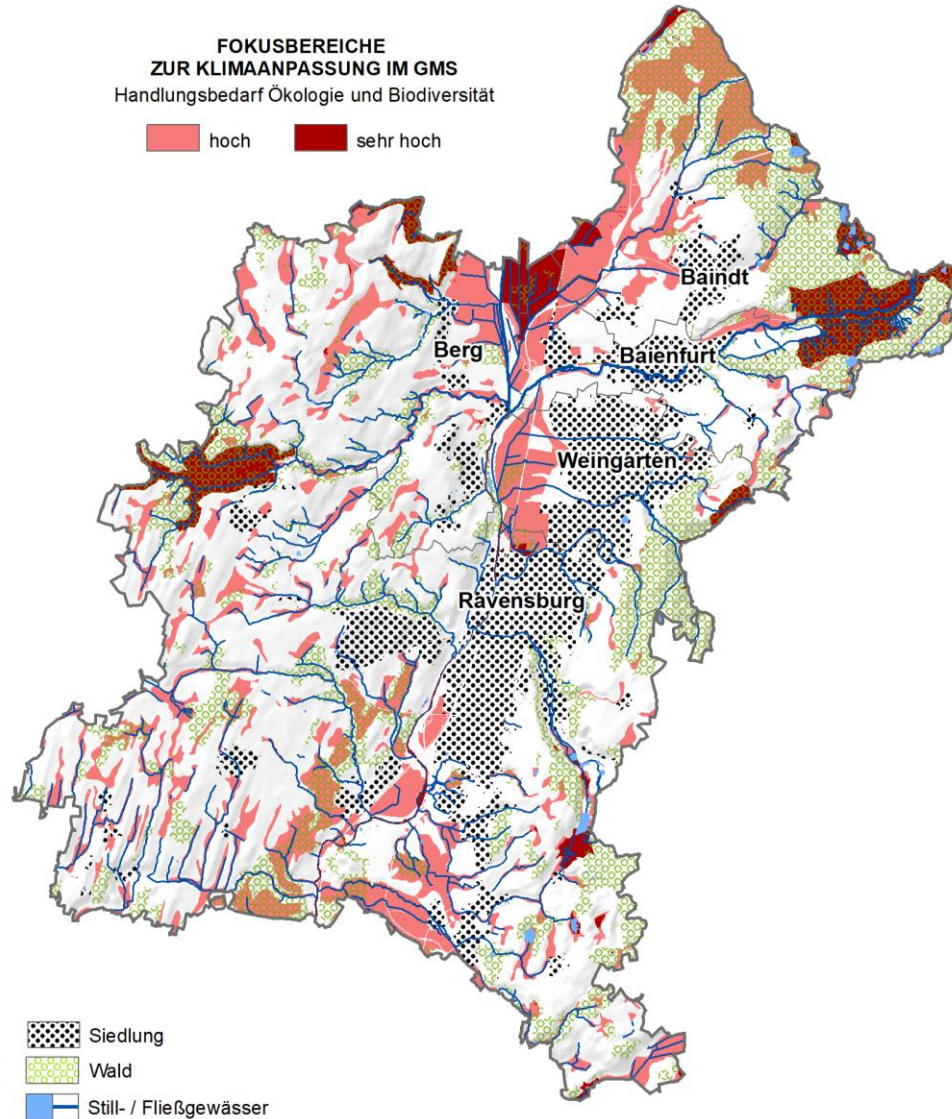


Abbildung 41: Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Ökologie und Biodiversität (Quelle: HHP 2023)

<p><b>Handlungsbedarf hoch:</b></p> <p>Ein hoher Handlungsbedarf besteht im GMS überwiegend in Gebieten mit feuchtegeprägten Biotopen mit mittlerer Klimasensitivität sowie in Bereichen mit feuchtegeprägten Böden. Durch den Klimawandel können im GMS Trockenperioden häufiger auftreten und länger anhalten. Dadurch können Beeinträchtigungen für feuchtegeprägte Lebensräume entstehen. Anpassungsmaßnahmen sollten unter Berücksichtigung der vorliegenden Landnutzung ergriffen werden.</p>
<p><b>Handlungsbedarf sehr hoch:</b></p> <p>Bereiche mit sehr hohem Handlungsbedarf sind im GMS überwiegend das FFH-Gebiet <i>Schussenbecken mit Tobelwäldern südl. Blitzenreute</i> und <i>Altdorfer Wald</i> sowie einige Naturschutzgebiete mit feuchtegeprägten Lebensraumtypen und klimasensitiven Tier- und Pflanzenvorkommen. Besonders betroffen sind außerdem Biotoptypen wie Moore und Sümpfe, makrophytenreiche Gewässer (insb. Tümpel), Riede, Röhrichtbestände, Quellbereiche, naturnahe Bereiche fließender Binnengewässer samt ihrer Ufer und Überschwemmungsflächen, naturnahe Bruch, Sumpf- und Auwälder.</p>

## 4. Gesamtstrategie zur Klimaanpassung im GMS

### 4.1 Ableitung der GMS-Anpassungsstrategie

Die GMS-Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels basiert auf den Ergebnissen der Stadt- Klima- und Betroffenheitsanalyse. Folgende Kernaussagen für die Betroffenheit des GMS lassen sich aus den Ergebnissen der vorangegangenen Analysen zusammenfassen:

sehr hoch  
 ↑  
 Relevanz für den GMS  
 ↓  
 erhöht

K  
L  
I  
M  
A  
A  
N  
A  
L  
Y  
S  
E

- Die Jahresmitteltemperaturen im GMS steigen weiter an. In Zukunft wird es mehr Heiße Tage (>30 °C) geben, längere und häufigere Hitzeperioden, Frost- und Eistage treten weniger oft auf und die Vegetationsperiode verlängert sich.
- Die jährlichen Niederschlagsmengen werden sich voraussichtlich kaum verändern, jedoch aber die saisonale Verteilung des Niederschlags. Im GMS wird sich der Niederschlag vermehrt in das Winterhalbjahr verlagern. Es muss durch das Zusammenspiel von steigenden Temperaturen (Heiße Tage) und weniger Niederschlag in den Sommermonaten mit vermehrtem Auftreten von Trockenperioden gerechnet werden.
- Die Verdunstung wird im Winter und Frühjahr kleiner sein als der Niederschlag und insg. genügend Wasser zur Verfügung stehen. Im Sommer hingegen wird das Wasserdargebot deutlich geringer ausfallen und negative Folgen für wassergebundene Ökosysteme, Wälder und Gewässer bringen.
- Die Häufigkeit von Tagen mit Niederschlag nimmt ab, die Niederschlagsintensität jedoch zu. Starkregenereignisse können im GMS in Zukunft häufiger auftreten als zuvor. Die Ergebnisse der Klimamodelle können dies nicht statistisch valide nachweisen. Über diesen Trend herrscht jedoch Konsens in der Fachwelt.

sehr hoch  
 ↑  
 Relevanz für den GMS  
 ↓  
 erhöht

B  
E  
T  
R  
O  
F  
F  
E  
N  
H  
E  
I  
T

- Verdichtete Siedlungsräume und stark versiegelte Gewerbegebiete sind heute im GMS bereits überwärmte Hitze-Hotspots (bspw. um den Marienplatz in Ravensburg, Gewerbegebiet Bechters und Baienfurter Ösch in Weingarten). Die steigende Hitzebelastung infolge des Klimawandels führt zu einer Minderung der Aufenthaltsqualität und Beeinträchtigungen der Lebensqualität der Bevölkerung des GMS bis hin zu höheren gesundheitlichen Risiken. In diesen Bereichen liegt eine sehr hohe Betroffenheit vor.
- Die zunehmende Dauer und Intensität von sommerlichen Hitze- und Trockenperioden gefährdet die Vitalität und klimatische Ausgleichsfunktion von innerstädtischen und siedlungsnahen Grün- und Freiräumen. Der Pflege- und Bewässerungsbedarf für Grünflächen steigt deshalb an.
- Der Siedlungsraum im GMS ist direkt von den Klimawandelfolgen betroffen. Stürme und Überflutungen, Hitze- und Trockenstress führen verstärkt zu Beeinträchtigungen und Schäden der grauen bzw. grün-blauen Infrastruktur (bspw. kann die Kühlleistung von Grünflächen durch zunehmende Trockenheit eingeschränkt werden).
- Sommerliche Trockenheit und langanhaltende Hitzeperioden führen zu steigenden Gewassertemperaturen und Niedrigwasser in Fließgewässern. Hierdurch sind im GMS insbesondere hitzesensible aquatische Tier- und Pflanzenarten gefährdet.
- Im GMS sind große Bereiche der Wälder Altdorfer Wald, Locherholz und Adelsreuter Wald sehr stark durch Trockenheit, Sturmwurf und Schädlinge gefährdet.
- Steigende Niederschlagsintensitäten erhöhen im GMS das Risiko für Erosionsschäden, vor allem auf landwirtschaftlichen Böden. Nachgelagert sind Nähr- und Schadstoffeinträge von intensiv bewirtschafteten Ackerflächen in Fließgewässer vielerorts zu erwarten. Beeinträchtigungen der Gewässerökologie werden weiter verstärkt, vor allem in Kombination mit der steigenden Wahrscheinlichkeit für Niedrigwasserstände.
- Steigende Wahrscheinlichkeiten und erhöhte Intensitäten von durch Starkregen und Flusshochwasser erhöhen in den Siedlungsgebieten des GMS das Schadenspotenzial, da in Zukunft voraussichtlich mehr Flächen betroffen sein werden als bisher.
- Im GMS muss in den Einzugsgebieten des Sulzmoosbachs, der Wolfegger Ach, Ettishofer Ach, Scherzach und der Schwarzach in Zukunft öfter mit Sturzflutereignissen gerechnet werden.
- In der Landwirtschaft steigt die Gefahr für Ernteschäden oder -ausfälle, weil die Wahrscheinlichkeit für Extremwetterereignisse wie Sturm, Starkregen oder Hitzeperioden steigt. Der Anbau von hitze- und trockentoleranten Sorten und Kulturen wird zunehmenden relevanter. Chancen liegen im Bereich der Landwirtschaft in der erwartbaren Verlängerung der Vegetationsperiode.

## 4.2 Klimaanpassung im Kontext weiterer aktueller Herausforderungen

Die Auswertungen zum Klimawandel haben gezeigt, welche lokalen Auswirkungen im GMS zu erwarten sind. Bei der Ableitung zielführender Maßnahmen zur Klimaanpassung sind der Klimawandel und die entsprechenden Maßnahmen sinnvollerweise auch im Kontext weiterer aktueller Herausforderungen im Gemeindeverband Mittleres Schussental zu betrachten.

Durch die Sachzusammenhänge und die daraus resultierende ganzheitliche Betrachtung werden auch prioritäre Handlungsnotwendigkeiten und -schwerpunkte besser ersichtlich.

Der Klimawandel hat bereits jetzt gravierende Folgen für viele Menschen, die Natur und die Umwelt. Werden Treibhausgasemissionen in naher Zukunft nicht nahezu vollständig vermieden und die Folgen des Klimawandels nicht durch Anpassungsmaßnahmen gemildert, wird er im 21. Jahrhundert und darüber hinaus noch weitreichendere, hoch komplexe Auswirkungen auf zentrale Lebensgrundlagen für Menschen und Umwelt haben.

Viele Ökosysteme sind durch den Eingriff des Menschen, z. B. Landnutzungsänderungen, Verschmutzung und Übernutzung, bereits stark verändert. So findet bereits seit längerem ein dramatischer Artenschwund in der Tier- und Pflanzenwelt statt, der sich während der vergangenen 50 Jahre stark beschleunigt hat und zu Beginn dieses Jahrhunderts nach Einschätzung von Experten hundert- bis tausendfach schneller voranschreitet, als ohne Eingriffe des Menschen zu erwarten wäre (REID 2005). Die Herausforderung ist also nicht, dass einzelne Arten aussterben, sondern dass es sehr viele Arten auf einmal sind und eine wachsende Zahl von Experten befürchtet, dies geschehe in einer Größenordnung, wie es bisher nur bei den fünf großen Massensterben in der Erdgeschichte der Fall war (CEBALLOS et al. 2015).

Der Klimawandel kommt zu diesen Entwicklungen als zusätzlicher Stressfaktor hinzu. Zumindest bei ungebremstem Temperaturanstieg sind eine Überlastung und das Verschwinden bzw. eine starke Veränderung zahlreicher Ökosysteme noch in diesem Jahrhundert wahrscheinlich. Selbst eine Temperaturerhöhung um 2 bis 3 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau bis 2100 wird die Anpassungsfähigkeit vieler Ökosysteme übersteigen und zu gravierenden Veränderungen in Struktur und Funktionsweise ökologischer Lebensgemeinschaften führen. Damit ändern sich auch die ökologischen Interaktionen mit anderen Arten und deren geographische Verbreitung. Viele endemische Arten könnten verdrängt bzw. vom Aussterben bedroht werden. Aus anderen Regionen einwandernde Arten können sich unter den veränderten Bedingungen stärker ausbreiten, denn einige Pflanzen und Tiere werden sich auf veränderte Lebensbedingungen einstellen können, indem sie beispielsweise in Richtung der Pole oder in höhere Lagen abwandern (BRAMMER u. HUMPHRIES, 2015; MORECROFT u. KEITH 2015).

Für viele Ökosysteme laufen die Veränderungen durch den Klimawandel zu schnell ab, um sich anpassen zu können, auch weil sie sehr eng an spezifische Klimaregime und arttypische Rhythmen gebunden sind. Im Durchschnitt könnten zukünftig 20 bis 30 Prozent der höheren Pflanzen- und Tierarten dem Tempo der Veränderungen nicht folgen und wären von einem erhöhten Aussterberisiko bedroht. In manchen Regionen wird das Risiko sogar auf 80 Prozent eingeschätzt. In Zukunft werden sich bestehende Systeme zergliedern, Arten getrennt und Funktionsketten unterbrochen, wodurch auch große Lücken in Nahrungsketten entstehen (IPCC, 2014a: 319); auch für unsere Region sind diese Entwicklungen anzunehmen.

Die stark voranschreitende Fragmentierung der Landschaft bzw. von Lebensräumen, die zunehmende Flächeninanspruchnahme für Siedlungsentwicklung und Infrastruktur sowie die dargestellten Veränderungsprozesse der Ökosysteme unter den Bedingungen des Klimawandels machen eine prioritäre Veränderung der Landnutzungsintensität, eine Reduktion der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr sowie eine Stärkung eines funktionierenden Biotopverbundes unerlässlich. Nur so kann der Biodiversitätskrise und der Klimakrise begegnet werden.

Mit Blick auf die menschliche Gesundheit spielt neben der klimatischen Belastung (bspw. Hitzebelastung am Tag, Überwärmte Siedlungsräume in der Nacht) auch eine Rolle, wie sensibel die Bevölkerung auf Hitze reagiert und wie gut sie sich anpassen kann, was u.a. auf das Alter und soziökonomische Faktoren

zurückzuführen ist (siehe Kapitel 3.2.3). Aus diesem Grund ist der demografische Wandel, der zu einem höheren Anteil hochaltriger und damit hitzesensibler Personen führt, relevant, wenn es um Fragen zur Hitzevorsorge im Kontext des Klimawandels geht. Während sich diese Frage im größeren Maßstab gut beantworten lässt (bspw. in einem Land, einer Region, auch in einer Stadt), sind weitere räumliche Effekte wie Wanderungen der Bevölkerung innerhalb einer bzw. zwischen Städten (bspw. die Frage, ob bestimmte Quartiere überaltern oder es Zuzug und Wegzug gibt) oder die soziale Durchmischung von Quartieren schwierig prognostizierbar und die Möglichkeiten, steuernd einzugreifen, begrenzt.

Mit dem Klimawandel sind auch gravierende Änderungen des weltweiten wie auch des lokalen Wasserhaushaltes verbunden. Derzeit leben rund 80 Prozent der Menschheit in Regionen, die von Risiken bei der Trinkwasserversorgung betroffen sind (IPCC, 2014a: 248) Diese Situation wird sich nach den vorliegenden Abschätzungen durch die Effekte des Klimawandels verschärfen. Vereinfacht zusammengefasst: Feuchte Regionen werden noch feuchter – trockene Regionen werden trockener. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden sich der mittlere Jahresabfluss und die Wasserverfügbarkeit in den hohen Breiten sowie in einigen tropischen Feuchtgebieten bis zum Ende des Jahrhunderts um 10 bis 40 Prozent erhöhen. In den mittleren Breiten und trockenen Tropen, wo Wassermangel schon heute ein großes Problem darstellt, werden sich steigende Temperaturen drastisch auf die Niederschlagsverhältnisse auswirken und zu einer signifikanten Abnahme von Abfluss und Wasserverfügbarkeit um bis zu 30 Prozent führen. Dies hat für viele Regionen eine akute Wasserknappheit zur Folge. Schon bei einem Temperaturanstieg von unter 2 °C ist davon auszugehen, dass bis zu 1,5 Milliarden Menschen zusätzlich von Wasserknappheit betroffen wären.

Zwar sind Verbesserungen hinsichtlich Wasserverbrauchs- und Speicherungstechniken zu erwarten, dennoch wird der Klimawandel einen starken Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit und -qualität haben. Besonders bedroht sind Regionen, die vom Schmelzwasser großer Gletscher abhängig sind und in denen bis zum Ende des Jahrhunderts mit einer deutlichen Abnahme der in der Eisdecke gespeicherten Wasserreserven gerechnet wird. In diesem Zusammenhang gilt eine flächenmäßige Ausweitung von Gebieten, die von Trockenheit und Dürre betroffen sind, als wahrscheinlich. In den hohen Breiten sollen die vorhandenen Wasserressourcen hingegen zunehmen. Es besteht aber das Risiko, dass sich die Wasserqualität verschlechtert, da z. B. das Algenwachstum begünstigt wird, Starkniederschläge verstärkt Sedimente und Schadstoffe eintragen oder die Wasseraufbereitung während Überschwemmungen unterbrochen wird.

Die Aspekte des Wasserhaushaltes lassen sich im GMS vielfach mit den bereits angesprochenen Themenkomplexen Biodiversität und Intensität der Landnutzung bewältigen: Werden Handlungsansätze ergriffen, die unter Einbezug der Intensität der Landnutzung der Biodiversität nützen, unterstützt dies auch den lokalen Wasserhaushalt.

Die weltweiten Zusammenhänge des Wasserhaushaltes, der Ausbreitung der Hitze und Dürre, der Zunahme von Infektionskrankheiten in vielen Regionen dieser Erde wie auch der mangelnden Möglichkeit der Ernährungssicherung in diesen Bereichen lassen auch mittel- bis langfristige Folgen in unseren im Verhältnis nicht so dramatisch betroffenen Regionen befürchten.

Ein ungebremster Klimawandel stellt eine ernstzunehmende Bedrohung für die menschliche Sicherheit, für Frieden und soziales Wohlergehen dar. Neben der Energieversorgungssicherheit rückt zunehmend auch die „Klimasicherheit“ in den Fokus. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat bereits 2007 die vier klimabedingten Konfliktkonstellationen „Nahrung“, „Süßwasser“, „Sturm und Flut“ sowie „Migration“ identifiziert, die zur Destabilisierung oder gar zum Scheitern von Gesellschaften sowie zu Instabilität und Unsicherheit im internationalen System führen können. Übertragen auf den lokalen Maßstab des GMS rücken Aspekte der Umweltgerechtigkeit in den Mittelpunkt. Mit Hilfe einer nachhaltigen Landschafts- und Bauleitplanung, die ökologische Kriterien konsequent berücksichtigt, sowie auch in der Ausgestaltung des sozialen Wohnungsbaus und der Beherrbergung von Flüchtlingen, können hier entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

### 4.3 Leitziele der GMS-Anpassungsstrategie

Die Auswertungen zum Klimawandel haben gezeigt, welche lokalen Auswirkungen im GMS zu erwarten sind. Mittels der Betroffenheitsanalyse konnte die Frage nach dem *Wo* und *Wie* Klimawandelfolgen im GMS auftreten, beantwortet werden. Im Rahmen der Akteursbeteiligung im Zuge des Klimaanpassungskonzepts wurden die zentralen Leitziele für die GMS-Anpassungsstrategie entwickelt. Die Leitziele folgen nicht nur der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, sondern orientieren sich an den vorangegangenen Analyseergebnissen. Darüber hinaus wurden die Themenfelder Schutz vor Überwärmung im Siedlungsraum, Schutz von Kaltluftzufuhr und wichtigen Kaltluftentstehungsgebieten, Wasserwirtschaft und nachhaltiger Landschaftswasserhaushalt (Stichwort: Schwammstadt) sowie die Bereitstellung finanzieller Ressourcen und entsprechender Regelungen zur Klimaanpassung diskursiv im Beteiligungsprozess des Projekts (vgl. 4. Projektgruppensitzung) als prioritäre Handlungsbedarfe für eine effektive Klimaanpassung im GMS bestimmt.

Folgende Leitziele wurden für die GMS-Anpassungsstrategie entwickelt:

Handlungsfelder:	Menschliche Gesundheit / Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung		Boden und Bodenschutz	Wasser und Wasserwirtschaft	Landwirtschaft	Wald- und Forstwirtschaft	Ökologie und Biodiversität	Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung
Kartenbezeichnung:	A	B	C	D	E	F	G	H
Kürzel & Farb-codierung:	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO	KOM

#### (A) Menschliche Gesundheit / Risikoversorge + (B) Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung

##### Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum

Mit der Stadtklimaanalyse können überwärmte bzw. überhitzte Bereiche im GMS verortet werden. Dabei wird die Temperaturzunahme infolge des Klimawandels berücksichtigt, die zukünftig zu mehr und stärker überwärmten stadtklimatischen Hotspots führt. Zielgerichtete Maßnahmen zur Hitzevorsorge sind gleichermaßen im Bestand (insbesondere in den stadtklimatischen Hotspots) sowie bei Neuplanungen über eine klimawandelangepasste langfristige Planung gefragt, um eine hohe Lebensqualität im GMS auch vor dem Hintergrund des Klimawandels zu sichern. Die Maßnahmen zielen auf eine Verbesserung der stadtklimatischen Situation sowohl in der Nacht (Minderung der städtischen Wärmeinsel) als auch am Tag (Erhöhung der Aufenthaltsqualität) ab. In der Regel handelt es sich dabei um „no regret“-Maßnahmen, die auch dann eine positive Wirkung auf ihre Umgebung entfalten, sollten die Folgen des Klimawandels geringer ausfallen als prognostiziert. Für das Stadtklima wertvolle Grünflächen sind dabei besonders zu schützen, um ihre Gunstwirkung zu erhalten. Zudem ist neben den klimatischen Bedingungen im Außenraum das Innenraumklima zu beachten, um auch in den Gebäuden die Belastung am Tag und in der Nacht gering zu halten.

##### Erhaltung und Sicherung der Kalt- und Frischluftversorgung

Die Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum muss durch Maßnahmen in den jeweiligen Quartieren angegangen werden (siehe vorangegangenes Leitziel). Insbesondere mit Blick auf gesunde Schlafbedingungen ist es darüber hinaus essenziell, dass Ausgleichsströmungen vorhanden sind, die Kaltluft von den in der Regel nachts stärker auskühlenden Grün- und Freiflächen im Umland in die Siedlungsräume transportieren. Dabei geht es um die Erhaltung besonders wichtiger Prozesse für den Kaltlufttransport sowie deren „Einzugsgebiete“ (Kaltluftentstehungsgebiete). Handelt es sich um Ausgleichsströmungen ohne Schadstoffbelastung spricht man von „Frischluff“, die zudem zur Verbesserung der lufthygienischen Situation im Siedlungsraum beitragen können. Durch die Lage im

Schussenbecken spielen die Ausgleichsströmungen im Gebiet des GMS eine wichtige Rolle, bedürfen jedoch auch eines besonderen Schutzes.

### **Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken**

Infolge des Klimawandels muss im GMS mit häufigeren und länger anhaltenden Hitzeperioden gerechnet werden, deren Auswirkungen auf die Bevölkerung von einer Beeinträchtigung der Lebensqualität über eine geringere Leistungsfähigkeit bis hin zu gesundheitlichen Risiken reichen. Wie stark Hitze als Stress empfunden wird, ist dabei von Person zu Person verschieden, es gibt jedoch Personengruppen wie ältere Menschen, Kleinkinder und chronisch kranke Menschen, die als empfindlicher gegenüber Hitzebelastungen gelten (vulnerable Gruppen) – sei es, weil ihr Organismus anfälliger gegenüber Hitze reagiert oder sie geringere Anpassungskapazitäten als andere Personengruppen haben. Die Maßnahmen zur Minderung der Gesundheitsrisiken zielen daher auf die gesamte Bevölkerung im GMS im Allgemeinen sowie die vulnerablen Gruppen im Speziellen ab und umfassen sowohl bauliche als auch kommunikative und organisatorische Maßnahmen. Neben der Hitzebelastung sind Extremwetterereignisse aller Art in den Blick zu nehmen (Starkregen, Hochwasser, etc.) und auch auf den Schutz der Bevölkerung vor Arten mit allergenem Potenzial zu achten.

## **C – Boden und Bodenschutz**

*Die Handlungsbedarfe für dieses Handlungsfeld werden über die Leitziele und Handlungsempfehlungen in den übrigen Handlungsfeldern mit abgedeckt.*

## **D – Wasser und Wasserwirtschaft**

### **Sicherung und Entwicklung des Wasserrückhalts in der Landschaft**

Durch den Klimawandel erhöht sich u.a. die Wahrscheinlichkeit für Starkregenereignisse und Trockenperioden. Eine Erhöhung des Wasserrückhalts in der Landschaft kann die Auswirkungen dieser Extremereignisse spürbar abmildern. Je mehr Wasser in der Landschaft gespeichert ist, desto länger kann es in Trockenperioden zur Verfügung stehen und Austrocknungsprozesse verlangsamen. Außerdem können höhere Retentionspotenziale in der Landschaft Hochwasserspitzen reduzieren. Das Gefahrenpotenzial für die Bevölkerung kann mit naturbasierten und kostengünstigen Lösungen verringert werden und gleichzeitig hochwertige Lebensräume für Tiere und Pflanzen schaffen. Wird in der freien Landschaft der Wasserrückhalt erhöht, so entstehen ebenfalls positive Kühlungseffekte für angrenzende Siedlungsbereiche aufgrund der Kaltluftentstehung in Folge der Verdunstungskühle.

### **Sicherung und Entwicklung des Retentionspotenzials im Siedlungsbereich nach dem Vorbild einer Schwammstadt**

Im Siedlungsraum werden durch den Klimawandel die Durchschnittstemperaturen weiter zunehmen und die Lebens- und Aufenthaltsqualität der Anwohnenden beeinträchtigen. Eine verbesserte Aufenthaltsqualität in dicht besiedelten Gebieten kann erreicht werden, wenn zusätzlich Kühleffekte der Verdunstung genutzt werden indem möglichst viel (Regen-)Wasser in den Siedlungen gespeichert oder versickert wird, anstatt es schnell abzuführen bzw. zu kanalisieren. Das Prinzip der Schwammstadt verfolgt dieses Ziel und trägt somit zu kühleren Temperaturen in der Stadt bei, reduziert die Gefahren in Folge von Starkregen und fördert die Gesundheit und Funktionsfähigkeit von Stadtbäumen und anderen städtischen Biotopen. Aufgrund der zunehmenden Hitzebelastung in Siedlungsräumen ist das Prinzip der Schwammstadt in Gebieten mit hoher baulicher Dichte und fehlender Kaltlufteinwirkung besonders bedeutsam.



### **Sicherung der Funktionsfähigkeit von Fließ- und Stillgewässern**

Fließ- und Stillgewässer sind im GMS besonders durch den klimawandelbedingten Anstieg der Lufttemperatur und Trockenperioden betroffen, weil dadurch mit geringeren Wasserständen und einem mittleren Anstieg der Gewässertemperatur zu rechnen ist. Steigende Gewässertemperaturen können die Gewässerqualität und -ökologie beeinträchtigen und zu Verschlechterungen der Lebensraumfunktion für Tiere- und Pflanzen führen. Naturnahe und ökologisch intakte Fließ- und Stillgewässer reagieren gegenüber Hitzestress resilienter.

### **Sicherung der Grundwasserneubildung, Grundwasserstände sowie der Trinkwasserversorgung**

Klimawandelbedingte Wetterextreme können die klimatische Wasserbilanz in Einzeljahren stark verändern und so die Grundwasserneubildungsrate und -stände negativ beeinflussen. Der Naturhaushalt sowie die Bevölkerung sind jedoch auf ausreichend und qualitativ hochwertiges Grund- und Trinkwasser angewiesen. Häufigere Extremereignisse wie Starkregen und Hochwasser erhöhen zudem das Risiko von Nähr- und Schadstoffeinträgen in das Grundwasser und bergen die Gefahr, dass Trinkwasserbrunnen aufgrund von Überflutungen verunreinigt werden. Geeignete Maßnahmen können diese Risiken für Mensch und Natur reduzieren.

### **Umsetzung und Erhalt eines geeigneten Hochwasser- und Überflutungsschutzes**

Die klimawandelbedingte Veränderung des Niederschlagregimes führt dazu, dass Überflutungen durch Starkregen und damit verbundene Hochwasser- und Sturmflutereignisse häufiger und intensiver auftreten werden. Die Gefährdung der menschlichen Gesundheit, Schäden an der gebauten Umwelt sowie Veränderungen der Landschaft sind die Folge. Maßnahmen zum Schutz vor extremen Überflutungsergebnissen können das physische und psychische Schadenspotenzial reduzieren.

---

## **(E) Landwirtschaft**

---

### **Förderung und Entwicklung des Anbaus klimawandelangepassten Agrarkulturen**

In der Landwirtschaft führen klimatische Veränderungen für viele gängige Agrarkulturen im GMS zu abiotischem Stress (Trockenheit, Hitze, Starkregen, etc.) und biotischem Stress (Unkräuter, Schädlinge, etc.), der sich auf die Pflanzengesundheit negativ auswirkt. Geeignete Maßnahmen zur Eindämmung der Folgen der Extremwetterereignisse können die negativen Folgen für die Qualität der Ernteprodukte sowie Ertragseinbußen abmildern.

### **Förderung und Entwicklung einer wassereffizienten und ressourcenschonenden Landwirtschaft mit entsprechenden Anbau- und Produktionssystemen**

Der Klimawandel und seine Extremwetterereignisse erhöhen die Intensität von Erosionsprozessen und den Verlust von Humus, wodurch letztlich die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigt wird. Maßnahmen zur klimaangepassten, nachhaltigen und ressourcenschonenden Bewirtschaftung in der Landwirtschaft können dazu beitragen die Klimawandelfolgen zu reduzieren.

---

## **(F) Wald- und Forstwirtschaft**

---

### **Erhalt und Entwicklung klimastabiler Zukunftswälder**

In GMS steigt die Eintrittswahrscheinlichkeit für Klimarisiken wie Trockenheit, Stürme und Schädlingsbefall sowie deren negative Auswirkungen auf die Waldbestände. Insbesondere Nadelholzbestände und klimasensitive Waldstandorte weisen im GMS hohe Betroffenheiten gegenüber dem Klimawandel auf. Zur Sicherung der vielfältigen Funktionen des Waldes (Beitrag zum Wasserhaushalt, Erholungsfunktion, Holzproduktion, Kalt- und Frischluftproduktion) auch in Zeiten des Klimawandels, ist der

Erhalt und die Entwicklung klimastabiler Zukunftswälder unabdingbar. Da Maßnahmen zur Walderneuerung und zum Waldumbau ihre Leistungs- und Funktionsfähigkeit erst nach Jahrzehnten entfalten, müssen sie frühzeitig begonnen und konsequent durchgeführt werden.

### Entwicklung klimaangepasster Waldökosysteme und Erhalt der Lebensraumfunktion im Wald

Die Wälder im GMS übernehmen eine wichtige Funktion als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und tragen maßgeblich zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität in der Raumschaft bei. Im GMS werden überwiegend die sensitiven Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie und die gefährdeten Wald-Biototypen der Roten Liste durch den Klimawandel öfter und intensiver in Stresssituationen geraten. Durch eine Sicherung bestehender ökologischer Qualitäten in Wäldern sowie eine grundsätzliche ökologische Qualifizierung der Waldbestände, liegen im Fall von klimawandelbedingten Extremereignissen mehr Rückzugs- bzw. Ausweichräume für Waldarten vor, wodurch der Erhalt der biologischen Vielfalt unterstützt werden kann.

## (G) Ökologie und Biodiversität

### Sicherung, Stärkung und Entwicklung (klima-)resilienter Ökosysteme

Die Ökosysteme im Offenland übernehmen wichtige Funktionen für den Naturhaushalt und sind wertvolle Lebensräume für Tiere und Pflanzen. Die Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung von natürlichen Ökosystemen bildet die Grundlage der Biodiversität sowie aller naturbasierten Handlungsziele für Klimaschutz und -anpassung. Im GMS sind insbesondere Gewässer- und Feuchtlebensräume durch Klimawandelfolgen wie Trockenheit und Hitze bedroht. Die Entwicklung intakter, stabiler und klimaresilienter Ökosysteme im Offenland trägt dazu bei, die Diversität der Tier- und Pflanzenarten zu stärken und die Folgen des Klimawandels für Tiere und Pflanzen, und nicht zuletzt für den Menschen, abzumildern. Durch eine klimaangepasste Entwicklung der verschiedenen Habitat- und Biotopstrukturen und dem Aufbau eines funktionalen Biotopverbunds, werden die geographischen Anpassungspotenziale von Arten begünstigt, da umfangreichere und besser vernetzte Wandermöglichkeiten geschaffen werden. Im Offenland sind neben der Stärkung eines funktionierenden Biotopverbundes auch im Siedlungsraum kleinräumige Ökosysteme und Trittsteinbiotope im Sinne des Biotopverbunds zu entwickeln.

## (H) Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung

### Nutzung der kommunalen Vorbildfunktion

Der GMS bemüht sich, gestützt auf die Ergebnisse des KLAks, bei kommunalen Vorhaben/Vorhaben ihrer Verwaltungen und Grundstücken die bestehenden gesetzlichen Möglichkeiten auszureizen und eine Vorbildfunktion bei der Umsetzung der Klimaanpassungsstrategie einzunehmen. Die Stärkung dieser Vorbildfunktion kann die Akzeptanz für Klimaanpassung in der Bevölkerung erhöhen, Nachahmungseffekte hervorrufen sowie die Sensibilisierung für Klimawandelrisiken ausweiten.

### Ausschöpfen von rechtlichen Möglichkeiten zur Klimaanpassung

Maßnahmen zur Klimaanpassung können ihre Wirkung am besten entfalten, wenn eine höhere Verbindlichkeit für die entsprechenden Maßnahmen geschaffen wird. Durch die Ausschöpfung der rechtlichen Möglichkeiten auf allen Planungsebenen kann dies erfolgen und die Umsetzung der Maßnahmen entscheidend begünstigen.

### Befähigung der Kommunen zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen

Die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen hängt maßgeblich von den Ressourcen und Handlungsspielräumen der einzelnen Kommunen ab. Durch geeignete Maßnahmen zur Stärkung dieser

kommunalen Handlungsfähigkeit kann die erfolgreiche Planung, Umsetzung und das Monitoring von Anpassungsmaßnahmen erhöht werden. Ferner spielen auch Maßnahmen zur Förderung des Ineinandergreifens der kommunalen Ressourcen mit der Akzeptanz und Beteiligung der Bürgerschaft eine große Rolle. Das Thema Klimawandelfolgen betrifft zwar alle, aber ist nicht allen präsent.

#### **Förderung der Bewusstseinsbildung zu Klimawandel und Klimaanpassung**

Soll die Klimaanpassung gelingen, ist es wichtig, die Themen Klimawandel und Klimaanpassung in den Köpfen der Bevölkerung sowie der jeweiligen Flächennutzer zu verankern. Hierbei ist es insbesondere relevant aufzuzeigen, welche Auswirkungen privates Handeln auf den Klimawandel haben kann und welche Möglichkeiten es gibt, selbst aktiv an der Klimaanpassung mitzuwirken. Bei der Wahl der Kommunikationsform ist es wichtig darauf zu achten, möglichst viele Flächennutzer und verschiedene Bevölkerungsgruppen zu erreichen.

#### **Handlungsempfehlungen für das Erreichen der Leitziele**

Für die Erreichung jedes Leitziels wurden Umsetzungsziele definiert, für die Maßnahmensteckbriefe ausgearbeitet wurden. Diese sind im Kapitel 4.5 zu finden und werden dort eingehend erläutert. Im nachfolgenden Kapitel 4.4 werden zunächst die Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Anpassungs-erfordernisse an den Klimawandel strukturell auf Ebene der vorbereitenden Bauleitplanung verankert werden können. Die Hinweise für die strukturelle Integration der Klimaanpassungsbelange in den Flächennutzungsplan und Landschaftsplan des GMS werden im Folgenden als bauleitplanerisches Anpassungskonzept benannt. Insbesondere dem FNP kommt hierbei eine besondere Rolle zu, da er gemäß §1 Abs. 5 BauGB dazu beitragen soll, Klimaschutz und Klimaanpassung in der städtebaulichen Planung zu verankern. Daher fungiert er als wichtiges Vorsorgeinstrument der kommunalen Planung und greift in seiner Erstellung auf die umfangreichen Umweltinformationen des Landschaftsplans (LP) zurück.

### **4.4 Bauleit- und landschaftsplanerisches Handlungsprogramm für den GMS**

Die Verbandsversammlung des Gemeindeverbandes Mittleres Schussental hat am 7. April 2016 die Neuaufstellung des Flächennutzungsplans und des Landschaftsplans für das Mittlere Schussental beschlossen. Der Planungsprozess zur Neuaufstellung von Flächennutzungsplan und Landschaftsplan 2040 hat im Herbst/ Winter 2019/ 2020 mit der Beauftragung der Arbeitsgemeinschaft KRISCH PARTNER und HHP.raumentwicklung begonnen. Mit der Erarbeitung des GMS-Klimaanpassungskonzepts liegen nun vertiefende Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Klimawandels im GMS vor, die in die zeitgleich ablaufenden Projektprozesse der Neuaufstellung von FNP und LP eingestellt werden können. In den folgenden Unterkapiteln wird dargelegt, welche Projektergebnisse des KLAKs für den FNP und LP relevant sind und es werden Vorschläge unterbreitet, wie sie in die Planwerke bzw. in die derzeit laufenden Planungsprozesse integriert werden können.

#### **4.4.1 Flächennutzungsplanung**

Der Flächennutzungsplan schafft mit seinen Aussagen zur Art der Bodennutzung die zentrale Grundlage für die beabsichtigte städtebauliche Entwicklung in der Zukunft. Damit setzt der FNP die Rahmenbedingungen für die Entwicklung der bebauten sowie unbebauten Umgebung. Die verschiedenen Funktions- und Nutzungsansprüche, die an den Raum gestellt werden, unterliegen im Planungsprozess des FNPs stets einer Abwägung. Die Ergebnisse des KLAKs können in den FNP-Prozess auf unterschiedliche Weise integriert werden.

Einerseits stellt das KLAK mit seiner detaillierten Stadtklimaanalyse eine wichtige Informationsgrundlage dar, um die klimatische Funktion von Flächen zu identifizieren und gegen weitere ökonomische, ökologische oder soziale Belange in der Gesamtschau abzuwägen. Hierfür wurde als ein zentrales Ergebnis des KLAKs die Planungshinweiskarte erarbeitet, die alle wichtigen Informationen der Stadtklimaanalyse

zusammenfasst und anwenderfreundlich Planhinweise aufbereitet. Zur Stadtklimaanalyse und der PHK gibt es einen technischen Bericht, welcher alle wichtigen Informationen enthält. Es wird empfohlen diese Datengrundlagen bei der Abwägung zukünftiger Flächennutzungen im FNP zu nutzen und Flächen mit einer sehr hohen stadtklimatischen Bedeutung als bedeutsamen Abwägungsbelang einzustellen. Nach Möglichkeit sind diese Flächen vor einer negativen stadtklimatischen Entwicklung zu bewahren, indem ihre stadtklimatischen Funktionen (bspw. als Kaltluftleitbahn oder Ausgleichsraum am Tag) durch eine klimaangepasste Entwicklung bis hin zu einem Verzicht jeglicher Entwicklung erhalten werden.

Neben der Empfehlung, die Planungshinweiskarte des KLAKs und weitere stadtklimatische Analysen sowie die Erkenntnisse früherer Studien (vgl. REKLIBO und REKLISCHUB) als wichtigen Abwägungsbelang im FNP-Prozess zu berücksichtigen, können aus dem KLAK auch Vorschläge für Planzeichen im FNP abgeleitet werden. Durch ein entsprechendes Planzeichen im FNP erhalten klimatische Belange ein besonderes Gewicht. Grundsätzlich können für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels nach § 5 (BauGB, 2023) folgende Darstellungen im Flächennutzungsplan genutzt werden:

- Ausstattung des Gemeindegebiets [...] mit Anlagen, Einrichtungen und sonstigen Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen (§ 5 Absatz 2 Satz 2)
- Grünflächen (§ 5 Absatz 2 Satz 5)
- Flächen für Nutzungsbeschränkungen oder für Vorkehrungen zum Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (§ 5 Absatz 2 Satz 6)
- Wasserflächen, die im Interesse des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind (§ 5 Absatz 2 Satz 7)
- Flächen für die Landwirtschaft und Wald (§ 5 Absatz 2 Satz 9)
- Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 5 Absatz 2 Satz 10)
- Flächen zum Ausgleich im Sinne des § 1a Absatz 3 im Geltungsbereich des Flächennutzungsplans können den Flächen, auf denen Eingriffe in Natur und Landschaft zu erwarten sind, ganz oder teilweise zugeordnet werden (§ 5 Absatz 2a)
- Flächen, bei deren Bebauung besondere bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen oder bei denen besondere bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind (§ 5 Absatz 3 Satz 1)
- Überschwemmungsgebiete, Risikogebiete nach Wasserhaushaltsgesetz sowie Hochwasserentstehungsgebiete behördenverbindlich kennzeichnen (§ 5 Absatz 4, 4a)

Im Folgenden werden die konkreten Vorschläge für die Integration der Erkenntnisse des KLAKs in den FNP in tabellarischer Form aufgezeigt.

Tabelle 10: Vorschläge für die Integration der Erkenntnisse des KLAks in den FNP

Erwartbare Auswirkungen des Klimawandels im GMS	Leitziel der GMS-Anpassungsstrategie	Vorschläge für die Integration der Erkenntnisse des KLAks in den FNP	Grundlage im BauGB	Verortung (siehe Abb. 34)
<b>Vorschlag für FNP-Planzeichen</b>				
<p>Die Reanalyse bestehender Daten zur zukünftigen Entwicklung des Klimas (siehe Kap. 2) hat gezeigt, dass im GMS häufigere und länger anhaltende Hitzeperioden zu erwarten sind.</p> <p>Die Jahresdurchschnittstemperaturen werden insgesamt steigen. Durch die Stadtklimaanalyse konnte gezeigt werden, dass bereits heute Bereiche mit hoher Wärmebelastung existieren, die vorrangig auf hohe Bebauungsdichten, eine starke Versiegelung und geringen Grünanteil zurückgehen (= stadtklimatische Hotspots). Die Hitzebelastung wird sich dort ohne entsprechende Anpassungsmaßnahmen weiter erhöhen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum</b></li> <li>✓ <b>Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken</b></li> </ul>	<p><b>Sicherungsgebiet mit zu sichernder Grünfunktion und besonderem Planungserfordernis zur Verbesserung des thermischen Komforts</b></p>	§ 5 Absatz 2 Satz 2	H.1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum</b></li> <li>✓ <b>Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken</b></li> </ul>	<p><b>Grünflächen / Erhalt klimatisch wertvoller Ausgleichsräume</b></p>	§ 5 Absatz 2 Satz 5	H.2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Erhaltung und Sicherung der Kalt- und Frischluftversorgung</b></li> <li>✓ <b>Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken</b></li> </ul>	<p><b>Sicherung von Kaltluftleitbahnen und Abflüssen</b></p>	§ 5 Absatz 2 Satz 2	H.3
	<b>Vorschlag für Suchraumkulisse</b>			
<p>Die Reanalyse bestehender Daten zur zukünftigen Entwicklung des Klimas (siehe Kap. 2) zeigt, dass sich die Jahresniederschlagssummen im GMS kaum verändern werden, jedoch die Niederschlagsintensität einzelner Tage sowie die saisonale Verteilung von Niederschlägen mit fortschreitendem Klimawandel voraussichtlich verändern wird. Daher ist von einem steigenden Überflutungsrisiko auf bestimmte Flächen im GMS auszugehen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken (durch Schutz vor Überflutungen)</b></li> <li>✓ <b>Sicherung und Entwicklung des Wasserrückhalts in der Landschaft</b></li> <li>✓ <b>Sicherung und Entwicklung des Retentionspotenzials im Siedlungsbereich nach dem Vorbild einer Schwammstadt</b></li> <li>✓ <b>Sicherung der Funktionsfähigkeit von Fließ- und Stillgewässern</b></li> <li>✓ <b>Umsetzung und Erhalt eines geeigneten Hochwasser- und Überflutungsschutzes</b></li> <li>✓ <b>Sicherung, Stärkung und Entwicklung (klima-)resilienter Ökosysteme im Offenland</b></li> </ul>	<p><b>Suchraum um Fließgewässer:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ... für T-Flächen (§ 5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB) zur Darstellung von entwicklungs- und sanierungsbedürftigen Gewässerabschnitten</li> <li>✓ ... für die nachrichtliche Übernahme rechtlich festgesetzter Überschwemmungsgebiete</li> <li>✓ ... für die Freihaltung von Flächen die in Zusammenhang mit Überschwemmungsbereichen und überschwemmungsgefährdeter Flächen stehen (z. B. Grünflächen)</li> <li>✓ ... für die Darstellung von Einrichtungen und Anlagen zur Rückhaltung von Niederschlagswasser und Hochwasser</li> <li>✓ ... für die Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche sowie weitere Vorsorgemaßnahmen zu Überflutungs-minderung</li> </ul>	basierend auf § 5, je nach Festlegung	H.4

Mithilfe von entsprechenden Darstellungen und Festlegungen kann der Flächennutzungsplan klimaanpassungsrelevante Maßnahmen und Ziele berücksichtigen und somit eine Rechtsgrundlage für deren Umsetzung schaffen. In Abbildung 42 sind die Hinweise H1 bis H4 im Rahmen eines Vorschlags für einen FNP-Layer „Klimaanpassung“ kartographisch verortet. Die Bereiche H1 bis H3 eignen sich, auf Basis der Ergebnisse des vorliegenden Klimaanpassungskonzepts, für die Nutzung als FNP-Planzeichen. Die visuelle Ausgestaltung der FNP-Planzeichen sowie die Begründung mit ihren städtebaulichen Konsequenzen obliegt dem FNP-Prozess. Die Kulisse der Signatur H4 ist als Suchraum zu verstehen. Der Suchraum stellt Pufferbereiche um Fließgewässer dar, welche mindestens dem HQ-Extrem entsprechen. In diesen Bereichen sollten bei der Entwicklung der neuen FNP-Flächenkulisse an geeigneten Stellen die in Tabelle 10 aufgezeigten Möglichkeiten für FNP-Ausweisungen, zur Verbesserung der Retention und zur Gewährleistung einer möglichst naturnahen Fließgewässerentwicklung, berücksichtigt werden.

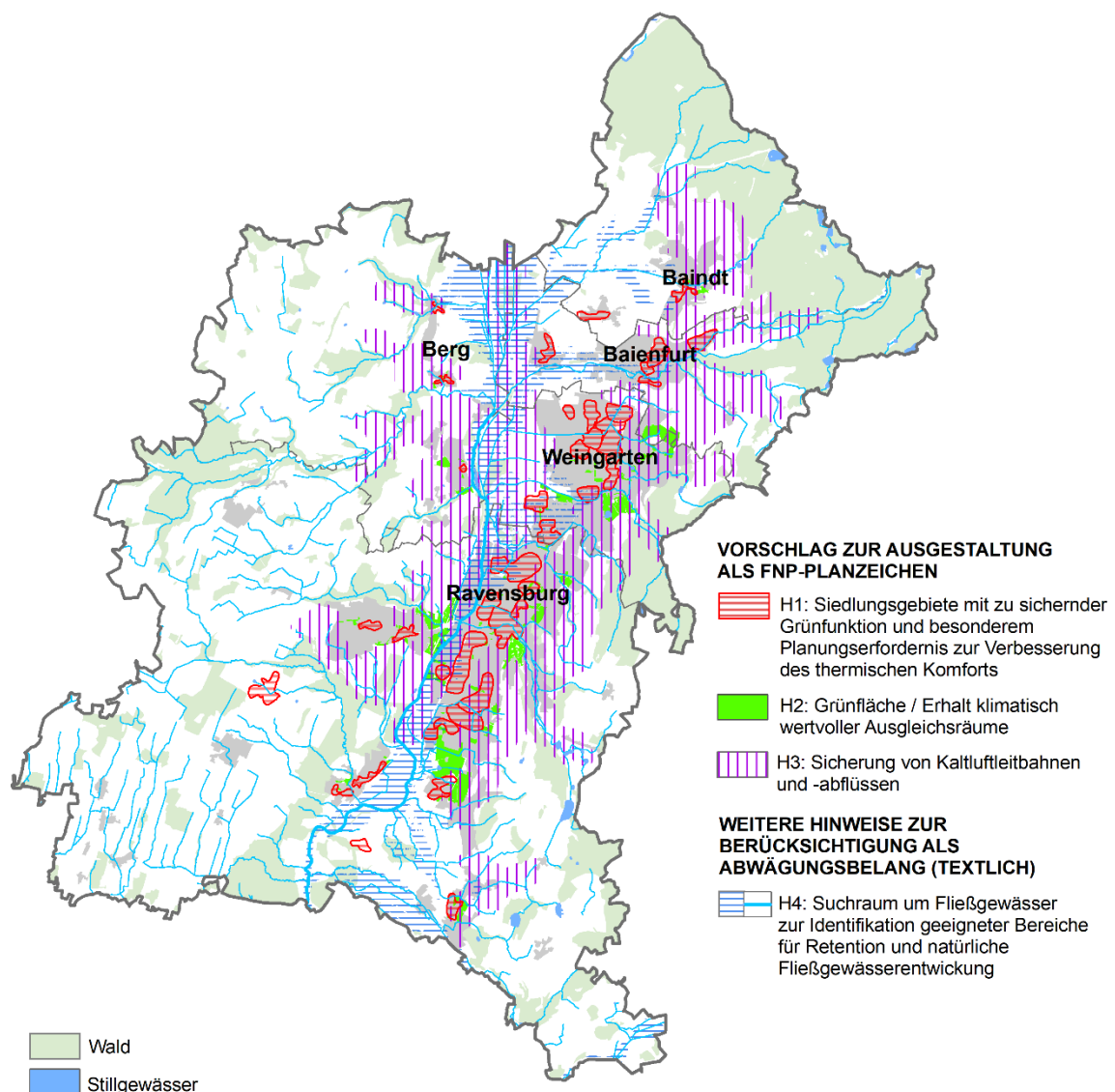


Abbildung 42: Vorschlag für einen FNP-Layer „Klimaanpassung“ (Quelle: HHP 2023)

Neben den empfohlenen FNP-Planzeichen und Suchräumen sei darauf verwiesen, dass im Rahmen anderer Planwerke auch weitere Belange und ggf. auch Planzeichen eingestellt werden, die der Klimaanpassung dienen. Ein Beispiel hierfür sind bedeutsame Grün- und Freiraumachsen, die im Rahmen eines

landschaftsplanerischen Entwicklungskonzepts (Grün- und Freiraumstruktur und Siedlungsentwicklung) erarbeitet worden sind. Potenziell hat der FNP-Prozess auch die Möglichkeit, diese freiraumökologischen Achsen zu integrieren und stadtklimatologische Verbesserungen dadurch planerisch zu unterstützen. Die nähere Ausgestaltung obliegt dem FNP-/LP-Prozess.

Darüber hinaus ist die Umweltprüfung des FNPs ein weiterer Baustein des FNP-/LP-Prozesses, bei dem klimatische Aspekte eine Rolle spielen. Die Umweltprüfung führt eine ökologische Gefahrenanalyse durch, die alle zukünftigen Flächennutzungen hinsichtlich negativer Umweltauswirkungen prüft. Die Grundlage für die Risikoeinstufung liefert der Landschaftsplan mitsamt seinen ausführlichen Analysen der verschiedenen Schutzgüter (u.a. die Schutzgüter Klima/Luft und Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen). Der Landschaftsplan soll die Erkenntnisse des Klimaanpassungskonzepts so integrieren, dass sie als Entscheidungsgrundlage für die Umweltprüfung des Flächennutzungsplans dienen und das Thema Klima ausreichend abgebildet ist. Das Kapitel 4.4.2 erläutert, welche Inhalte des KLAKs für den Landschaftsplan relevant sind und berücksichtigt werden sollen.

#### **4.4.2 Landschaftsplanung**

Der Landschaftsplan (LP) des GMS befindet sich derzeit in der Erarbeitung und fungiert als zentrales Instrument für den Naturschutz und die Landschaftspflege. Folgenden Aufgaben, Ziele und Funktionen übernimmt der Landschaftsplan im GMS:

- Er macht vorhandene räumliche Qualitäten sichtbar.
- Er zeigt Gegebenheiten und Zusammenhänge für die Schutzgüter auf.
- Er dient der Umsetzung der Ziele und Grundsätze des Naturschutzes, der Landschaftspflege und der Erholungsvorsorge.
- Er ist ein Wegweiser für den zukünftigen Umgang mit Natur und Landschaft.
- Er legt empfehlenswerte Maßnahmen dar und gibt konkrete Umsetzungshinweise.
- Er bildet eine zentrale Informationsbasis für die Flächennutzungsplanung zu den Aspekten von Natur, Landschaft und Umwelt.

Im Zuge der durchgeführten Stadtklima- und Betroffenheitsanalyse des vorliegenden Klimaanpassungskonzepts wurden Erkenntnisse über die Ausprägungen und Folgen des Klimawandels im GMS erarbeitet. Diese können in den Landschaftsplan integriert werden, um zu zeigen, wie Natur und Landschaft im GMS entwickelt werden sollten, damit eine hochwertige Natur und Landschaft trotz klimatischer Veränderungen erhalten bleibt. Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Klima- und Betroffenheitsanalyse des KLAKs in die schutzgutbezogene Analyse des LPs einzuarbeiten. Die Ausgestaltung der Überführung der Ergebnisse des KLAKs ist dem Landschaftsplan überlassen. Als Hinweis und Orientierung dient Tabelle 11, die aufzeigt, welche Ergebnisse des KLAKs sich eignen, in die Analyse des Landschaftsplans integriert zu werden.

Tabelle 11: Hinweise für die Berücksichtigung der Klima- & Betroffenheitsanalyse in der Analyse des Landschaftsplans

Schutzgut des Landschaftsplans	Analyseergebnis des GMS-Klimaanpassungskonzepts
Boden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse der Handlungsfelder Boden und Bodenschutz sowie Landwirtschaft</li> </ul>
Wasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse des Handlungsfelds Wasser und Wasserwirtschaft</li> </ul>
Klima und Luft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Stadtklimaanalyse</li> </ul>
Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse des Handlungsfelds Ökologie und Biodiversität</li> </ul>
Gesundheit & Wohlbefinden des Menschen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Stadtklimaanalyse, insb. Hitze-Hotspots</li> </ul>
Landschaft	(siehe biotische und abiotische Schutzgüter)
Kultur- und sonstige Sachgüter	keine
Fläche	keine

Quelle: HHP 2023

Die Inhalte des Klimaanpassungskonzepts werden in das Handlungsprogramm des Landschaftsplanes in geeigneter Art überführt. Die genaue Ausgestaltung des Handlungsprogramms im Landschaftsplan steht derzeit noch aus. Daher können keine näheren Hinweise gegeben werden, wie die Umsetzungsziele in das Handlungsprogramm des LPs spezifisch integriert werden. Dies ist im LP-Prozess näher festzulegen. Neben den hier gelisteten Umsetzungszielen geben die Steckbriefe aus Kapitel 4.5 Auskunft über das Erfordernis des jeweiligen Umsetzungsziels im GMS, so wie Hinweise für konkrete Maßnahmenvorschläge.

<i>Hinweis: Im Folgenden werden die LP relevanten Umsetzungsziele gelistet und grün hinterlegt. Weitere Umsetzungsziele des KLAAs, die aber keine Rolle für den Landschaftsplan spielen, werden mit einer grauen Hinterlegung dargestellt. Für alle Umsetzungsziele wurden im Kapitel 4.5 Steckbriefe erarbeitet, die aufzeigen, mit Hilfe welcher Maßnahmen das jeweilige Umsetzungsziel erreicht werden kann.</i>
<b>U1 - Erhöhung des Grünanteils im Siedlungsraum</b>
<b>U2 - Erhaltung und Aufwertung klimatisch wertvoller öffentlicher Grün- und Freiräume</b>
<b>U3 - Erhöhung der Aufenthaltsqualität öffentlicher Räume in Hitzeperioden</b>
<b>U4 - Verringerung der Hitzebelastung in öffentlichen Gebäuden</b>
<b>U5 - Erhaltung und Sicherung des SchusSENTÄLERS sowie weiterer Kaltluftleitbahnen und Kaltluftabflüsse</b>
<b>U6 - Schaffung von Angeboten für die Bevölkerung in Hitzeperioden</b>
<b>U7 - Schutz der Bevölkerung vor Arten mit allergenem Potenzial</b>
<b>U8 - Sensibilisierung der Öffentlichkeit zu klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken und Möglichkeiten zur Anpassung</b>
<b>U9 - Stärkung und Unterstützung der Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes</b>
<b>U10   U11 - Sicherung und Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts auf landwirtschaftlichen Flächen sowie im Offenland und Wald</b>
<b>U12   U13 - Rückhalt und Versickerung von Regenwasser</b>
<b>U14 - Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässern</b>
<b>U15   U16 - Reduktion des Eintragsrisikos von Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässer sowie in das Grundwasser</b>
<b>U17 - Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung und Sicherung der Grundwasserstände</b>
<b>U18   U19 - Minderung von Überflutungsrisiken und Förderung eines interkommunalen Hochwassermanagements über GMS-Grenzen hinweg</b>



<b>U20 - Förderung von klimaangepassten Agrarkulturen</b>
<b>U21 - Förderung einer wassereffizienten Landbewirtschaftung</b>
<b>U22 - Förderung des Erosionsschutzes und der bodenschonenden Praxis auf landwirtschaftlichen Flächen</b>
<b>U23 – Förderung einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Landbewirtschaftung</b>
<b>U24 - Förderung eines klimaangepassten Waldumbau</b>
<b>U25 - Sicherung der Erholungsfunktion von Wäldern</b>
<b>U26 - Förderung der bodenschonenden Waldbewirtschaftung</b>
<b>U27- Reduktion des Waldbrandrisikos</b>
<b>U28 - Sicherung und Entwicklung bedeutsamer Waldbiotope und -habitate</b>
<b>U30   U29 - Förderung der Vernetzung und Entwicklung von Habitaten für Artenwanderung im Offenland und Wald</b>
<b>U31 - Sicherung und Entwicklung von feuchtegeprägten Ökosystemen</b>
<b>U32 - Sicherung überlebensfähiger Populationen klimasensitiver Tiere und Pflanzen</b>
<b>U33 - Erhaltung der Schutzziele klimasensitiver Schutzgebiete</b>
<b>U34 - Ökologisch und klimaangepasst Bewirtschaftung von Stadtgütern und stadtteigene Verpachtungsflächen</b>
<b>U35 - Klimaangepasste Sanierung bzw. Neubau städtischer und kommunaler Gebäude und Einrichtungen</b>
<b>U36 - Strukturelle Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen in der kommunalen Bauleitplanung</b>
<b>U37   U38 - Verbesserung der Personalausstattung und Bereitstellung finanzieller Mittel für die Klimaanpassung</b>
<b>U39 - Stärkung der Umweltbildung für das Thema Klimaanpassung</b>
<b>U40 - Stärkung und Einforderung bürgerschaftlichen Engagements für Klimaanpassung</b>

## 4.5 Kommunales Handlungsprogramm zur Klimaanpassung

Auf Basis räumlicher Analysen (z. B. Stadtklima, Bodenerosion, Hoch- und Niedrigwasser) und der Auswertungen zum Klimawandels im GMS wurden Betroffenheiten für jedes Handlungsfeld abgeleitet. Um sich an die Betroffenheiten, speziell im Kontext der erwarteten Klimawandelfolgen, anpassen zu können, sind Maßnahmen auf verschiedenen räumlichen Ebenen nötig. Die vorangegangenen Kapitel geben Vorschläge, wie die Anpassung an den Klimawandel über Festsetzungen auf der Ebene der vorbereitenden, mittelfristigen Bauleitplanung im FNP und die Integration in den Landschaftsplan auf Ebene des gesamten GMS gelingen kann. Zusätzlich sind die Kommunen aber auch gefordert, auf lokaler Ebene Maßnahmen zur Anpassung umzusetzen.




Ziel dieses Kapitels ist es, den Kommunen ein Set an möglichen Maßnahmen zur Klimaanpassung aufzuzeigen. Aus diesem Set können die Kommunen einzelfallbezogen auswählen, welche Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen in welchen Gebieten zur Klimaanpassung geeignet und tatsächlich umsetzbar sind. Dafür wurden den übergeordneten Leitzielen, die für jedes Handlungsfeld (bspw. Menschliche Gesundheit, Wasser, Landwirtschaft) definiert wurden, konkrete Umsetzungsziele zugewiesen, die sich u.a. wie folgt gliedern lassen:

- Bauliche bzw. ökologische Ziele (bspw. U1 - Erhöhung des Grünanteils im Siedlungsraum, U14 - Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässer)
- Ziele zum Management und der Bewirtschaftung von Flächen (bspw. U21 - Förderung einer wasser-effizienten Landbewirtschaftung, U24 - Förderung eines klimaangepassten Waldumbaus)
- Strukturen zur Risikovorsorge (bspw. U9 - Stärkung und Unterstützung der Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes)
- Verankerung der Klimaanpassung in Planungsprozessen (bspw. U36 - Strukturelle Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen in der kommunalen Bauleitplanung)
- Information und Einbindung der Öffentlichkeit (bspw. U8 - Sensibilisierung der Öffentlichkeit zu klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken und Möglichkeiten zur Anpassung)


Die insgesamt 40 Umsetzungsziele werden in den folgenden Steckbriefen erläutert. Darin wird, sofern möglich, eine Verortung vorgenommen, wenn über die Handlungsprogrammarte Räume ausgewiesen werden können, in denen die Ziele vorrangig angegangen werden sollten. Hieraus ergibt sich auch eine Verbindung zum Landschaftsplan. In den Steckbriefen werden geeignete Maßnahmen beschrieben, aus denen die Kommunen zur Erreichung der Ziele wählen können. Zudem gehen die Steckbriefe auf Synergien bzw. Wechselwirkungen zu anderen Handlungsfeldern ein und zeigen Fördermöglichkeiten sowie gute Beispiele, die als Vorbild dienen können, auf.

## Handlungsfelder A+B: Menschliche Gesundheit / Risikovorsorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung

### Leitziel: Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Handlungsfelder							Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U1: Erhöhung des Grünanteils im Siedlungsraum durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pflanzung von Stadtbäumen</li> <li>○ Entsiegelung geeigneter Flächen</li> <li>○ Gebäudebegrünung</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X			X	X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U2: Erhaltung und Aufwertung klimatisch wertvoller öffentlicher Grün- und Freiräume durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Angepasste Pflege</li> <li>○ Trocken-/hitzeresistente Pflanzen</li> <li>○ Verschattete Sitzgelegenheiten gewährleisten</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X		X	X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U3: Erhöhung der Aufenthaltsqualität öffentlicher Räume in Hitzeperioden durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verschattung von Aufenthaltsbereichen (Plätze, Bushaltestellen, etc.)</li> <li>○ Verschattung wichtiger Wegebeziehungen</li> <li>○ Schaffung von Wasserspielen (Brunnen, Fontänen, Zerstäuber)</li> </ul> </li> </ul>	X	X		X				
<ul style="list-style-type: none"> <li>U4: Verringerung der Hitzebelastung in öffentlichen Gebäuden durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Außenliegenden Sonnenschutz (Rollos, etc.)</li> <li>○ Hellere Fassaden</li> <li>○ Klimagerechte Kühlung</li> </ul> </li> </ul>	X	X						

### Leitziel: Erhaltung und Sicherung der Kalt- und Frischluftversorgung

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder							Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U5: Erhaltung und Sicherung des SchusSENTälers sowie weiterer Kaltluftleitbahnen und Kaltluftabflüsse durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Besondere Gewichtung des Belangs „Kaltluftströmung“ in der Abwägung (Planzeichen im FNP)</li> <li>○ Freihaltung bedeutender Kaltluftentstehungsgebiete am Siedlungsrand im Außenraum</li> <li>○ An das Strömungsfeld angepasste Bauweise im Falle einer Bebauung</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X	X		X	X	

Leitziel: Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken								
Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder						Verortung	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>U6: Schaffung von Angeboten für die Bevölkerung in Hitzeperioden durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Bereitstellung von Trinkwasser an stark frequentierten Orten (Trinkwasserbrunnen, etc.)</li> <li>Öffentlich und barrierefrei zugängliche Räumlichkeiten zur Abkühlung („Kühlräume“)</li> </ul> </li> <li>U7: Schutz der Bevölkerung vor Arten mit allergenem Potenzial durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoring und Bekämpfung von (insb. invasiven) Arten, von denen eine gesundheitliche Gefährdung ausgeht</li> <li>Information der Bevölkerung zum Umgang mit invasiven Arten (Anpflanzung in Privatgärten vermeiden, etc.)</li> </ul> </li> <li>U8: Sensibilisierung der Öffentlichkeit zu klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken und Möglichkeiten zur Anpassung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Warnung bei Extremereignissen (Hitze, Starkregen, etc.)</li> <li>Flyer, Borschüren, etc. mit Verhaltenshinweisen</li> <li>Gezielte Information vulnerabler Gruppen (Kleinkinder, Senioren, etc.)</li> </ul> </li> <li>U9: Stärkung und Unterstützung der Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Erhöhung der personellen und technischen Ressourcen für die Bewältigung zukünftiger Extremwetterereignisse</li> <li>Schulungen zum Umgang mit Extremwetterereignissen</li> </ul> </li> </ul>	X	X		X				
	X					X	X	
	X			X				
	X			X		X		
Handlungsfeld C: Boden und Bodenschutz								
<i>Hinweis: Umsetzungsziele und Maßnahmen werden durch andere Handlungsfelder abgedeckt.</i>								
Handlungsfeld D: Wasser und Wasserwirtschaft								
Leitziel: Sicherung und Entwicklung des Wasserrückhalts in der Landschaft								
Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder						Verortung	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>U10: Sicherung und Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts auf landwirtschaftlichen Flächen durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Anlage von Schlüssellinienkulturen (Keyline Design)</li> </ul> </li> </ul>			X	X	X		X	






<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Etablierung von Agroforst-Systemen an geeigneten Standorten (außerhalb von Kernlebensräumen gefährdeter Feldvogelarten)</li> <li>○ Rückbau der großflächigen Entwässerung (Drainage) landwirtschaftlicher Flächen / Verringerung der Entwässerungsleistung der bestehenden Grabensysteme</li> <li>○ Erhalt abflussmindernder Landschaftselemente (z. B. Hecken, Feldgehölze, Saumvegetation, Streuobstwiesen, ...)</li> </ul>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>● U11: Schaffung neuer Retentionsflächen im Offenland und Wald durch...                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reaktivierung kulturhistorischer Landnutzungsformen (z. B. Weiherwirtschaft, Streuobstwiesen, ...)</li> <li>○ Wiedervernässung von Mooren</li> <li>○ Reaktivierung ehemaliger Auenlandschaften</li> <li>○ Pflanzung wasserrückhaltender Strukturelemente (z. B. Hecken, Feldgehölze, Altgrasstreifen, Streuobstwiesen, ...)</li> <li>○ Rückbau bestehender Entwässerungsstrukturen im Wald</li> </ul> </li> </ul>			X	X		X	X



**Leitziel: Sicherung und Entwicklung des Retentionspotenzials im Siedlungsbereich nach dem Vorbild einer Schwammstadt**

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder						Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● U12: Versickerung von Regenwasser durch...                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erhöhung des Anteils an Retentionsdächern im Bestand sowie Neubau</li> <li>○ Erhöhung der Durchgrünung im Siedlungsbereich</li> <li>○ Standortangepasste Planung von Versickerungssystemen (Muldenversickerung, Rigolenversickerung)</li> <li>○ Entsiegelung oder Teilentsiegelung geeigneter Flächen</li> <li>○ Anpassung der gesplitteten Gebühr für Schmutz- und Niederschlagswasser</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X	X			X
<ul style="list-style-type: none"> <li>● U13: Rückhaltung von Regenwasser durch...                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sicherung und Entwicklung von (multifunktionalen) naturnahen Regenrückhalteflächen</li> <li>○ Ausbau eines dezentralen Zisternensystems</li> <li>○ Erstellung von Grün- und Gestaltungssatzungen durch Kommunen</li> </ul> </li> </ul>	X	X		X			

**Leitziel: Sicherung der Funktionsfähigkeit von Fließ- und Stillgewässern**

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder						Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● U14: Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässern durch...</li> </ul>	X		X	X	X		X

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nutzung des kommunalen Vorkaufsrechts entlang von Fließgewässern</li> <li>○ Pflege naturnaher Fließ- und Stillgewässer</li> <li>○ Renaturierung veränderter Fließgewässerabschnitte (Entfernung von Querbauwerken oder Bau von Fischabstiegs- und -aufstiegsanlagen, Rücknahme von Sohlbauwerken, Umsetzung von Maßnahmen zur Entwicklung einer naturnahen Gewässerstruktur mit natürlicher Auendynamik, etc.)</li> <li>○ Entwicklung naturnaher, extensiver und beschatteter Randstreifen an Fließgewässern und Gräben</li> <li>○ Erstellung nachhaltiger Wasserentnahmekonzepte für die Landwirtschaft in Trockenperioden</li> <li>○ Aktualisierung von Bewirtschaftungs- und Gewässerentwicklungsplänen</li> </ul>								Sicherung:  Entwickl.: 
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U15: Reduktion des Eintragsrisikos von Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässer durch...                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nutzung des kommunalen Vorkaufsrechts entlang von Fließgewässern</li> <li>○ biologische Landbewirtschaftung in Einzugsgebieten mit erhöhtem Erosionsrisiko</li> <li>○ Nutzungsänderung von Ackerbau zu Grünlandnutzung im Umfeld von Oberflächengewässern</li> <li>○ Verbreiterung der gesetzlich vorgeschriebenen Uferschutzstreifen und naturnahe Bewirtschaftung dieser</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X	X		X	
<b>Leitziel: Sicherung der Grundwasserneubildung, Grundwasserstände sowie der Trinkwasserversorgung</b>								
<b>Umsetzungsziele und Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U16: Reduktion von Stoffeinträgen in das Grundwasser durch...                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Überprüfung der Anforderungen des Hochwasserschutzes für Brunnen /Kläranlagen in Wasserschutzgebieten</li> <li>○ Sanierung von Altlastenstandorten</li> <li>○ Verbesserung des Monitorings von GW-Messstellen</li> <li>○ Anpassungen der Düngepraxis in Bereichen mit hoher Empfindlichkeit für Schadstoffeinträge in das Grundwasser</li> </ul> </li> <li>• U17: Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung und Sicherung von Grundwasserständen durch...                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vermeidung von Flächenneuinanspruchnahmen in Bereichen mit hoher Grundwasserneubildungsrate</li> <li>○ Prüfung der Neuausweisung von Wasser- und Quellschutzgebieten</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wechselwirkungen Handlungsfelder</b>						<b>Verortung</b>	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
	X			X				
X	X	X	X	X	X	X		

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anpassung der wasserrechtlichen Zulassungsverfahren für Grundwasserentnahmen</li> </ul>								
<b>Leitziel: Umsetzung und Erhalt eines geeigneten Hochwasser- und Überflutungsschutzes</b>								
<p><b>Umsetzungsziele und Maßnahmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U18: Minderung von Überflutungsrisiken durch ...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Konsequente Freihaltung von Überschwemmungsgebieten (HQ100, HQextrem) in der Bauleitplanung</li> <li>○ Überprüfung von Hochwasserschutzanlagen hinsichtlich Klimawandelfolgen</li> <li>○ Vgl. o.g. Maßnahmen bei „Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässer“ sowie o.g. Maßnahmen zur Erhöhung des Retentionspotenzials in der Landschaft und im Siedlungsbereich</li> <li>○ Berücksichtigung von Verkehrs- und Freiflächen zur Überflutungsvorsorge</li> <li>○ Einbeziehung von Gefährdungslagen für Grundhochwasser in der Bauleitplanung</li> </ul> </li> <li>• U19: Förderung eines interkommunalen Hochwassermanagements über GMS-Grenzen hinweg durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Entwicklung geeigneter Kooperationsstrukturen</li> <li>○ Berücksichtigung von Klimawandelfolgen in den Bewirtschaftungsplänen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL).</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wechselwirkungen Handlungsfelder</b>						<b>Verortung</b>	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
	X	X	X	X	X		X	Sicherung:   Entwickl.: U10-U13
X			X					
<b>Handlungsfeld E: Landwirtschaft</b>								
<b>Leitziel: Förderung und Entwicklung des Anbaus klimawandelangepassten Agrarkulturen</b>								
<p><b>Umsetzungsziele und Maßnahmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U20: Förderung von klimaangepassten Agrarkulturen durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Überprüfung der Anbaueignung von ökologischen Wildpflanzenmischungen</li> <li>○ Anbau angepasster, d.h. trockenheitsresistenterer Kulturen oder Sorten</li> <li>○ Förderung von Erzeugung und Vermarktung von Produkten aus Grünlandnutzung und Ökolandwirtschaft</li> <li>○ Sicherung, Reaktivierung und Entwicklung von Streuobstflächen</li> <li>○ Entwicklung von PIK-Maßnahmen zur Unterstützung klimaangepasster Agrarkulturen</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wechselwirkungen Handlungsfelder</b>						<b>Verortung</b>	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
	X		X	X	X		X	

- Überprüfung und Abstimmung einer Anerkennung von Maßnahmen zur Klimaanpassung in Agrarkulturen als Ausgleichsmaßnahme
- Langfristige und gute Kompensationszahlungen an Landwirte und Gärtner bei Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen
- Ertragsversicherung für Obstanbau

--	--	--	--	--	--	--	--

**Leitziel: Förderung und Entwicklung einer wassereffizienten und ressourcenschonenden Landwirtschaft mit entsprechenden Anbau- und Produktionssystemen**





Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder						Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U21: Förderung einer wassereffizienten Landbewirtschaftung durch.....                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erstellung eines Wasserentnahmekonzeptes für die Landwirtschaft zur Sicherstellung eines nachhaltigen Wasserhaushaltes; angepasste Bewässerungszeitpläne, paralleler Anbau versch. Kulturen zwecks Effizienzerhöhung</li> <li>○ Kombination früherer Aussaat mit schnell reifenden Sorten sowie Anbau trockenheitstoleranter Sorten sowie Einbindung wassereffizienter Kulturen in die Fruchtfolge zur Reduktion von Ertragsrückgang durch Niederschlagsmangel</li> <li>○ Flächendeckendes Grundwassermonitoring</li> <li>○ Rückführung einer unangemessenen Landnutzung mit hohem Wasserbedarf</li> <li>○ Schaffung von Niederschlagszwischen Speichern zur Bewässerung</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U22: Förderung des Erosionsschutzes und der bodenschonenden Praxis auf landwirtschaftlichen Flächen durch.....                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ die Gewährleistung der guten fachlichen Praxis</li> <li>○ Entwicklung und Durchführung Erosionsmonitoring</li> <li>○ Identifikation und Öffnung von Gräben</li> <li>○ Anpassung der Aussaat- und Anbautechniken auf erosionsgefährdeten Flächen</li> </ul> </li> </ul>			X		X		X
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U23: Förderung einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Landbewirtschaftung durch.....                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ die Gewährleistung der guten fachlichen Praxis (Konservierende Bodenbearbeitung, Mulchsaatverfahren, Fruchtwechsel, etc.)</li> <li>○ Änderung der Düngepraxis und Umstellung von Bewirtschaftungsformen</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X	X		X








- Langfristige und gute Kompensationszahlungen an Landwirte und Gärtner bei Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen

## Handlungsfeld F: Wald- und Forstwirtschaft






Leitziel: Erhalt und Entwicklung klimastabiler Zukunftswälder

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder							Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U24: Förderung eines klimaangepassten Waldumbaus durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ sukzessiven Umbau bestehender Waldflächen mit klimaresilienten und standortgeeignete Hauptbaumarten</li> <li>○ Risikostreuung durch Baumartendiversifizierung</li> <li>○ Pflanzung klimaangepasster und standortheimischer Baumarten bei der Anlage neuer Waldflächen</li> <li>○ Bereitstellung von Informations- und Sensibilisierungsangeboten zum klimaangepassten Waldumbau für Privatwaldbesitzer</li> <li>○ Vorausverjüngung durch Voranbau bzw. Naturverjüngung</li> <li>○ Renaturierung von Waldböden</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X	X	X	X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U25: Sicherung der Erholungsfunktion von Wäldern durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ regelmäßige Überprüfung der Waldbestände und (Erholungs-) Infrastrukturen auf Schäden durch Klimawandelfolgen</li> </ul> </li> </ul>	X					X		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U26: Förderung der bodenschonenden Waldbewirtschaftung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ die Gewährleistung der guten fachlichen Praxis beim Einsatz schwerer Maschinen</li> <li>○ Einsatz von technischen Maßnahmen zur Minderung des Reifendrucks auf den Boden (bspw. „Boogie-Bänder“)</li> <li>○ Anlegen von bodenschonenden Rückegassen</li> <li>○ Einsatz von Holzrückepferden in Bereichen mit hoher Erosionsgefahr</li> <li>○ Nutzung von Sonderformen der Waldernte (Helilogging, Seilbahnen) in besonders sensiblen Bereichen</li> </ul> </li> </ul>			X	X		X	X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• U27: Reduktion des Waldbrandrisikos durch                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anlage von Teichen in Wäldern zur Verbesserung der Löschwasserversorgung</li> <li>○ Anlage von Waldbrandschneisen</li> <li>○ Erstellung eines Waldbrandmanagementplans</li> <li>○ Sperrung von Grillstellen</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X	X	X	X	X	

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Veröffentlichung von Informationen zum Waldbrand(-risiko)</li> <li>○ Kommunale Unterstützung für das Waldbrandmanagement (Ausstattung der Feuerwehr, Demonstrationsflächen)</li> <li>○ Kontrollgänge von Risikooten</li> <li>○ Erstellung von Risikokarten und ggf. Ergreifen von Schutzmaßnahmen für Waldkindergärten</li> <li>○ Abschluss von Waldbrandversicherungen</li> </ul>								
<b>Leitziel: Entwicklung klimaangepasster Waldökosysteme und Erhalt der Lebensraumfunktion im Wald</b>								
<b>Umsetzungsziele und Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● U28: Sicherung und Entwicklung bedeutsamer Waldbiotope und -habitate durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ausreichende Berücksichtigung von bedeutsamen sowie klimasensitiven Wald-Lebensräumen in den forstlichen Planungen</li> <li>○ Reaktivierung oder Entwicklung historischer Nutzungsstrukturen in Wäldern</li> <li>○ Sicherung bestehender Habitatbaumgruppen und Waldrefugien</li> <li>○ Erhöhung des Alt- und Totholzanteils im Wald</li> <li>○ Erfassung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen für neu auftauchende FFH-Arten und FFH-Lebensraumtypen im Wald</li> <li>○ Sicherung und Entwicklung von Feuchtlebensräumen im Wald</li> <li>○ Förderung der Heterogenität von Waldökosystemen</li> </ul> </li> <li>● U29: Vernetzung bedeutsamer Waldlebensräume durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schaffung von Verbindungskorridoren im Offenland zwischen und entlang großen Waldgebieten</li> <li>○ Sicherung und Entwicklung der kommunalen Konkretisierung der Wildtierkorridore</li> <li>○ Beseitigung von Wanderbarrieren im Wald für Tiere</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wechselwirkungen Handlungsfelder</b>						<b>Verortung</b>	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
	X		X	X		X	X	Sicherung:   Lebensstätte heimische Krebse:  Entwickl.: 
X	X	X	X		X	X		

## Handlungsfeld G: Ökologie und Biodiversität

Leitziel: Sicherung, Stärkung und Entwicklung (klima-)resilienter Ökosysteme im Offenland

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder						Verortung	
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST		BIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>U30: Förderung der Vernetzung und Entwicklung von Habitaten für Artenwanderungen klimasensitiver Arten durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausarbeitung und Umsetzung kommunaler Biotopverbundkonzepte mit einem Schwerpunkt auf klimasensitive Arten</li> <li>standortangepasste Aufwertung von Kernräumen des Biotopverbunds, insbesondere derer in denen klimasensitive Arten nachgewiesen sind oder die selbst als sensitiv eingestuft sind</li> <li>Schaffung von Trittsteinbiotopen</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X	X	X		X	Klimasensitive Offenlandbiotop: 
<ul style="list-style-type: none"> <li>U31: Sicherung und Entwicklung von feuchtegeprägten Ökosystemen durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>planerische Berücksichtigung von Feuchtbiotopen in der vorbereitenden Bauleitplanung und Sicherung der fachgerechten Pflege</li> <li>Wiedervernässung und Renaturierung von Mooren</li> <li>Extensivierung von Grünland auf feuchten und nassen Standorten</li> <li>Verortung rezenter Auenlandschaften und Renaturierung von Auenlandschaften mit hohem Reaktivierungspotenzial</li> <li>Reaktivierung ehemaliger Weiherstandorte und Neuanlage von Klein- und Kleinstgewässer</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X	X	X	X	Sicherung:  Entwickl.: 
<ul style="list-style-type: none"> <li>U32: Sicherung überlebensfähiger Populationen klimasensitiver Tiere und Pflanzen durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Erarbeitung von Artenschutzkonzepten für die im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifizierten im GMS vorkommenden und klimasensitiven Arten</li> <li>Umsetzung ökologischer Aufwertungsmaßnahmen aquatischer und feuchtegeprägter Habitate (Auen- und Moorrenaturierung, Sanierung von Laichgewässern, etc.)</li> <li>Umsetzung von Biotopverbundmaßnahmen</li> </ul> </li> </ul>	X		X	X	X	X	X	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U33: Erhaltung der Schutzziele klimasensitiver Schutzgebiete durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausarbeitung schutzgebietsspezifischer Klimaanpassungspläne</li> <li>Integration geeigneter Klimaanpassungsmaßnahmen in Managementpläne von Natura-2000 Gebieten</li> </ul> </li> </ul>			X	X		X	X	

## Handlungsfeld H: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik & Verwaltung

Leitziel: Nutzung der kommunalen Vorbildfunktion

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder							Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U34: Ökologische und klimaangepasste Bewirtschaftung von Stadtgütern und stadteigenen Verpachtungsflächen durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung von Leitfäden für die kommunalen Bauhöfe zur klimaangepassten Pflege von Grünflächen</li> <li>Verwendung klimaangepasster Vegetationsbestände bei Neupflanzung auf kommunalen Grundstücken</li> <li>Integration von Anforderungen zur Klimaanpassung in städtische Pachtverträge</li> <li>klimaangepassten Waldumbau auf Kommunalwaldflächen</li> </ul> </li> <li>U35: Klimaangepasste Sanierung bzw. Neubau städtischer und kommunaler Gebäude und Einrichtungen durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung heller Fassaden</li> <li>Energetische Optimierung der Gebäude (Dämmung, etc.)</li> <li>Begrünung der Fassaden und Dächer</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X	X	X	X	X	
		X		X			X	

Leitziel: Ausschöpfen von rechtlichen Möglichkeiten zur Klimaanpassung

Umsetzungsziele und Maßnahmen:	Wechselwirkungen Handlungsfelder							Verortung
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>U36: Strukturelle Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen in der kommunalen Bauleitplanung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherung bestehender Grünflächen im FNP</li> <li>Integration von Planzeichen mit klimaökologischen oder stadtklimatischen Zwecken in den FNP (Luftleitbahnen, Durchgrünung, etc.)</li> <li>Besondere Gewichtung klimatischer Belange bei der Abwägung von Nachverdichtung und Neubaugebieten</li> <li>Integration von Maßnahmen zur Regenwasserversickerung in Bebauungspläne</li> <li>Konsequente Begleitung von Bebauungsplänen durch Grünordnungspläne</li> <li>Einführung eines Klima-Checks für Bebauungspläne</li> </ul> </li> </ul>	X	X	X	X		X	X	

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aktivierung von Baulücken in klimatisch sinnvollen Bereichen</li> <li>○ Umgestaltung von Baulücken zu offiziellen Grünflächen in klimatisch belasteten Gebieten</li> </ul>							
<b>Leitziel: Befähigung der Kommunen zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen</b>							
<b>Umsetzungsziele und Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U37: Verbesserung der Personalausstattung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schaffung neuer Stellen für Klimaanpassungsbelange</li> </ul> </li> <li>• U38: Bereitstellung finanzieller Mittel für die Klimaanpassung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in den Haushalt</li> <li>○ Aufgleisen von kommunalen Förderprogrammen für Klimaanpassungsmaßnahmen auf privaten Flächen</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wechselwirkungen Handlungsfelder</b>						<b>Verortung</b>
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	
		X	X	X		X	X
	X	X	X		X	X	
<b>Leitziel: Förderung der Bewusstseinsbildung zu Klimawandel und Klimaanpassung</b>							
<b>Umsetzungsziele und Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• U39: Stärkung der Umweltbildung und Beratung für das Thema Klimaanpassung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Informationsstände auf Wochenmärkten</li> <li>○ gezielte Informationsvermittlung an Schulen oder in Jugendgruppen</li> <li>○ Bereitstellung von Informationen zu den Themen „Klimagerechtes Bauen“ und „Nachverdichtung“ für zukünftige Bauherren</li> <li>○ Sensibilisierung von Privatwaldbesitzern für Klimathemen</li> <li>○ Informationen und Sensibilisierung der Bevölkerung für das Risiko Waldbrand (z. B. mit Schildern)</li> <li>○ Fortbildungen für Landwirte im Bereich Klimaanpassung</li> <li>○ Akzeptanz für Biotopverbundmaßnahmen schaffen</li> </ul> </li> <li>• U40: Stärkung und Einforderung bürgerschaftlichen Engagements für Klimaanpassung durch...                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Patenschaften für kommunale Grünflächen oder Grünstrukturen (Baumscheibenpatenschaften, ...)</li> <li>○ Förderung von Quartiersgemeinschaften sowie kreativen und nachhaltigen Gemeinschaften zur Umsetzung von Projekten der Klimaanpassung</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wechselwirkungen Handlungsfelder</b>						<b>Verortung</b>
	MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	
		X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikovorsorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**

Leitziel: Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum

**U01: Erhöhung des Grünanteils im Siedlungsraum**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungs-  
 programmkarte:**



Innerörtliche Grünflächen übernehmen viele positive Funktionen für das Stadtklima (bspw. Kaltluftentstehung auf Freiflächen, Verschattung und Verdunstungskühlung von Bäumen). Je nach Gestaltung und Größe können sie zudem eine hohe Aufenthaltsqualität bieten, für Regenwasserrückhalt sorgen, Lebensräume darstellen und die Luftqualität verbessern. Gleichzeitig stehen sie bei begrenztem Flächenangebot oftmals in Konkurrenz zu anderen Nutzungen und der Herausforderung, dass die Bedarfe und Ansprüche an Grünräume im Siedlungsraum steigen.

Durch die Stadtklimaanalyse wurden überwärmte bzw. überhitzte Bereiche im GMS identifiziert. Dabei wurde die Temperaturzunahme infolge des Klimawandels berücksichtigt, die zukünftig zu mehr und stärker überwärmten stadtklimatischen Hotspots führt. In den ausgewiesenen Hotspots sind die Maßnahmen zur Erhöhung des Grünanteils vorrangig durchzuführen.

Die genannten Synergien zur Biodiversität, zum Regenwassermanagement, etc. verdeutlichen, dass

**MASSNAHMEN**

Das **Pflanzen von Stadt- und Straßenbäumen** ist eine sehr wirksame Maßnahme zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität, da Bäume mit ihrer Verschattung und durch Verdunstungskühlung lokal für eine deutliche Verringerung der Wärmebelastung am Tag sorgen. Angesichts der schwierigen Bedingungen für Bäume im städtischen Raum (u.a. Trockenheit, Schadstoffe in der Luft, Bodenverdichtung, Müllablagerung) sollten die Baumscheiben groß genug gewählt werden, um ausreichend Wurzelraum zu bieten. Bei Neupflanzungen ist auf hitze- und trockenheitstolerante Arten zu achten, die die erwarteten Folgen des Klimawandels berücksichtigen. Auch bei angepassten Baumarten bedürfen Jungbäume in Trockenperioden in aller Regel einer Bewässerung.

es sich dabei in der Regel um „no regret“-Maßnahmen handelt, die auch dann eine positive Wirkung auf ihre Umgebung entfalten, sollten die Folgen des Klimawandels geringer ausfallen als prognostiziert.



Grünstrukturen zur Kühlung und Verbesserung der Aufenthaltsqualität in einer Straße in Amsterdam (Foto: GEO-NET 2023)

Um der Nutzungskonkurrenz auf Plätzen oder im Straßenraum zu begegnen, ist der Einsatz mobiler Bäume (bspw. in Pflanzkübeln) ein Weg, um bestimmte Flächen für einige Wochen in grüne Aufenthaltsflächen umzugestalten und so die Akzeptanz bzw. den Wunsch nach einer dauerhaften Begrünung zu testen.

Ein weiterer Weg wäre die Änderung der Stellplatzsatzung, um bei der Errichtung neuer Parkplätze bspw. Vorgaben zur Pflanzung von Bäumen in Abhängigkeit der Anzahl an Parkplätzen treffen zu können.

Die **Entsiegelung** von Plätzen, Wegen, Straßen, etc. zu teilversiegelten Flächen oder (idealerweise) Grünflächen ermöglicht ein Abkühlen in der Nacht.

Die Kombination aus Entsiegelung und Baumpflanzungen ist eine der wirksamsten Maßnahmen zur Verbesserung des thermischen Wohlbefindens sowohl am Tag als auch in der Nacht, wobei die Effekte umso stärker ausfallen, je größer die Flächen sind. Die Umsetzung kann bspw. in Form einer **Innenhofbegrünung** erfolgen. Eine weitere Möglichkeit ist das Anlegen von **Pocket-Parks** (auf Parkplätzen, Baulücken, Brachen, etc.), die als öffentliche Rückzugsorte an heißen Tagen dienen können (insb. in mit Grün unterversorgten Quartieren).

Die Begrünung von Gebäuden wirkt sich nicht nur positiv auf das Innenraumklima aus (siehe U04, Seite 104), sondern kann auch zu einer Verbesserung des Außenraumklimas führen. Dies gilt insbesondere für die **Fassadenbegrünung**, die die Wärmebelastung am Tag im Nahumfeld der Gebäude senken kann (vorrangige Umsetzung an Süd-, aber

auch West- und Ost-Fassaden). Eine **Dachbegrünung** bewirkt eine geringere Wärmebelastung auf Dachniveau. Bei niedrigen Gebäuden und großflächiger Umsetzung ist auch eine leichte Reduzierung der Wärmebelastung auf Bodenniveau möglich.

Die Erhöhung des Grünanteils lässt sich von den Kommunen in der Regel nur im Bereich kommunaler Liegenschaften umsetzen. Für eine gelungene Klimaanpassung ist die Umsetzung im privaten Bereich gleichermaßen wichtig.

Um dies zu erreichen, können die Kommunen bspw. selbst „vorangehen“ (Vorbild-Projekte umsetzen), die Öffentlichkeit informieren und beraten (siehe U39 und U40) sowie Fördermittel bereitstellen (siehe U38).

#### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Festsetzungen in Bebauungsplänen, Vorgaben in städtebaulichen Wettbewerben, Erstellen von Grünordnungsplänen bei Maßnahmen der Innenentwicklung

**Fördermöglichkeiten:** KLIMOPASS – Modul C „investive Umsetzungsprojekte zur Klimaanpassung“ (<https://www.l-bank.de/produkte/finanzhilfen/klimopass.html>)

#### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X			X	X

Je nach Gestaltung und Größe können Grünflächen eine hohe Aufenthaltsqualität bieten, für

Regenwasserrückhalt sorgen, Lebensräume darstellen und die Luftqualität verbessern. Gleichzeitig stehen sie bei begrenztem Flächenangebot oftmals in Konkurrenz zu anderen Nutzungen.

#### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- Die Wohnanlage Gänsbühl in Ravensburg kann als gelungenes Beispiel für einen Pocket-Park angesehen werden. Weitere Ideen für zukünftige Parkstandorte und zur Vernetzung bestehender Freiräume für Ravensburg und Weingarten sind in der Broschüre „20 Maßnahmen zur Anpassung des Mittleren Schussentals an den Klimawandel“ des BUND Ravensburg / Weingarten genannt
- Grünzug Platenstraße in Frankfurt a.M.: Grüner Begegnungsraum auf einer Verkehrsbrache
- Broschüre „Urbane Grüne Infrastrukturen“ (Bundesamt für Naturschutz 2017): Umsetzungsmöglichkeiten für die kommunale Praxis, um grüne Infrastruktur in Städten zu sichern, zu planen, zu entwickeln und die damit verbundenen Aufgaben im Bereich Pflege und Management zu bewerkstelligen

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum

**U02: Erhaltung und Aufwertung klimatisch wertvoller öffentlicher Grün- und Freiräume**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungsprogramm-  
 karte:**



Bestehende öffentlich zugängliche Grün- und Freiflächen sind aufgrund ihrer vielfältigen Ökosystemdienstleistungen, die sie für uns Menschen erfüllen, per se schützenswert. Mit Hilfe der Erkenntnisse der Stadtklimaanalyse konnte identifiziert werden, welche dieser Flächen aus klimatischer Sicht schon heutzutage besonders wertvoll sind (vgl. Verortung in Handlungsprogramm-  
 karte). Die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse und der Untersuchung zu den Auswirkungen des Klimawandels zeigen, wie sehr die Bevölkerung des Mittleren SchusSENTals angesichts einer zunehmenden Hitzebelastung auf Rückzugs- und Ausgleichsräume an heißen Tagen angewiesen sein wird. Der Erhalt bestehender Grün- und Freiflächen ist dabei besonders wertvoll, da langzeitstabile Ökosysteme die beste Ausgleichswirkung erzielen und die Synergien zu weiteren Handlungsfeldern am größten sind. Die erläuterten Maßnahmen zielen vorrangig auf eine Stabilisierung oder Verbesserung der

Situation am Tag ab (Erhöhung der Aufenthaltsqualität).

In der Regel handelt es sich dabei um „no regret“-Maßnahmen, die auch dann eine positive Wirkung auf ihre Umgebung entfalten, sollten die Folgen des Klimawandels geringer ausfallen als prognostiziert.



Pocket-Park in Lüneburg (Foto: GEO-NET 2023)

**MASSNAHMEN**

Die stadtklimatische **Aufwertung** bestehender öffentlicher Grün- und Freiräume meint vor allem eine Steigerung der Aufenthaltsqualität am Tage. Je nach Nutzungsansprüchen sollten gezielt Bäume gepflanzt und für Verschattung gesorgt werden – wichtig sind dabei verschattete Sitzgelegenheiten. Auch die Schaffung von offenen/bewegten Wasserflächen (z. B. Brunnen) kann zu einer Erhöhung der Aufenthaltsqualität führen. Positive Rückkopplungen zu anderen Umsetzungszielen können erreicht werden, wenn weiche Faktoren mitberücksichtigt werden. Beispiele hierfür sind: Maßnahmen zum Lärmschutz, Verteilung von Mülleimern, Bereitstellung von Toiletten oder Trinkwasserspendern.

Je nach heutiger Nutzungsstruktur kann die temporäre **Zugänglichkeit von Flächen in öffentlichem Besitz** einer Aufwertung gleichkommen (z. B.

Öffnung von begrünten Schulhöfen an Wochenenden mit Hitzebelastungen, ggf. Grünflächen auf Friedhöfen als Aufenthaltsräume nutzen).

Für den **Erhalt** klimatisch wertvoller Ausgleichsräume ist eine **Anpassung der Pflegestrategien** notwendig.

Im vorherigen Umsetzungsziel wurde beschrieben, welchen schwierigen Bedingungen Bäume im städtischen Umfeld ausgesetzt und welche Faktoren bei der Neupflanzung zu beachten sind.

Um den ökologischen und sozialen Bedenken eines sinkenden Baumbestandes entgegenzukommen und die Auswirkungen zunehmender Wetterextreme und eines alternden Baumbestandes zu minimieren, ist eine Intensivierung der Baumpflege notwendig.

Eine Beibehaltung des hohen Standards der Baumpflege ist notwendig, da Jungbäume bis zu mehrere



Jahrzehnte brauchen, um dieselbe Leistung hinsichtlich der stadthygienischen, gesundheitsfördernden und kühlenden Funktion wie ein Altbaum zu erbringen. Die Pflege beinhaltet unter anderem die Totholzentfernung, eine Bewässerungsstrategie für Trockenperioden sowie eine stärkere Berücksichtigung der Belange von Straßenbäumen bei Leitungsverlegungen.

Klimabedingte Schädlingsbefälle und Krankheiten sowie Trockenheit, Hitze und Sturm erfordern eine Verbesserung der Standorteigenschaften, was mit einer Aufstockung der finanziellen Ressourcen einhergehen sollte.

Von großer Bedeutung ist die Schaffung der vegetationstechnischen Voraussetzungen für eine langfristige Entwicklung der Pflanzen. Dazu zählen die Bereitstellung ausreichend großer Wurzelräume, der Schutz vor Versiegelung und Verdichtung, aber

auch vor Anfahrschäden sowie vor sonstigen schädigenden Nutzungen.

Neben der Pflege ist die **Nachpflanzung trocken- bzw. hitzeresistenter Baumarten und Pflanzen** entscheidend. Voraussetzung ist ein Monitoring der Vitalität des aktuellen Baumbestandes und ein rechtzeitiges Nachpflanzen. Bei Neupflanzungen ist die Auswahl klimaresistenter Arten sowie ein möglichst breites Artenspektrum sinnvoll, um den Schutz vor Wetterextremen zu gewährleisten und eventuelle Schädlingsbefälle gering zu halten.

Die Erhaltung von Stadtgrün bzw. Vorgaben zur Gestaltung von Grünflächen kann von kommunaler Hand in Form von **Satzungen** erfolgen (bspw. Aufstellung einer Freiflächengestaltungssatzung).

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: Sicherung bzw. Freihaltung von Flächen, Festsetzungen in Bebauungsplänen, Vorgaben in städtebaulichen Wettbewerben.

Fördermöglichkeiten: KLIMOPASS – Modul C „investive Umsetzungsprojekte zur Klimaanpassung“ (<https://www.l-bank.de/produkte/finanzhilfen/klimopass.html>)

Bundesprogramm Biologische Vielfalt – Förderungsschwerpunkt Stadtnatur; Ökosystemleistungen

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X		X	X

Wie oben angesprochen, wirkt sich die Erhaltung und Aufwertung von Grünflächen positiv auf andere Umsetzungsziele aus. So können sie durch Umgestaltung bspw. für den Kaltlufttransport optimiert werden. Der Erhalt und die Nachpflanzung

von Bewuchs wirken einer Bodenerosion entgegen. Die Flächen können zumindest zum Teil für den Wasserrückhalt in der Landschaft genutzt werden. Die Flächen können auch einen forstähnlichen Charakter aufweisen und unterschiedliche Biotope sowie Mikroklimata schaffen, sodass sie ein Ankerpunkt für Biodiversität sein können.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- Beispiele für erhaltenswerte Grünräume: u. a. Stadtgarten Weingarten, Baumbestand entlang Schussen-/Karlsstraße; siehe: Broschüre des BUND
- Aufwertung des Alteburgparks in Schotten (Hessen): Umgestaltung des Alteburgparks unter Einbeziehung der Bevölkerung mit dem Ziel, einen attraktiven Erholungs- und Erlebnisraum zu schaffen, der gut erreichbar ist.
- Stadtbaumkonzept Jena: Empfehlungen für geeignete Baumarten in Abhängigkeit vom Standort im urbanen Raum. Veröffentlichung „Bäume in Jena – Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel“ im Jahr 2016

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum

PRIORITÄT

**U03: Erhöhung der Aufenthaltsqualität öffentlicher Räume in Hitzeperioden**

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungs-  
 programmkarte:**



Die öffentlichen Räume einer Stadt sind oft von starker Sonneneinstrahlung betroffen und werden in ihrer Funktion als Begegnungs-, Aufenthalts- und Erholungsorte eingeschränkt. Außerdem wird durch das Aufheizen der Bodenoberfläche und die verzögerte Wärmeabgabe der städtische Wärmeinseleffekt verstärkt. Durch die Stadtklimaanalyse konnten solche Bereiche im GMS verortet werden. Dabei wurde eine mögliche Temperaturzunahme infolge des Klimawandels ebenfalls berücksichtigt. Die Untersuchung zu den Auswirkungen des Klimawandels hat darüber hinaus gezeigt, dass Hitzeperioden im GMS künftig häufiger auftreten und länger andauern werden.

Die Maßnahmen dieses Umsetzungszieles fokussieren sich auf die Situation am Tage, und dienen der Anpassung an diese Folge des Klimawandels. In der Regel handelt es sich dabei um „no regret“-Maßnahmen, die auch dann eine positive Wirkung

auf ihre Umgebung entfalten, sollten die Folgen des Klimawandels geringer ausfallen als prognostiziert.



*Verschattung durch Bäume und ein Fontänenfeld zur Kühlung und als Spielplatz auf einem Platz in Nürnberg (Foto: GEO-NET 2023)*

### MASSNAHMEN

Die wichtigste Maßnahme zur Erreichung dieses Zieles ist die **Verschattung von Aufenthaltsbereichen**. Dazu zählen Stadtplätze und Fußgängerzonen, aber auch Haltestellen, Spiel- und Sportplätze, Schulen und Kindergärten sowie weitere stark frequentierte Bereiche. Durch schattenspendende Elemente wird die Wärmebelastung zur Mittagszeit erheblich gesenkt, zudem kann durch großflächige Beschattung die nächtliche Überwärmung reduziert werden.

Um verschattete Bereiche zu schaffen, ist die Pflanzung von Bäumen oder Baumalleen aufgrund ihrer weiteren positiven Effekte vorzuziehen, darunter aus klimatischer Sicht die Verdunstungskühlung. Die Nutzung eines Platzes, Rettungswege oder Leitungen im Boden sorgen dafür, dass das Pflanzen von Bäumen nicht überall möglich ist, auch mögliche Gefahren bei Stürmen müssen beachtet werden. In diesen Fällen sind konstruktive Elemente (bspw. Sonnensegel) oder mobile Lösungen

(Bäume in Pflanzkübeln) möglich, die jeweils auch eine nur temporäre Umsetzung erlauben.

Im öffentlichen Raum geht es auch um die **Verschattung wichtiger Wegebeziehungen**. Diese Räume wurden hinsichtlich der Bedürfnisse des Fuß- und Radverkehrs designt, doch wurde die Klimaanpassung in der Vergangenheit nicht immer mitgedacht. Auch in diesem Fall ist die Verschattung mit Hilfe von (Straßen-)Bäumen prioritär.

Neben Maßnahmen, die auf eine Verbesserung des Kleinklimas im Straßenraum abzielen, sind ausreichend Sitzgelegenheiten für die Bevölkerung einzuplanen. Wichtig dabei wäre es, die Raumgestaltung an die Bedürfnisse von (hitze-) vulnerablen Gruppen anzupassen. Die Sitzgelegenheiten sollten bspw. für Personen mit eingeschränkter Mobilität fußläufig zu erreichen sein.

Kleinräumig können **Elemente mit bewegtem Wasser** wie Brunnen, Fontänen, Zerstäuber oder Wasserspiele zur Abkühlung beitragen und gleichzeitig die Aufenthaltsqualität steigern.

Messungen und Modellierung der letzten Jahre belegen darüber hinaus einen positiven kleinräumigen Effekt von **Fassadenbegrünung** für die Aufenthaltsqualität in der Nähe der begrünten Gebäude. Die Begrünung von Gebäuden an den Rändern von öffentlichen Räumen kann also zur Erreichung mehrerer Umsetzungsziele beitragen.

Die Gestaltung der Oberflächen im öffentlichen Raum kann ebenfalls die Aufenthaltsqualität

verbessern. Die Verwendung von hellen, nicht blendenden **Materialien** und damit die Erhöhung der **Albedo** verringert die Intensität der Hitze-Hotspots und steigert damit vorrangig die Aufenthaltsqualität während der Nachtstunden.

Schließlich tragen **weiche Faktoren** zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität bei, wie **die** Bereitstellung von Trinkwasser(-brunnen) und Sitzgelegenheiten (siehe U06, Seite 109).

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Festsetzungen in Bebauungsplänen, Vorgaben in städtebaulichen Wettbewerben

**Fördermöglichkeiten:** KLIMOPASS – Modul C „investive Umsetzungsprojekte zur Klimaanpassung“ (<https://www.l-bank.de/produkte/finanzhilfen/klimopass.html>)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X		X			

Plätze und öffentliche Flächen können als multifunktionale Räume gestaltet werden, sodass sie

bspw. Retentionsräume bei Starkregen darstellen. Zudem ergeben sich Synergien über den Rückhalt bzw. das Speichern von Regenwasser, das zur Bewässerung von Bäumen genutzt werden kann.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- Gute Beispiele aus dem GMS: Schadbrunnen in Ravensburg, Stadtgarten in Weingarten, Brunnen in Baienfurt (vgl. BUND-Broschüre „20 Maßnahmen zur Anpassung des Mittleren Schussentals an den Klimawandel“)
- Sanierung des Platzes der Alten Synagoge in Freiburg i.Br.: Anlage eines Fontänenfeldes und einer Wassertafel
- Schulhof-Entsiegelung an der Realschule auf dem Röddenberg in Osterode a. H.: Sukzessive Entsiegelung der beiden Schulhöfe und Umgestaltung in anspruchsvolle Spiel- und Erlebnisräume für die freie Unterrichtszeit, Pausen und den Ganztagsbereich.
- Attraktivierung und Belebung des Lucie-Flechtmann-Platzes in Bremen: Umgestaltung eines ungenutzten, gepflasterten Platzes zu einem grünen Ort der Begegnung, darunter Urban Gardening, mithilfe ehrenamtlichen Engagements und Beteiligung der Öffentlichkeit.

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikovorsorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Reduktion der Wärmebelastung im Siedlungsraum

**U04: Verringerung der Hitzebelastung in öffentlichen Gebäuden**

PRIORITÄT

hoch sehr hoch

**Verortung in Handlungs-  
 programmkarte:**

Neben der Nutzung von öffentlichen (Außen-)räumen als Rückzugsort bei Hitzeperioden, können öffentliche Gebäude diesen Zweck erfüllen. Der thermische Komfort in Innenräumen ist für die Gesundheit von zentraler Bedeutung – dies gilt nicht nur für Wohnräume, sondern auch für den Arbeitsplatz und damit die Situation in öffentlichen Gebäuden. Abschließend werden öffentliche Gebäude häufig stärker von vulnerablen Bevölkerungsgruppen genutzt, die besonders von Hitzebelastungen geschützt werden sollten.

Eine über mehrere Tage andauernde hohe Raumtemperatur führt zu Hitzestress, mindert das Wohlbefinden und reduziert die Leistungsfähigkeit. Daher ist es gerade in – zukünftig voraussichtlich vermehrt auftretenden – Hitzeperioden von großem Vorteil, wenn die Gebäudegestaltung ein ungünstiges Innenraumklima verhindert bzw. das Ansteigen der Raumtemperatur verzögert, sodass der menschliche Körper sich schrittweise an die Belastung gewöhnen kann.

In einem ersten Schritt gilt es, öffentliche Gebäude (Rathaus, Schulen, etc.) mit einer hohen Wärmebelastung in Hitzeperioden zu identifizieren, in denen Maßnahmen zum Hitzeschutz vorrangig umgesetzt werden sollten. Dafür können die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse ein Anhaltspunkt sein

**MASSNAHMEN**

Aufgrund des hohen Energieverbrauchs wird unter den Maßnahmen die Installation von Klimaanlagen nicht als bevorzugte Lösung gesehen. Vielmehr bieten sich zur Verbesserung des Innenraumklimas alternative Möglichkeiten einer klimagerechten Gebäudegestaltung.

Eine **Verbesserung der Gebäudedämmung**, die auch durch Dach- oder Fassadenbegrünung erzielt werden kann, mindert und verzögert die Aufheizung von Innenräumen in sommerlichen Hitzeperioden. Durch die Optimierung der Strahlungsbilanz kann die Aufheizung der Gebäudehülle reduziert

(Wärmebelastung im Außenraum), jedoch muss zusätzlich der aktuelle Gebäudebestand berücksichtigt werden (Dämmung, Nutzung, etc.). Die Hitze-Hotspots aus der Stadtklimaanalyse sind nur ein erster Hinweis für die Priorisierung der Umsetzungsräume, da hier nicht nach öffentlichen und nichtöffentlichen Gebäuden oder vulnerablen Nutzungsformen unterschieden werden konnte.

Die Maßnahmen dieses Umsetzungszieles fokussieren sich auf die Situation am Tage, und dienen der Anpassung an diese Folge des Klimawandels.



*Außenliegender Sonnenschutz an einem Gewerbegebäude in Erlangen (Foto: GEO-NET 2023)*

werden, was sich – gerade bei unzureichend gedämmten Gebäuden und in längeren Hitzeperioden – positiv auf das Innenraumklima auswirkt. Denkbare Maßnahmen sind die **Verschattung von Fassaden** zur Verringerung der direkten Einstrahlung, durch Bäume, Fassadenbegrünung oder **außenliegenden Sonnenschutz** (Jalousien bzw. Markisen, aber auch PV-Anlagen) und die Verringerung der Wärmespeicherung durch Erhöhung des Rückstrahlvermögens der Oberflächen (**Verwendung heller Materialien und Farben**).

Da die Verbesserung von Dämmung und Strahlungsbilanz für die Herstellung eines komfortablen

Innenraumklimas im Zuge des Klimawandels vielerorts nicht mehr ausreichend sind, gewinnt die (**klimagerechte**) **technische Gebäudekühlung** in der Klimaanpassung zunehmend an Bedeutung, darunter bspw.:

- **Nachtlüftung und Querlüftung:** Gute Belüftungsmöglichkeiten können die thermische Situation innerhalb des Gebäudes verbessern. Da in öffentlichen Gebäuden ein ausgiebiges Lüften zur Abkühlung der Innenräume in den kühlen Nacht- und frühen Morgenstunden meist nicht möglich ist, können hier automatisierte Systeme Abhilfe schaffen (z. B. Nachtlüftungsklappen).
- **Adiabate Abluftkühlung:** Moderne Neubauten sind oft mit Lüftungsanlagen mit Wärmetauscher ausgestattet, die mit einem geringen Mehraufwand auch zur Gebäudekühlung eingesetzt werden können. Dafür wird zurückgehaltenes Regenwasser im Abluftstrom versprüht, wodurch dieser abkühlt. Am Wärmetauscher wird die wärmere Zuluft durch die kühle Abluft vorgekühlt.
- **Absorptionskälteanlagen:** Die Absorptionstechnik ist die am häufigsten eingesetzte thermisch betriebene Kälteanlage. Ihr Kühleffekt beruht auf der Ausnutzung der thermischen Eigenschaften eines Kältemittels. Da das System als Kreislauf organisiert ist und einen deutlich geringeren Energieverbrauch aufweist als herkömmliche Klimaanlage, kann diese Art der Kühlung als klimagerechte Alternative betrachtet werden.
- **Kühlung mit Eisspeicher-Heizung:** Die Eisspeicher-Heizung macht sich die Eigenschaften

von Wasser zunutze (beim Wechsel des Aggregatzustandes von Wasser zu Eis wird Wärme freigesetzt bzw. absorbiert). Über einen Wärmetauscher kann diese Energie im Winter zur Heizung des Gebäudes bzw. umgekehrt im Sommer zur Kühlung der Innenräume genutzt werden.

- **Kühlung über Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpen:** Beide Anlagen ermöglichen eine effiziente, passive Kühlung. Überschüssige Raumwärme wird über das Rohrsystem einer Flächenheizung (z. B. des Fußbodens) aufgenommen und über den Wärmetauscher abgeführt.

Neben den genannten baulichen Maßnahmen sind oftmals einfach **umsetzbare Verhaltenshinweise** hilfreich, um ein Aufheizen der Gebäude zu verhindern, bspw. zum ‚richtigen‘ Lüften während Hitzeperioden (Lüften in den Morgenstunden, tagsüber die Fenster geschlossen halten).

Bei Neubauten lassen sich Maßnahmen zum Hitzeschutz deutlich einfacher und meist kostengünstiger umsetzen als dies im Bestand möglich ist. Entsprechend könnten geeignete Maßnahmen als verpflichtender Standard bei öffentlichen Neuplanungen gesetzt werden. Zudem kann im Neubau auf eine geeignete Gebäudekörperstellung (Exposition zur Sonne, möglichst ohne Hinderniswirkung auf Kaltluftströme), die Fensteranordnung bzw. -größen und das künftige Raumnutzungskonzept geachtet werden. Dadurch entstehen Synergien zu verschiedenen weiteren Umsetzungszielen.

### **Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

**Kommunen:** Sanierung und Neubau von öffentlichen Gebäuden, Festsetzungen in Bebauungsplänen, Information der Nutzer.

**Fördermöglichkeiten:** Förderprogramm Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo): „Die Förderung richtet sich an gemeinnützige oder öffentlich-rechtlich organisierte soziale Einrichtungen und deren Trägerschaften. Dabei sind solche Stellen adressiert, deren Tätigkeit in engem Bezug zu vulnerablen Personengruppen steht. Ebenso sollte die soziale Einrichtung bereits durch die

Auswirkungen der Klimakrise betroffen sein und daher Schritte ergreifen wollen, um sich an diese anzupassen. Vorhaben sollen vor allem in Regionen zur Wirkung kommen, die von besonders vielen klimatischen Extremen betroffen sind oder zukünftig sein werden (sogenannte klimatische Hotspots).“

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X					

Die In diesem Umsetzungsziel adressierten Maßnahmen sind stark auf die Gesundheit des Menschen fokussiert und können zum Teil Zielkonflikte

mit Belangen des Klimaschutzes ergeben (erhöhter Energieverbrauch und Produktion von zusätzlichen Wärmeemissionen). Synergien zu den anderen Handlungsfeldern des KLAK sind nicht erkennbar, Wechselwirkungen sind nicht signifikant.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- Max-Planck-Gymnasium Karlsruhe: Nachtlüftung unter Nutzung geregelter Fensterlüftung
- Verwaltungsgebäude Stadt Venlo: Das Verwaltungsgebäude der niederländischen Stadt Venlo wurde nach dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft „Cradle to Cradle“ (C2C) entworfen und steht für Nachhaltigkeit, Innovation und ein gesundheitsförderndes Arbeitsklima.
- KLARO – Klimarobust Planen und Bauen. Ein Leitfaden für Gebäude im Bestand (Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main 2016)
- KLIBAU – Weiterentwicklung und Konkretisierung des klimaangepassten Bauens. Handlungsempfehlungen für Planer und Architekten (BBSR 2019)

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Erhaltung und Sicherung der Kalt- und Frischluftversorgung

**U05: Erhaltung und Sicherung des SchusSENTÄLERS sowie weiterer  
 Kaltluftleitbahnen und Kaltluftabflüsse**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungs-  
 programmkarte:**

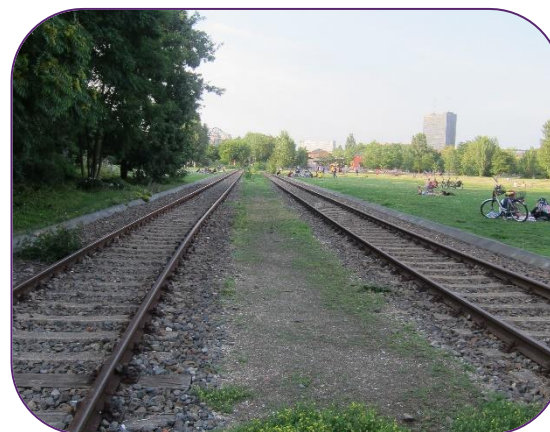


Die Lage im Schussenbecken prägt das stadtklimatische Geschehen im GMS mit der hohen Kaltluftdynamik durch die Hangabwinde aus den Seitentälern und dem SchusSENTÄLER als regionales Strömungssystem.

Die Planungshinweiskarte Stadtklima hebt den SchusSENTÄLER und weitere besonders wichtige Kaltluftprozesse als Kaltluftleitbahnen und Kaltluftabflüsse hervor, die relevante Ausgleichsströmungen von Kaltluft (und in der Regel auch Frischluft) in den Siedlungsraum transportieren.

Die Beteiligung im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts hat gezeigt, dass eine Aufrechterhaltung der Kaltluftversorgung bereits Teil der Abwägung bei Entwicklungsvorhaben im GMS ist. Sowohl von kommunaler Seite als auch aus der Bevölkerung heraus wird jedoch ein Bedarf gesehen, die

entsprechenden Flächen deutlicher zu bestimmen und künftig zielgerichteter zu sichern.



*Innerstädtische Grünstruktur in Berlin, die der Bildung und dem Transport von Kaltluft dient (Foto: GEO-NET 2023)*

**MASSNAHMEN**

Zur Erfüllung des Ziels sind Maßnahmen in unterschiedlicher Verbindlichkeit denkbar, die von einer an das Strömungsfeld angepassten Bauweise bis hin zur Ausweisung von Tabu-Flächen im Flächennutzungsplan reichen können.

Bei einer **Ausweisung von Bebauung freizuhalten der Flächen innerhalb der besonderen Kaltluftprozesse im Flächennutzungsplan** würden die damit verbundenen Ausgleichsströmungen vollumfänglich erhalten bleiben.

Zudem kann durch die **Freihaltung bedeutender Kaltluftentstehungsgebiete am Siedlungsrand vor Bebauung** die Kaltluftproduktion der Flächen dauerhaft gesichert werden.

Den Belangen Kaltluftströmung bzw. -entstehung kann eine **besondere Gewichtung in der Abwägung** von Entwicklungsvorhaben zugeschrieben

werden, etwa wenn im Falle einer Bebauung eines für Kaltluftprozesse bedeutsamen Bereichs eine klimafachliche Stellungnahme oder ein Nachweis der Erhaltung der Funktion der Kaltluftprozesse gefordert wird. Darüber hinaus sollten die Ausschreibungsunterlagen zu zukünftigen städtebaulichen Wettbewerben eine Berücksichtigung der Kaltluftströmungen fordern.

Eine **an das Strömungsfeld angepasste Bauweise** (Gebäudekörperstellung, Höhe und Ausrichtung von Gebäuden) verringert die Hinderniswirkung auf die Kaltluftströmung, kann jedoch bspw. für die Gebäudeenergie oder PV-Anlagen ungeeignet sein. Hier benötigt es eine Einzelfallbezogene Abwägung, welchem Belang mehr Gewicht beigemessen werden soll.

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: Sicherung bzw. Freihaltung von bedeutsamen Flächen für Kaltluftprozesse in Bebauungsplänen bspw. durch die Freihaltung von Grünachsen, Vorgaben in städtebaulichen Wettbewerben

Fördermöglichkeiten: -

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X		X	X

Die Freihaltung von Flächen kann deren Funktionen als Lebensraum (Ökologie) oder für den Wasserrückhalt sowie die aktuell bestehende Nutzung

der Flächen (Wälder, Landwirtschaft) sichern. Insbesondere bei Flächen innerhalb oder nahe dem Siedlungsraum steht der Freihaltung jedoch der planerische Grundsatz der Innenentwicklung gegenüber.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- Stadtklimatische Baubeschränkungsgebiete in Magdeburg: Ausweisung von stadtklimatischen Baubeschränkungsgebieten auf Grundlage einer Stadtklimaanalyse, in denen keine neuen Bauvorhaben realisiert werden sollten, wobei im städtebaulich begründeten Einzelfall Abweichungen möglich sind (mit kompensierenden Maßnahmen).
- Grünachsen zur Durchlüftung im Rahmenplan Rodgau West: Berücksichtigung von Grünachsen zur Durchlüftung bei der Ausarbeitung des Rahmenplans für die großflächige bauliche Entwicklung am Siedlungsrand, wodurch u.a. die Einschränkungen für die Kalt- und Frischluftströmungen gemindert werden.



**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken

**U06: Schaffung von Angeboten für die Bevölkerung in Hitzeperioden**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungs-  
 programmkarte:**



Durch die Stadtklimaanalyse konnten Bereiche mit hoher Hitzebelastung im GMS verortet werden. Dabei wurde eine mögliche Temperaturzunahme infolge des Klimawandels ebenfalls berücksichtigt. Die Untersuchung zu den Auswirkungen des Klimawandels hat darüber hinaus aufgezeigt, dass Hitzeperioden im GMS künftig häufiger auftreten und länger andauern werden. Während in den Umsetzungszielen U1 und U2 explizite Maßnahmen zur räumlichen Gestaltung von Ausgleichsflächen thematisiert wurden, fokussiert sich dieses Umsetzungsziel stärker auf Angebote, die Kommunen ihrer Bevölkerung schaffen können. Die Maßnahmen dieses Umsetzungszieles fokussieren sich auf die Situation am Tage, und dienen der Anpassung an diese Folge des Klimawandels.



Beispiel eines Trinkwasserbrunnens (Quelle: Pixabay 2018)

**MASSNAHMEN**

Ein wichtiger Aspekt im Umgang mit Hitze ist die ausreichende Versorgung mit Flüssigkeit. Dafür ist ein einfacher Zugang zu Trinkwasser förderlich, der von den Kommunen etwa über das Aufstellen von Trinkwasserbrunnen an stark frequentierten Orten erreicht werden kann. Zusätzlich können, insb. in Hitzeperioden, kommunale Angebote zur **Bereitstellung von Trinkwasser** geschaffen werden (bspw. in Kühlräumen, siehe unten). In Kooperation mit dem Handel und lokalen Einrichtungen können Projekte wie Refill (in teilnehmenden Läden etc. können mitgebrachte Flaschen kosten-frei mit Leitungswasser gefüllt werden) ebenfalls ein niedrigschwelliges Angebot für Trinkwasser bieten.

Weiterhin können die Kommunen vorhandene klimatisierte Räumlichkeiten in Hitzeperioden für den öffentlichen Zugang öffnen bzw. eigene Angebote schaffen oder Kooperationen zu anderen Einrichtungen bzw. Institutionen suchen (z. B. Kirchen). In diesen „Kühlräumen“ können Informationen zur Hitzevorsorge ausliegen, Ansprechpersonen vorhanden sein und bspw. Trinkwasser bereitgestellt werden. Wichtig ist ein barrierefreier Zugang

dieser Räume und dass die Bewohner sowie Besucher umfassend über deren Lage und Nutzungszeiträume informiert werden.

Ferner ist die Bereitstellung von (verschatteten) **Sitzgelegenheiten** entlang von wichtigen Wegen und auf öffentlichen Plätzen von Bedeutung (siehe auch U3, Seite 102). In diesem Kontext können die Kommunen in Vorbereitung auf Hitzeperioden bestehende Standorte von Sitzbänken/-gelegenheiten hinsichtlich ihrer Aufenthaltsqualität prüfen. Dabei sollten zunächst jene Orte geprüft werden, die innerhalb der ausgewiesenen stadtklimatischen Hotspots liegen.

Neben Sitzgelegenheiten können an stark frequentierten (Fuß- und Rad-) **Wegen oder an Haltestellen des ÖPNV gezielte Maßnahmen zur Verschattung** geschaffen werden, um die Personen vor Hitze zu schützen bzw. ihnen zumindest Entlastung zu bieten, die diese Wege bzw. Angebote nutzen möchten oder müssen.

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Eigenständige Umsetzung der genannten Maßnahmen, Ausschreibung von Wettbewerben zur Standortwahl, Kooperationen mit Gewerbetreibenden (z. B. Einzelhändlern)

**Fördermöglichkeiten:** Förderprogramm KLIMOPASS: Hitzeschutzmaßnahmen an Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs; Installation von öffentlich zugänglichen Trinkwasserspendern; Möblierung von hitzegeschützten Bereichen

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X		X			

Die Maßnahmen fokussieren sich hauptsächlich auf das Handlungsfeld der menschlichen Gesundheit. Durch die planerischen Aspekte bei der Standortwahl sind große Überschneidungen zum Handlungsfeld Bauen, Wohnen, etc. gegeben.

Angesichts des zunehmenden Klimawandels muss mit einer Verknappung der Trinkwasserangebote gerechnet werden. Daher kann die Bereitstellung von Trinkwasserbrunnen nur in Abwägung zu Belangen des HF Wasser- und Wasserwirtschaft erfolgen. Trinkwasserbrunnen bzw. Projekte wie Refill können zur Vermeidung von Plastikmüll beitragen.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- Der Esslinger Schattenweg umfasst verschattete Wege, Sitzgelegenheiten, Zugang zu Wasserflächen und kostenlose Trinkwasserangebote.
- Refill-Projekt zum kostenlosen Auffüllen mitgebrachter Flaschen mit Leitungswasser in teilnehmenden Einrichtungen.
- Karte der kühlen Orte in Düsseldorf: Eine digitale Karte zu kühlen Orten im ganzen Stadtgebiet, darunter u.a. schattige Grünanlagen, Wasserspielplätze, Trinkbrunnen, Refill-Stationen, Bademöglichkeiten, kühle Gebäude.

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken

**U07: Schutz der Bevölkerung vor Arten mit allergenem Potenzial**

PRIORITÄT

hoch sehr hoch

**Verortung in Handlungsprogramm-  
 karte: -**

Durch den voranschreitenden Klimawandel bedingte geänderte klimatische Verhältnisse können zu einem Anstieg allergischer Reaktionen führen, da sie eine Etablierung neuer Arten mit Allergiepotenzial begünstigen (bspw. Neophyten wie Riesen-Bärenklau, Beifuß-Ambrosie).

Infolge des Klimawandels besteht die Möglichkeit einer längeren Pollensaison (durch frühere Blühzeiten) oder einer gesteigerten Pollenproduktion, die Allergien verstärken kann.

Zudem ist der Klimawandel ein Teilaspekt für die Verbreitung invasiver Arten, die sowohl zur Verdrängung heimischer Tier- und Pflanzenarten als auch zu gesundheitlichen Problemen bei Menschen führen können – insb. wenn sie als

Überträger von Krankheitserregern fungieren können (wie die asiatische Tigermücke oder Zecken).



*Riesen-Bärenklau (Quelle: Pixabay 2023)*

**MASSNAHMEN**

Die wichtigste von den Kommunen anzustrebende Maßnahme ist das Monitoring und die Bekämpfung von (insb. invasiven) Arten, von denen eine gesundheitliche Gefährdung ausgeht.

Im ersten Schritt soll ein **Monitoring**-System zur Ausbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten erarbeitet werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Arten, von denen eine gesundheitliche Gefährdung ausgeht oder die besonders schutzwürdige Biotope beeinträchtigen können (bspw. Drüsiges Springkraut, Goldruten, Riesen-Bärenklau, Staudenknöteriche, Beifuß-Ambrosie). Das Monitoring kann bedarfsabhängig auf klimasensitive Krankheitserreger bzw. -überträger ausgeweitet werden (z. B. Ambrosia, Tigermücke, Zecken, weitere Mückenarten).

Auf dieser Grundlage soll ein Managementplan „Invasive Arten“ entwickelt werden, der Maßnahmen und Instrumente für den Umgang mit neu auftretenden Risiken und einwandernden Arten enthält. Dabei geht es nicht nur um die **Bekämpfung** invasiver Arten, sondern auch bspw. um die Optimierung

der Lebensräume klimasensitiver bzw. gefährdeter Arten, um diese widerstands- und anpassungsfähiger zu machen.

Die Bevölkerung sollte zum einen aktiv in das Monitoring eingebunden werden (z. B. Einrichtung eines Meldesystems). Zum anderen sollten die Kommunen der Bevölkerung **Informationen** zum Umgang mit Arten mit allergenem Potenzial bereitstellen, um Gefährdungen zu vermeiden. Darüber hinaus soll die Bevölkerung über die Informationen sensibilisiert werden, um z. B. die Anpflanzung entsprechender Pflanzen in Privatgärten zu vermeiden.

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: Umsetzung der oben genannten Maßnahmen, Kooperationen auf übergeordneter Ebene (z. B. mit der LUBW, siehe Projektideen) Fördermöglichkeiten: -

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X					X	X

Da es bei diesem Umsetzungsziel um die Anpassung der Pflanzenzusammensetzung in Zusammenhang mit Belangen der menschlichen Gesundheit geht, sind Wechselwirkungen mit den HF Wald-

und Forstwirtschaft und Biodiversität vorhanden. Zudem kann eine an das allergene Potenzial angepasste Gestaltung der Stadtnatur eine Einschränkung der Artenvielfalt bedingen, je nach Sortenauswahl ist aber auch eine Erhöhung der Biodiversität möglich.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- Umgestaltung artenarmer Grünflächen (bspw. Verkehrsinseln) in Biodiversitäts-oasen in der Ravensburger Weststadt und Stärkung der Biodiversität auf dem Ravensburger Hauptfriedhof
- MüZe – Monitoring von Zecken- und Mückenvektoren in Nordhessen: Untersuchung der Verteilung und Ausbreitung potenzieller Mücken- und Zeckenvektoren unter Einbeziehung der interessierten Öffentlichkeit
- Meldung von Ambrosia Beständen an die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikoversorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken

**U08: Sensibilisierung der Öffentlichkeit zu klimawandelbedingten  
 Gesundheitsrisiken und Möglichkeiten zur Anpassung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungspro-  
 grammkarte: -**

Das Thema Klimaanpassung ist auf vielen verschiedenen Ebenen für die gesamte Stadtgesellschaft von Interesse. Daher ist es essenziell, dass die kommunalen Verwaltungen „voran gehen“ und u.a. durch Strukturen, das Bereitstellen von Informationen, Anreize und eigene Maßnahmen einen Rahmen für gelungene Klimaanpassung schaffen. Mindestens genauso wichtig für den Erfolg der Klimaanpassung ist die Einbindung der Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibenden und Verbände in den Prozess der Umsetzung.

Über die Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels im mittleren Schussental sowie über die Stadtklimaanalyse und die aus diesen Erkenntnissen abgeleitete Betroffenheitsanalyse in den Handlungsfeldern Menschliche Gesundheit und Risikoversorge bzw. Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung sind umfassende Erkenntnisse zu den erwarteten Auswirkungen des Klimawandels entstanden und es wurden Wege zur Anpassung an diese Auswirkungen aufgezeigt.

**MASSNAHMEN**

Eine wichtige von den Kommunen anzustrebende Maßnahme ist die **Warnung** der Bevölkerung bei Extremereignissen wie Hitze, Starkregen, etc.

Dies kann über Social Media und die Homepage der Kommunen erfolgen. Zudem sollte die Nutzung von Warn-Apps wie bspw. NINA oder Katwarn beworben und auf die Hitzewarnung des DWD verwiesen werden. Wichtig ist, dass im Falle von Extremereignissen vulnerable Gruppen wie Kleinkinder und Senioren erreicht werden, bspw. über die betreuenden Einrichtungen und Personen (Kitas, Pflegeheime, etc.).

Mit den Warnungen sollten **gezielte Informationen zu Verhaltenshinweisen** verbunden sein und auf Angebote wie bspw. Kühlräume hingewiesen werden (siehe U6, Seite 109).

Um in die breite Anwendung der aufgezeigten Maßnahmen zu kommen, bedarf es einer Sensibilisierung der Öffentlichkeit zu klimawandelbedingten Gesundheitsrisiken und einer umfassenden Information über die Möglichkeiten zur Anpassung.



Beispiel einer Öffentlichkeitsbeteiligung (Foto: GEO-NET 2023)

Aber auch außerhalb von Extremereignissen sollte über den Umgang mit und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels informiert werden, was über die Erstellung bzw. Verteilung von Flyern oder Broschüren und über geeignete Formate in den Quartieren (bspw. Informationsstände auf Wochenmärkten, Stadtteilstellen, Einbindung der Bevölkerung bei neuen Bauvorhaben) erfolgen kann.

Dies zielt darauf ab, ein breiteres Bewusstsein für die Folgen des Klimawandels in der Bevölkerung zu schaffen. Zum Beispiel sollen private Eigentümer zur Überflutungs- und Hitzevorsorge auf ihren Grundstücken bewegt werden (Gestaltung der Gärten, Objektschutz an und Verschattung von Gebäuden), wozu auch die Bauberatung der Kommunen einen Beitrag leisten kann.

Darüber hinaus kann die Bevölkerung aktiv in Maßnahmen zur Klimaanpassung im öffentlichen Raum

eingebunden werden, etwa in Form von Gieß-Pa-  
tenschaften.

Generell sollte auf eine stärkere Vernetzung inner-  
halb von Nachbarschaften abgezielt werden,

sodass sich neue Formen der Nachbarschaftshilfe  
bilden können (bspw. Einkaufsservice oder Trink-  
Erinnerung an heißen Tagen für (alleinlebende) Se-  
nioren).

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: -

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X			X			

auch auf Themen wie Starkregen und Hochwasser-  
schutz, wodurch Überschneidungen zum HF Was-  
ser- und Wasserwirtschaft gegeben sind.

Die Informationen beziehen sich nicht nur auf hit-  
zebedingte Gesundheitsbelastungen, sondern

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- Informationsmaterial „Mein Garten im Klimawandel“ des BUND Ravensburg
- KiezKlima – Gemeinsam für ein besseres Klima im Brunnenviertel in Berlin: Modellprojekt für kon-  
krete Klimaanpassungsmaßnahmen im Quartier und intensiver Beteiligung der Öffentlichkeit.
- Schattenspender: Die Mitmach-Kampagne des Umweltbundesamtes lädt Gemeinden, Initiativen  
und Privatpersonen ein, selbst aktiv zu werden und das Thema Hitzebelastung vor Ort auf die  
Agenda zu setzen.
- Alles klar bei Starkregen? – Informationsbroschüre der Verbraucherzentrale NRW
- Klimawandelvorsorgeportal (KLIVO) des Bundes
- WarnWetterApp des DWD

**Handlungsfeld: Menschliche Gesundheit /  
 Risikovorsorge + Bauen, Wohnen, Freiraum- und Siedlungsentwicklung**  
 Leitziel: Minderung klimawandelbedingter Gesundheitsrisiken

**U09: Stärkung und Unterstützung der Einsatzkräfte des Katastrophenschutzes**

PRIORITÄT

hoch sehr hoch

**Verortung in Handlungsprogramm-  
 karte: -**

Infolge des Klimawandels ist im Gebiet des GMS zukünftig mit häufigeren Extremwetterereignissen zu rechnen, wodurch sich die Anforderungen und die Belastung der Arbeit im Rettungswesen und Katastrophenschutz erhöhen wird.

Häufigere und länger anhaltende Hitzeperiode können die Gesundheit der Bevölkerung beeinträchtigen und zu Krankheiten und Notfällen führen, die mehr Einsätze der Rettungskräfte und eine höhere Belastung des medizinischen Personals bedeuten.

Neben der Arbeitsbelastung ist in Hitzeperioden auch die körperliche Belastung der Rettungskräfte selbst zu beachten. In Verbindung mit der ebenfalls prognostizierten zunehmenden sommerlichen Trockenheit steigt das Risiko für Böschungs- oder Waldbrände. Neben dem zu wenig Wasser, kann es in Zukunft zu vermehrten und intensiveren Starkregenereignisse geben.

Daraus können sich Sturzfluten ergeben, die genau wie durch langanhaltende Niederschläge im Winterhalbjahr verursachte Hochwasser zu einer

hohen Beanspruchung der Feuerwehren führen können.

In Bezug auf Stürme sind aus den Klimawandelmodellen heraus keine erhöhten Gefährdungen zu verzeichnen, doch wird es nach wie vor Sturmergebnisse im GMS geben, die zu hohen Schäden und starker Belastung der Einsatzkräfte führen werden.



Beispiel eines Feuerwehr-Einsatzes in einem Wald (Quelle: Pixabay 2023)

**MASSNAHMEN**

Der Zivil- und Katastrophenschutz im GMS sollte für die Bewältigung zukünftiger Extremwetterereignisse gestärkt werden, insbesondere durch die **Bereitstellung zusätzlicher Mittel für die personelle und technische Ausstattung.**

Neben der Ausstattung geht es auch um die **Schulung des Personals** zu geänderten Anforderungen und neuen Gefährdungen infolge des

Klimawandels (sowohl bei sich selbst als auch bei anderen) und zum **Umgang mit Extremwetterereignissen.**

In diesem Zuge sollte der Klimawandel künftig vermehrt bei den Schadensszenarien von Katastrophenschutzübungen berücksichtigt werden, damit die Einsatzkräfte praxisnah mit den möglichen Folgen des Klimawandels vertraut gemacht werden.

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: Der Zivil- und Katastrophenschutz beschafft bzw. hält Material für Sonderlagen vor (z. B. Hochwasser, Sturmflut, Waldbrand etc.) und nutzt in diesem Rahmen, soweit verfügbar, Fördermittel des Landes oder Bundes.

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X			X		X	

Katastrophenschutz hat die Sicherung der Menschlichen Gesundheit als oberstes Ziel. Auch

natürliche Strukturen sollen geschützt werden, daher sind Überschneidungen zu den HF Wasser- und Wasserwirtschaft, sowie Wald- und Forstwirtschaft gegeben.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- Optimierung feuerwehrtechnischer Ausrüstung für Starkregenfälle in Langenhagen
- Bildungsmodul zum Umgang mit außergewöhnlichen wasserbezogenen Naturgefahren für Feuerwehr zur Klimaanpassung (BiWaWehr)



**Handlungsfeld: Wasser und Wasserwirtschaft**

Leitziel: Sicherung und Entwicklung des Wasserrückhalts in der Landschaft

**U10 | U11: Sicherung und Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts im Offenland und Wald**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsempfehlungskarte:**



(Wald nicht verortet)

Die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse haben gezeigt, dass im GMS in Zukunft vermehrt sommerliche Trockenheit auftreten kann. Je mehr Wasser in der Landschaft gespeichert ist, desto länger steht es demnach für Mensch und Natur in Trockenperioden zur Verfügung und verlangsamt Austrocknungsprozesse. Maßnahmen zur Förderung des Wasserrückhalts sollten im GMS sowohl im Offenland als auch im Wald ergriffen werden, um die Wasserverfügbarkeit im Boden in Trockenzeiten zu erhöhen und gleichzeitig in Offenlandbereichen die Erosionsgefährdung bei Starkregen zu reduzieren. Im GMS ist außerdem zu erwarten, dass sich Niederschläge aus dem Sommer- in das Winter-

halbjahr verschoben werden und es daher zu größeren Schwankungen des Grundwasserstandes kommen kann. Daher helfen Maßnahmen des Wasserrückhalts im Offenland und Wald, da sie zu einer verstärkten Grundwasserneubildung beitragen und so ausgeglichene Wasserkreisläufe im GMS fördern. Außerdem kann die Erhöhung des natürlichen Wasserrückhalts Hochwasserspitzen abmildern. So kann das Gefahrenpotenzial für die Bevölkerung mit naturbasierten und kostengünstigen Lösungen verringert werden und gleichzeitig werden hochwertige Lebensräume für Tiere und Pflanzen geschaffen.

**MASSNAHMEN**

Als wirksame Maßnahme in der Landwirtschaft gilt die Anlegung von **Schlüssellinienkultur (Keyline Design)**. Hierbei werden die Bearbeitungs- und Pflanzmuster von Acker- und Grünland oder Baumpflanzungen an der Geländekontur ausgerichtet, halten Starkregenniederschläge zurück und versickern sie in der Fläche.



Keyline Design (Quelle: Baumfeldwirtschaft o.J.)

Auf landwirtschaftlichen Flächen kann Anpassung auch in Form von **Agroforst-Systemen** erfolgen. Diese können sich auch gleichzeitig positiv auf die Bodenfruchtbarkeit, die Wasserqualität, die Biodiversität und das Mikroklima auswirken. Dabei werden mehrjährige Gehölze (Bäume, Sträucher)

mit einer landwirtschaftlichen Nutzungsform (Grünland, Weide oder Acker) auf einer Fläche kombiniert. Die Umsetzung kann beispielsweise in Form von Waldweidenutzung, Kurzumtriebsplantagen (KUP), Streuobstweiden oder Windschutzhecken erfolgen. Im GMS sollten besonders erosive Hanglagen und von Trockenheit betroffene Bereiche auf die Umsetzung dieser Maßnahme hin geprüft werden. Ungeeignet sind Standorte innerhalb von Kernlebensräumen von gefährdeten Feldvogelarten, da diese Arten Vertikalstrukturen meiden und deshalb auch Agroforstsysteme ihre Habitate potenziell beeinträchtigen.

Eine weitere Maßnahme ist der **Rückbau von großflächiger Entwässerung (Drainage)** bzw. die Verringerung der Entwässerungsleistung der bestehenden Grabensysteme. Diese Verringerung der Entwässerung landwirtschaftlicher Gebiete durch flächenhaft vorhandene Grabensysteme verbessert den Landschaftswasserhaushalt, um in Perioden mit hohem Wasserdargebot das Wasser zurückzuhalten und das oberflächennahe Grundwasser anzuheben. Gräben sollten dafür, wo möglich, zurückgebaut werden. Gleichzeitig kann der Wasserrückhalt durch wasserstandsregulierende

Einbauten und/oder grabenbegleitende Mulden bzw. Aufweitungen in Kombination mit lokalen Eingriffen erzielt werden.

Ein möglicher Umsetzungspfad können hier die Genehmigungen für landwirtschaftliche Drainagen darstellen, die vom Landratsamt Ravensburg erteilt werden. Der Umfang und die inhaltliche Ausgestaltung von zukünftig erteilten Genehmigungen sollten hinsichtlich dem Erhalt eines stabilen und klimaresilienten Wasserhaushalts geprüft werden.

Eine Maßnahme für die Erhöhung des Wasserrückhalts im sonstigen Offenland kann die **Neuschaffung oder der Erhalt von abflussmindernden Landschaftselementen** wie Hecken, Feldgehölze, Saumvegetation oder Streuobstwiesen sein. Auch die **Reaktivierung und Wiedervernässung von Mooren und Feuchtgebieten, ehemaligen Auenlandschaften oder die Renaturierung von Gewässern** können den Rückhalt des Wassers in der Fläche fördern. Letztgenannte Maßnahme trägt auch im erheblichen Umfang zur Minderung von Überflutungsrisiken bei und wird daher im Umsetzungsziel U18 erneut aufgegriffen (siehe Seite 131). Erläuterungen und Maßnahmen zur Renaturierung von Fließgewässern (vgl. U14, Seite 123) und zur

Sicherung bzw. Reaktivierung von Feuchtgebieten im Wald (vgl. U28, Seite 152) werden in separaten Steckbriefen näher erläutert.

Eine Chance zur Anpassung im GMS besteht außerdem in der **Reaktivierung kulturhistorischer Landnutzungsformen wie Weiherwirtschaft oder Streuobstwiesen** auf Flächen, die heutzutage intensiv landwirtschaftlich bewirtschaftet werden. Diese Landnutzungen verbessern die dezentrale Versickerung und vermindern den Oberflächenabfluss. Positive Effekte ergeben sich dadurch auch für die lokale Grundwasserneubildung und Wasserverfügbarkeit in Niedrigwasserperioden.

Weitere Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserrückhalts im Wald sind in den vorangegangenen Maßnahmen enthalten. Darüber hinaus ist der **Rückbau bestehender Entwässerungsstrukturen** (z. B. Rückbau von Drainagen) möglich oder die Anlage von **Feuerlöschteichen**, die als Präventionsmaßnahme unter U27 (siehe Seite 144) erläutert wird. Maßnahmen einer bodenschonenden Waldbewirtschaftung tragen ebenfalls zum Wasserrückhalt im Wald bei (siehe U26, Seite 149).

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

Kommunen: Kommunen können in Form von Kompensationsmaßnahmen Maßnahmen zur Erhöhung des Wasserrückhalts auf geeigneten Flächen ergreifen.

Fördermöglichkeiten: Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw), Vertragsnaturschutz nach der

Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto), PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt), Förderprogramm KLIMOPASS; EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
		X	X	X	X	X

Maßnahmen, die in der Landschaft den Wasserrückhalt fördern, haben auch positive Wirkungen auf den Biodiversitäts- und Gewässerschutz sowie auf Böden. Im Falle der Wiedervernässung von Mooren oder Auenlandschaften könnten sich ehemals vorherrschende Bodentypen wieder entwickeln, wie beispielsweise stauwassergeprägte Gleye und somit den Wasserhaushalt auch zu Trockenzeiten stabilisieren. Die Erhöhung des

natürlichen Wasserrückhalts auf landwirtschaftlichen Flächen trägt auch dazu bei, Bodenerosion zu mildern und die Bodenfruchtbarkeit langfristig zu erhalten, indem Nährstoffe zurückgehalten werden. Zudem wird dadurch die Biodiversität gefördert. Neu angelegte abflussmildernde Landschaftselemente wie Hecken, Grünland, Blühstreifen oder Streuobst bieten neue Lebensräume, Nahrung und Vernetzungselemente für Insekten und Vögel. Wechselwirkungen zum Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft bestehen, wenn durch Aufforstungen neue Waldflächen entstehen.

## PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Projektidee: Machbarkeitsstudie zur Reaktivierung der kulturhistorischen oberschwäbischen Weiherwirtschaft zu Zwecken der Klimaanpassung:** Im Gebiet des Gemeindeverband Mittleres Schussental sind viele historische Weiher verschwunden. Mittels einer Potenzialstudie könnte der Frage nachgegangen werden, welche Reaktivierungspotenziale im GMS vorliegen und welchen Beitrag zur Klimaanpassung und zum Erhalt der Kulturlandschaft durch eine Reaktivierung erzielt werden könnten. Möglicherweise mittels KLIMOPASS-Förderung „Machbarkeitsstudien für investive Projekte“ teilfinanzierbar.
- **Obstbaupate von kommunalen Obstbäumen:** Die Kommune Waldsolms im Taunus bietet eine Patenschaft für kommunale Obstbäume an. Die Patenschaften werden von den Ortsvorstehern bzw. Ortsbeiräten verwaltet und basieren auf Nutzung gegen Pflege. Das heißt, die Paten dürfen das Obst nutzen und übernehmen im Gegenzug die Pflege des Baumes.
- **Projektidee: Kommunale Pachtflächen als Agroforst-Testfläche:** Anpassungsmaßnahmen wie das Anlegen von Schlüssellinienkulturen oder Agroforst-Systeme könnten Kommunen in Kooperation mit interessierten Landwirten auf kommunalen Pachtäckern erproben und mit Projekten der Umweltbildung kombinieren.

**Handlungsfeld: Wasser und Wasserwirtschaft**

Leitziel: Sicherung und Entwicklung des Retentionspotenzials im Siedlungsbereich nach dem Vorbild einer Schwammstadt

**U12 | U13: Rückhalt und Versickerung von Regenwasser**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungssprogrammkarte:**

Im gesamten Siedlungsbereich (keine Verortung)

Die erwartbare Erwärmung im GMS bedingt eine Zunahme an Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten, sowie eine Zunahme der Länge von Hitzeperioden. Um sich gegen diese Klimawandelfolgen zu schützen, ist die wassersensible Stadtentwicklung ein wesentlicher Baustein und sollte konsequent in die Stadt- und Freiraumplanung der GMS-Kommunen Eingang finden. Im Siedlungsgebiet des GMS ist daher der Rückhalt und die lokale Versickerung von Regenwasser besonders wichtig, um positive Effekte auf das Stadtklima durch kühlende Verdunstungseffekte hervorzurufen und dem städtischen Wärmeinseleffekt entgegenzuwirken. Grün- und Wasserflächen sollten dabei

zusammengedacht werden. Des Weiteren sind Maßnahmen zur dezentralen Speicherung und Versickerung von Regenwasser im Siedlungsbereich anzustreben, da es ansonsten aufgrund der Verschiebung des Niederschlagregimes zu Infrastrukturschäden der Siedlungsentwässerung oder Überlastungen mit Überflutungsfolgen kommen kann. Im GMS sollten die oberflächlich abfließenden Wassermengen reduziert und gleichzeitig der Grundwasserhaushalt möglichst wenig beeinträchtigt werden. Im Offenland sind entsprechende Maßnahmen zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser dem Steckbrief des Umsetzungsziels U11 zu entnehmen.

**MASSNAHMEN**

Für den städtischen Regenwasserrückhalt und die Regenwasserversickerung eignen sich besonders Maßnahmen, die die **Durchgrünung im Siedlungsbereich** erhöhen. Konkret kann dies die Pflanzung klimawandelangepasster Stadtbäume sein (siehe dazu „GALK-Straßenbaumliste- Zukunftsbäume für die Stadt“, z. B. Hopfenbuche, Ostrya carpinifolia und Silber-Linde, Tilia tomentosa). Weitere Unterstützung liefert das „Onlinetool Stadtgrün“ des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (siehe hier). Aber auch begrünte Dächer und Fassaden, Verkehrsbegleitgrün, Brachflächen und Grünflächen in Höfen tragen zur Durchgrünung bei.

zugeführt werden. Eine weitere Form ist die Rigenversickerung, die als unterirdischer Kiesspeicher fungiert. Regenwasser wird hier zwischenspeichert und es wird Platz gespart, indem die darüberliegende Fläche weiterhin nutzbar bleibt. Darüber hinaus kann die dezentrale Versickerung auch über Tiefbeete im Straßenseitenraum, offene Wasserflächen oder weitere Grünflächen erfolgen. Sind die Platzverhältnisse eingeschränkt, so bietet sich eine linienförmige oder punktuelle Versickerung in Rigolen oder Rohren an.



Muldenversickerung in einem Wohngebiet (Quelle: Bremer Umwelt Beratung o.J.)

Weiter sind Maßnahmen notwendig, die eine wassersensible Umgestaltung von Quartieren, bspw. durch die Abkopplung vom Mischwasserkanal, forcieren. Dies kann eine **standortangepasste Planung von Versickerungssystemen** sein. Die Wahl der Versickerungsmethode ist dabei vom Platzangebot, von der Versickerungsfähigkeit des Bodens, der Schadstoffbelastung des Niederschlagswassers und vom Grundwasserstand abhängig. Regenwasser kann z. B. über grüne Entwässerungsmulden oberflächlich dem natürlichen Wasserhaushalt

Eine weitere Maßnahme zum Rückhalt und Versickerung von Regenwasser in der Stadt ist die **(Teil-**

**Entsiegelung** von befestigten Flächen, um den Oberflächenabfluss zu reduzieren und die Grundwasserneubildung zu erhöhen. Flächen, die befestigt bleiben müssen, können mit wasser-durchlässigen Belägen (neu) gestaltet werden. Hierfür bieten sich Rasengittersteine, Fugenpflaster oder Betonpflastersteine mit Drainfugen an. Im GMS sind dafür besonders Flächen wie Parkplätze, Rad-, Geh- und Zufahrtswege geeignet. Bei der Ausgestaltung vor Ort ist darauf zu achten, dass keine Gefahr besteht, dass Schadstoffeinträge ins Grundwasser gelangen (z. B. auf Altlastflächen). Flächen mit hohem Grundwasserstand sind ebenfalls ungeeignet, da die Reinigungsfunktion der Bodenschicht nicht ausreichend ist.



Parkplatz mit wasserdurchlässigem Belag (Quelle: HHP 2023)

Eine weitere Maßnahme kann die **Sicherung und Entwicklung von multifunktionalen, naturnahen Regenrückhalteflächen** sein. Zum Beispiel können neue Parkanlagen bzw. Grünflächen angelegt werden, um bei Starkregen anfallende Spitzenabflüsse

abzuführen. Aber auch künstliche oder naturnahe Teiche können den Wasserrückhalt in der Stadt erhöhen.

Der **Ausbau eines dezentralen Zisternensystems** ermöglicht es, Regenwasser zu sammeln und in Trockenperioden zu verwenden. Dies kann eine simple Regentonne für die Gartenbewässerung sein bis hin zu modernen Retentionszisternen, die WC oder Waschmaschine in Privathaushalten betreiben. Kommunen im GMS können den Ausbau und die Nutzung von Zisternen fördern, indem sie die kommunalen Genehmigungsregelungen des zuständigen Bauamts und der unteren Wasserbehörde prüfen und nach Möglichkeit attraktiver und unbürokratischer für Bürger gestalten. Darüber hinaus können Kommunen den Kauf einer Zisterne auch mithilfe von finanziellen Förderprogrammen für die Bürgerschaft unterstützen.

Außerdem können Kommunen im Rahmen ihrer Satzungshoheit durch die **Einführung bzw. Anpassung der gesplitteten Gebühr für Schmutz- und Niederschlagswasser** die Grundstückseigentümer dazu motivieren, Flächen zu entsiegeln und Niederschlagswasser lokal zu versickern, statt es in die Kanalisation zu leiten.

Kommunen können **Grün- und Gestaltungssatzung** (evtl. in Kombination mit kommunalen Förderprogrammen) festlegen, die u. a. Vorgaben zur Erstellung von Retentionsdächern oder Bepflanzung von Stellplatzanlagen machen. Das Instrument einer Satzung zum Schutz städtischer Bäume ist ebenfalls ein wirksames Instrument (Baumschutzsatzung).

#### **Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

##### Kommunen:

Letztlich können Kommunen in **Bebauungsplänen** Vorgaben zur naturverträglichen Regenwasserbewirtschaftung (Dach- und Fassadenbegrünung, Neuanlage von Teichen) oder auch die Art der Versickerung (z. B. Muldenversickerung, Zisternenpflicht) vornehmen. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist ein Entwässerungskonzept frühzeitig festzulegen. Vorhabenbezogene Bebauungspläne sind hierfür zu empfehlen.

Weiter ist auch die konsequente Nutzung der **Grünordnungsplanung** als Grundlage für einen qualifizierten Bebauungsplanung sowie Grün- und Freiflächengestaltung ein mögliches Umsetzungsinstrument.

##### Fördermöglichkeiten:

###### *Für Bürger:*

Kommunale Förderprogramme bzw. Zuschüssen für Dachbegrünungen oder Gebührenreduktion bei der Splittung der Abwassergebühr; Förderprogramme bzw. Zuschüssen zum Rückhalt von Regenwasser

###### *Für Kommunen:*

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto); KfW-Programm IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (Kredit 201); EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X			X

Die Vermeidung von Bodenversiegelung im urbanen Raum und die Sicherung flächenhafter Infiltration von Regenwasser in den Boden fördern

ausgeglichen Wasserkreisläufe im GMS, da die Grundwasseranreicherung so begünstigt wird. Das Umsetzungsziel U 17 „Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung“ greift diese Überschneidung auf.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Grün- und Gestaltungssatzung der Stadt Achen**
- **Zisternenpflicht in der verbindliche Bauleitplanung der Stadt Kitzingen** (siehe „7. Änderung Bebauungsplan Nr. 32 "Schwarzacher Straße Ost"; hier: erneuter Billigungs- und Auslegungsbeschluss - Begrünung mit Grünordnungsplan“)
- **Förderprogramm Dachbegrünung der Stadt Solingen**
- **Pflegepatenschaften für städtische Grünflächen der Stadt Bonn**

**Handlungsfeld: Wasser und Wasserwirtschaft**

Leitziel: Sicherung der Funktionsfähigkeit von Fließ- und Stillgewässern

**U14: Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässern**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Handlungsprogramm-  
karte:**



**SICHERUNG**



**ENTWICKLUNG**

Der Klimawandel wird im GMS voraussichtlich die Quantität und Qualität von Gewässern und den Wasserhaushalt beeinflussen und Auswirkungen auf Fließ- und Stillgewässer mit sich bringen. Flüsse wie der Höllbach im GMS könnten in Zukunft verstärkt davon betroffen sein. Der Klimawandel führt zudem zu steigenden Wassertemperaturen sowie Hoch- und Niedrigwasserständen in den Fließ- und Stillgewässern. Eine naturnahe Gewässerentwicklung erhöht die Widerstandskraft der Gewässer gegenüber Klimawandelfolgen. Dabei sind

Maßnahmen, die die Gewässerökologie und die Durchgängigkeit verbessern, besonders bedeutsam im GMS, da sie neue Lebensräume für Tier- und Pflanzenarten der klimasensitiven aquatischen Ökosysteme schaffen bzw. bestehende Lebensräume miteinander vernetzen. Eine naturnahe Ausgestaltung von Gewässern im GMS sollte sich besonders auf bislang stark veränderte Gewässerstrukturen konzentrieren (siehe Verortung in der Handlungsprogramm- und Entwicklungskarte „Entwicklung“).

**MASSNAHMEN**

Die Sicherung von naturnahen Fließgewässerabschnitten kann erfolgen, indem Kommunen von ihrem **Vorkaufsrecht entlang von Flüssen Gebrauch** machen und anschließend eine **sachgerechte und klimaangepasste Pflege und Entwicklung** forcieren. Eine klimaangepasste Pflege von Fließgewässern berücksichtigt die veränderten klimatischen Verhältnisse wie bspw. Starkniederschläge, Überschwemmungen oder auch verstärkte Austrocknung von Gewässern bei Hitzewellen. Ein Beispiel für eine klimaangepasste Pflegemaßnahme ist die Anlage einer Vertiefungsrinne in der Gewässer-  
 sohle, welche bei Niedrigwasserständen potenziell weniger stark austrocknet. Bei Eingriffen in die Gewässersohle ist die Untere Naturschutzbehörde als Genehmigungsbehörde anzuhören. Beeinträchtigungen für Gehölzstrukturen bei der Anlage einer Vertiefungsrinne müssen kritisch geprüft und im Einzelfall abgewogen werden. Die genaue Ausgestaltung von derartigen hydrogeologischen Maßnahmen muss im Einzelfall betrachtet werden und ist deshalb von einem entsprechend spezialisierten Ingenieurbüro o.ä. zu begleiten.

Breitenvarianz sowie Strömungsdiversität oder das Einbringen von Totholz, Störsteinen oder Pfahlbuhnen. Die Renaturierung von Fließgewässern ist ebenfalls eng mit der Auenrenaturierung verknüpft. Diese wird im Umsetzungsziel U31 (siehe Seite 161) näher erläutert.



*Sulzmoosbach im Fischerareal, Bachlauf mit Störsteinen (Quelle: Jeske 2023)*

Für eine naturnahe Entwicklung von Fließgewässern ist die **Renaturierung veränderter Fließgewässerabschnitte** von großer Bedeutung, weil dadurch die Gewässerökologie und die Wasserqualität deutlich verbessert werden können. Zur Umsetzung von Renaturierungsvorhaben zählen Teilmaßnahmen wie die Erhöhung der Tiefen- und

Auch die **Entwicklung von natürlichen Uferzonen** kann der Klimaanpassung dienen, weil Niederschlagswasser durch extensive Uferstreifen besser aufgenommen werden kann und Erosion verhindert. Außerdem beschatteten naturnahe Ufervegetation wie Wald, Galerie oder Röhricht

das Gewässer und wirken sommerlichen Erwärmungseffekten entgegen. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist vorwiegend an kleinen Gewässern effektiv und zu empfehlen.

Eine weite Maßnahme zur naturnahen Entwicklung von Fließ- und Stillgewässern ist die **Erstellung nachhaltiger Wasserentnahmekonzepte für die Landwirtschaft in Trockenperioden**. Dieses Konzept sollte anstreben, dass ausreichende Wasserstände in Fließgewässern gesichert und so die Lebensraumfunktion für Tier und Pflanzen in Trockenperioden erhalten werden. Die Erstellung solch eines regionalen Konzepts sollte mit Betroffenen aus Behörden, Wasser- und Landwirtschaft sowie Naturschutz erarbeitet werden. Wer Wasser zu Bewässerungszwecken aus dem Grund- oder Oberflächenwasser entnimmt, benötigt dazu eine Erlaubnis nach dem Wasserhaushaltsgesetz. Die Genehmigung dazu erteilt in Baden-Württemberg die Untere Wasserbehörde. Im Rahmen der Erstellung eines Wasserentnahmekonzepts für die Landwirtschaft kann überprüft werden, ob Anpassungen der Genehmigungsverfahren notwendig sind.



Wasserentnahme aus Fließgewässern für die landwirtschaftliche Bewässerung (Quelle: AGRAAF 2020)

Eine weitere Maßnahme und gleichzeitig auch Umsetzungsinstrument zur Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässer ist die **Aktualisierung von Bewirtschaftungs- und Gewässerentwicklungsplänen (GEP)**. Diese dienen dazu, den guten ökologischen Zustand entsprechend der EG-Wasserrahmenrichtlinie zu erreichen. In diesem Rahmen sollte das zu erstellende hydromorphologische Maßnahmenprogramm die naturnahe Gewässerentwicklung unter Berücksichtigung von Klimawandelfolgen erarbeiten. Gewässerentwicklungspläne werden von den Kommunen für die Gewässer II. Ordnung erstellt.

#### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Verstetigung mittels geeigneter Festsetzungen in Bebauungsplänen nach § 9 Abs. 1 BauGB)

**Fördermöglichkeiten:** Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw), Vertragsnaturschutz nach der Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto), Fördermöglichkeiten in der Landwirtschaft mittels EU-Direktzahlungen oder durch das Förderprogramm FAKT (Förderung Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl –

FAKT), Förderprogramms Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU); KfW-Programm IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (Kredit 201)

Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL); EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

#### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X		X

Die Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässer und der damit verbundenen Sicherung einer intakten Gewässerökologie hat positive Auswirkungen auf die Biodiversität im GMS, kann aber auch zu einem erhöhten Pflegeaufwand für Kommunen führen. Es werden vielfältige aquatische Lebensräume für Tiere und Pflanzen und wichtige Korridore für den Biotopverbund geschaffen. Tieren

wird dadurch das Wanderverhalten und die Erschließung alternativer Lebensräume erleichtert, wenn Klimawandelfolgen ihre bisherigen Habitate beeinträchtigen. Jedoch führt die Verbesserung der Durchgängigkeit von Gewässern auch dazu, dass invasive Arten leichter einwandern.

Eine naturnahe Gewässerentwicklung wirkt zudem auch als natürlicher Hochwasserschutz durch eine natürliche Auendynamik und kann zur Reduktion von Nähr- und Schadstoffstoffeinträgen in die Fließgewässer beitragen. Weitere Vorteile bieten



sich auch für den Menschen, da Erholungsräume das Landschaftsbild aufwerten. Werden Flächen entlang von Fließgewässern als extensive Randstreifen entwickelt, stehen diese Flächen in den meisten Fällen jedoch der landwirtschaftlichen Nutzung nicht mehr zur Verfügung.

In Zeiten des Klimawandels ist Wasser in der Stadt für die Menschen besonders wichtig. Eine naturnahe Entwicklung von Fließgewässern ist eine Anpassungsmaßnahme, die das Überschwemmungs-

risiko reduziert (siehe U18, Seite 131), da zu Ablaufinnen einbetonierte Gewässer in Städten aus Sicht der Klimaanpassung keine Lösung für den zukünftigen Städtebau darstellen. Naturnahe Fließgewässer in der Stadt schaffen Grünkorridore, verbessern die Luftqualität, speichern Wasser vor Ort, reduzieren die extreme Sommerhitze und erhöhen die Lebensqualität der Bürger. Konflikte bestehen jedoch, wenn der dicht bebaute Siedlungskörper es kaum zulässt, den Flüssen mehr Raum zu geben.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Bachpatenschaften im Landkreis Karlsruhe:** Bachpaten übernehmen die Pflege und die Unterhaltung eines Gewässerabschnittes. Schulen, Vereine oder auch Privatpersonen übernehmen diese Aufgabe vom Unterhaltungspflichtigen. Mögliche Aufgaben der Bachpaten können die Beobachtung der Gewässer bzw. Uferbereiche, die Bepflanzung und Pflege oder auch die Säuberung sein. Die ehrenamtlichen Bachpaten werden durch das zuständige Sachgebiet Gewässerschutz des Landkreises Karlsruhe unterstützt, betreut und fortgebildet.
- **Aktionsprogramm zur Sanierung Oberschwäbischer Seen:** Das Seenprogramm betreut seit 1989 über 100 Seen und Weiher in den Landkreisen Biberach, Bodenseekreis, Ravensburg und Sigmaringen. Ziel ist es, den ökologischen Zustand der Seen und Weiher zu verbessern, die Verlandung zu verlangsamen und den Erholungs- und Freizeitwert zu erhöhen.
- **Klimaangepasste Parkgewässer - Handlungskonzept zum klimaangepassten Management von Parkgewässern in Bremen (KlimPark):** Das Projekt KlimPark soll Bremens Kleingewässer fit für den Klimawandel machen. Ziel ist die Steigerung der Klimaresilienz der Parkgewässer und der urbanen Kleingewässer durch die Etablierung und anschließende Verstetigung eines klimaangepassten Kleingewässermanagements in der Stadtgemeinde Bremen. Das Management berücksichtigt einerseits die ökologischen Herausforderungen, insbesondere die durch klimawandelbedingte sommerliche Hitzewellen zunehmenden Wassertemperaturen und verminderte Wasserstände.

**Handlungsfeld: Wasser und Wasserwirtschaft**

Leitziel: - Sicherung der Funktionsfähigkeit von Fließ- und Stillgewässern  
 - Sicherung der Grundwasserneubildung, Grundwasserstände sowie der Trinkwasserversorgung

**U15 | U16: Reduktion des Eintragsrisikos von Nähr- und Schadstoffen in Oberflächengewässer und das Grundwasser**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogramm-karte:**

U15:



Erosive Äcker

U16: :



Altlastflächen



Potenzieller Eintrag in Trinkwasserbrunnen

Die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse im GMS zeigen, dass trotz statistischer Unsicherheiten von einer steigenden Wahrscheinlichkeit für Starkniederschlagsereignisse auszugehen ist. Starkregeneignisse mit hoher Niederschlagsintensität verursacht verstärkt Bodenerosion. Dies kann insbesondere auf intensiv bewirtschafteten Äckern dazu führen, dass Nähr- und Schadstoffe in angrenzende Oberflächengewässer eingetragen werden, wenn die Geländemorphologie dies begünstigt und die Nähe zu einem Fluss oder See gegeben ist. Anpassungsmaßnahmen sollten die Grundwasserqualität schützen und die Trinkwasserversorgung

gegenüber Klimawandelfolgen stärken. Mit der Zunahme der Wahrscheinlichkeit für Extremwetterereignisse und der Gefahr für Hochwasser ist auch eine Risikozunahme für Überschwemmungen von Brunnenanlagen verbunden, was zu Verunreinigungen dieser führen kann. Anpassungsmaßnahmen sind dort erforderlich, um die Grundwasserqualität zu sichern.

Stoffeinträge in das Grundwasser können ebenfalls verstärkt auftreten, wenn aufgrund steigender Häufigkeiten von Starkniederschlägen auf Altlastflächen oder landwirtschaftlichen Flächen intensivere Auswaschungsprozesse stattfinden.

**MASSNAHMEN**

Zur Reduktion oder Vermeidung von schädlichen Stoffeinträgen in Oberflächengewässer kann die **ökologische Landbewirtschaftung in Einzugsgebieten mit erhöhtem Erosionsrisiko** als Maßnahme zielführend sein. Der ökologische Landbau verwendet weniger Düngemittel und deswegen können, ausgehend von diesen Flächen, weniger Nähr- und Schadstoffe in die Oberflächengewässer gelangen.

Schlammeintrag“). Werden diese angrenzenden Flächen dann zu schützenden Gewässerrandstreifen ausgeformt und ehemals intensiv bewirtschaftete Ackerflächen extensiviert, dann gelangen weniger Stoffeinträge in Oberflächengewässer und schonen deren ökologischen Zustand.

Eine weitere Anpassungsmaßnahme ist die **Nutzungsänderung von Ackerbau zu Grünlandnutzung im Umfeld von Oberflächengewässern**, weil dadurch ein höher Bodenbedeckungsrad den Oberflächenabfluss verringert und der Abtransport von Bodenmaterial sowie der Eintrag in umliegende Fließgewässer reduziert wird.

Eine daran anknüpfende Maßnahme ist, dass Kommunen den **gesetzlich vorgeschriebenen Uferandstreifen verbreitern, naturnah bewirtschaften** und so den Schutz der Oberflächengewässer vor Stoffeinträgen weiter intensivieren können. Eine Anpassungsmaßnahme zum Schutz des Grundwassers (GW) vor schädlichen Stoffeinträgen ist die **Überprüfung der Anforderungen des Hochwasserschutzes für Brunnen in Wasserschutzgebieten und für Kläranlagen**. Dadurch kann eine Einschätzung erfolgen, ob Anpassungen zum Überflutungsschutz vorgenommen werden müssen. Dies können bauliche Überflutungsschutzmaßnahmen (z. B. Schutzwände, Hochwasserschutzmauern), die Verbesserung der Notstromversorgung, eine Anhebung des Geländeneiveaus, die Sicherung der Anlagenentwässerung oder die

Eine weitere Anpassungsmaßnahme besteht darin, dass **Kommunen von ihrem Vorkaufsrecht entlang von Fließgewässern Gebrauch machen** und Flächen entlang von Eintragsstellen erwerben (siehe Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse HF Wasser und Wasserwirtschaft: „hohes Risiko

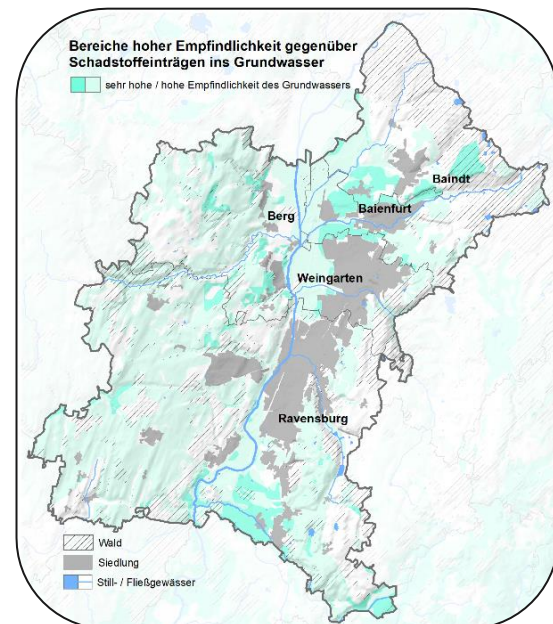
Aufrechterhaltung der Stromversorgung sein. Die Zuständigkeit liegt dafür bei der Unteren Wasserbehörde.

Im GMS sollten außerdem Altlastflächen einer Risikoinschätzung für Schadstoffeinträge in das Grundwasser unterzogen werden und auf Basis dieser Ergebnisse ggf. eine **Sanierung von Altlastflächen** angestrebt werden. Die Altlastsanierung liegt zumeist in der Verantwortung des Verursachers und des Grundstückseigentümers.

Als Anpassungsmaßnahme zur Sicherung der Grundwasserqualität ist ein weiterer notwendiger Schritt die **Verbesserung des Monitorings von GW-Messstellen**. Erst wenn Veränderungen der Grundwasserqualität, -temperatur und -neubildung regelmäßig und systematisch erfasst werden, können die Unternehmen der örtlichen Wasserversorgung informiert werden, um mögliche Versorgungsengpässe rechtzeitig zu erkennen. Als Folgemaßnahme sollten auch Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, die auf ein klimawandelangepasstes Ressourcenmanagement unter Berücksichtigung von Güte und Menge des Grundwassers abzielt.

Für die Reduktion von Stoffeinträgen in das Grundwasser sollten im GMS besonders diejenigen **Bereiche geschützt werden, wo Schadstoffe schnell in**

**das Grundwasser** gelangen können, weil geologische Schutzschichten fehlen. Weil die räumliche Vorhersage von Starkniederschlägen kaum möglich ist, empfiehlt es sich v. a. auf landwirtschaftlichen Flächen vorsorglich die Düngepraxis anzupassen (siehe Handlungsprogrammkarte: „Schutz des Grundwassers vor Stoffeinträgen auf landwirtschaftlichen Flächen“).



Empfindlichkeit gegenüber Stoffeinträge ins Grundwasser im GMS (Quelle: HHP 2021)

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

**Kommunen:** Verstetigung mittels Festsetzung in Bebauungsplänen; Lokale Umsetzung von ausgewählten Maßnahmen in Einzelfallbetrachtung; Vorgaben zur Fruchtfolge, Bodenbearbeitung und Düngeinsatz kommunalen landwirtschaftlichen Pachtflächen

**Fördermöglichkeiten:** Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw), Vertragsnaturschutz nach der

Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto), Fördermöglichkeiten in der Landwirtschaft mittels EU-Direktzahlungen oder durch das Förderprogramm FAKT (Förderung Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl – FAKT); Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL); Förderpreis des NABU-Projektes „Gemeinsam Boden gut machen“; EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X		X

Maßnahmen zur Reduktion von Stoffeinträgen in Oberflächengewässer und das Grundwasser haben positive Effekte auf den Menschen. Zum einen sind gesicherte Trinkwasservorkommen essenziell für

die **menschliche Gesundheit** und eine notwendige sowie höchst schützenswerte Lebensgrundlage. Zum anderen führen geringere Nähr- und Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer wie Badeseeen auch dazu, dass die Gewässerqualität gesichert wird. Das Risiko eines klimawandelbedingten Anstiegs der Algenblüte wird so reduziert und der

Badespaß (**Erholungsnutzen für den Menschen**) in heißen Sommern nicht beeinträchtigt.

Synergieeffekte bestehen für das Handlungsfeld Boden, wenn Altlastflächen saniert werden und die

**Bodenfunktionen** wieder hergestellt oder zumindest verbessert werden können. Sanierte Böden können im besten Fall auch wieder einen intakten **Lebensraum** für Kleinstlebewesen bieten.

#### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

-

**Handlungsfeld: Wasser und Wasserwirtschaft**

Leitziel: Sicherung der Grundwasserneubildung, Grundwasserstände sowie der Trinkwasserversorgung

**U17: Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung und Sicherung von Grundwasserständen**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in der Handlungsprogramm-  
karte:**

Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung:



Vor dem rechtlichen Hintergrund der Vorgaben der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und des Wasser-  
gesetzes für Baden-Württemberg sind Kommunen dafür verantwortlich, schädliche Klimawandelfolgen abzuwenden oder zu reduzieren. Dazu zählt auch, dass Kommunen die Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser begrenzen oder verhindern müssen. Mit Blick auf den Klimawandel im  
GMS werden die Kommunen in Zukunft verstärkt darauf Acht geben müssen, das Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung zu gewährleisten.

Der klimawandelbedingte Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur im GMS sowie die Veränderungen im Niederschlagsregime führen dazu, dass die Grundwasserneubildung beeinflusst wird. Die Verdunstungsrate steigt aufgrund der Erwärmung, weniger Wasser versickert und steht somit auch nicht für die Grundwasserneubildung zur Verfügung. Aufgrund der im GMS voraussichtlich steigenden Trockenheit und einer abnehmenden

Bodenfeuchte kann davon ausgegangen werden, dass in heißen Sommern mehr Wasser für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen und Grünanlagen benötigt wird und für die Grundwasserneubildung fehlt. Die Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung ist daher sehr wichtig, um die Qualität und Quantität des Grundwassers zu sichern und damit die (Trink-)Wasserversorgung zu gewährleisten.

Aufgrund des anzunehmenden Rückgangs der Grundwasserneubildung und des damit verbundenen Rückgangs der Grundwasserstände sind auch Anpassungsmaßnahmen in der kommunalen Bauleitplanung notwendig. Niedrige Grundwasserstände können auch Gefahren für Bauwerke darstellen, wenn dauerhaft wasserführende Bodenschichten in den Grundwasserwechselbereich gelangen oder trockenfallen. Maßnahmen zur Berücksichtigung dieser Setzungsempfindlichkeit sollten stärker in der kommunalen Bauleitplanung berücksichtigt werden.

**MASSNAHMEN**

Zur Sicherung bedeutsamer Flächen für die Grundwasserneubildung sollte die **Flächenneuanspruchnahme möglichst vermieden oder minimiert** werden. Besonders wichtig ist dies auf Flächen, die aufgrund ihrer vorhandenen hydrogeologischen Verhältnisse im großen Umfang zur Grundwasserneubildung beitragen und deswegen nicht versiegelt werden sollten (siehe Verortung in der Handlungsprogramm-  
karte). Bebauung sollten Kommunen in diesen Bereichen möglichst vermeiden oder nach Möglichkeit die Retentionsfunktion der Fläche erhalten (siehe dazu auch U12|U13). Im GMS werden aktuell Gebiete, die im Einzugsgebiet von Wasserfassungen liegen, als Wasserschutzgebiete ausgewiesen, um diese vor Verunreinigungen zu schützen und die Qualität sowie Ergiebigkeit des

Wasserdargebots für die Trinkwasserversorgung sicherzustellen. Die klimawandelbedingten Veränderungen des Wasserhaushalts in Trockenperioden sollten bei der Grundwasserbewirtschaftung berücksichtigt werden.

Dies kann erfolgen, indem **Neuausweisungen von Wasser- und Quellschutzgebieten vorgenommen** werden oder **Anpassungen der wasserrechtlichen Zulassungsverfahren für Grundwasserentnahmen** getroffen werden. Letzteres bedeutet, dass bei der Erteilung von Nutzungsrechten für das Grundwasser, die durch die Untere Wasserbehörde erteilt werden, Klimawandelfolgen im Abwägungsprozess mit berücksichtigt werden sollten. Dies kann bspw. dazu führen, dass eine wasserrechtliche Erlaubnis nur dann erteilt wird, wenn im Kontext

klimawandelbedingter Veränderungen des Grundwasserangebot keine Besorgnis besteht, dass eine nachteilige Veränderung der Beschaffenheit des Grundwassers eintreten könnte (Besorgnisgrundsatz).

Die Sicherung der Grundwasserneubildung bzw. der Grundwasserstände kann auch mit Maßnahmen zur Förderung des Oberflächenwasserrückhalts zur Grundwasseranreicherung erzielt werden. Diese werden in den Steckbriefen der Umsetzungsziele U10 bis U13 aufgegriffen.

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: Berücksichtigung der Freihaltung von bedeutsamen Flächen für die Grundwasserneubildung bei der Aufstellung von **Bebauungsplänen** durch standortangepasste Festsetzungen zur Reduktion der Flächenversiegelung;  
 Bei der **Erstellung von Baugrundgutachten** sollte zu Zwecken der Klimaanpassung das Risiko sinken-

der Grundwasserstände bei der **Begutachtung der Setzungsempfindlichkeit** von Baugrundsichten beachtet werden.

Fördermöglichkeiten: -

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X	X	X

Werden Flächen mit einer hohen Eignung für die Grundwasserneubildung gesichert, kann das Wechselwirkungen zu allen untersuchten Handlungsfeldern hervorrufen. Die Bautätigkeit kann eingeschränkt werden, indem zur Sicherung der Grundwasserneubildung bestimmte bedeutsame Flächen grundsätzlich nicht bebaut und versiegelt werden dürfen (Darstellung im Flächennutzungsplan) oder Vorgaben in Bebauungsplänen die maximal überbaubare Fläche begrenzen. Positive Synergieeffekte ergeben sich daraus auch für das Handlungsfeld Boden, weil dank der reduzierten

Flächeninanspruchnahme die Bodenfunktionen geschont werden. Die Sicherung von Grundwasserständen trägt auch dazu bei, dass in Trockenperioden die Pflanzenversorgung mit Wasser verbessert wird. Flachwurzeln Bäume gelangen dann einfacher an das Bodenwasser.

Positiv wirkt sich der Schutz der Grundwasserneubildung und -stände auch auf die menschliche Gesundheit aus, weil die Versorgung mit Trinkwasser langfristig gesichert wird. Aber auch grundwasserabhängige Biotope profitieren davon und tragen zum Erhalt der biologischen Vielfalt bei.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- **Die Stadtwerke München versuchen das Trinkwasser „auf eigenem Grund“ zu gewinnen.** Die Flächen befinden sich teilweise außerhalb der eigentlichen Stadtgrenzen (Quelle: <https://www.swm.de/wasser/trinkwassergewinnung>).

**Handlungsfeld: Wasser und Wasserwirtschaft**

Leitziel: Sicherung der Grundwasserneubildung, Grundwasserstände sowie der Trinkwasserversorgung

**U18 | U19: Minderung von Überflutungsrisiken und Förderung eines interkommunalen Hochwassermanagements über GMS-Grenzen hinweg**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungssprogrammkarte:**

Sicherung:



(HQ100 und HQextrem)



(Hochwasserrückhaltebecken)

Entwicklung: siehe U10-U14

Mit dem Klimawandel verändert sich die Eintrittswahrscheinlichkeit von Hochwasserereignissen, ohne dass heute schon mit Sicherheit gesagt werden kann, in welcher Höhe. Im GMS deutet die prognostizierte Zunahme von Niederschlagsintensitäten und Starkregenereignissen darauf hin, dass es in Zukunft häufiger zu Überflutungen kommen wird als bislang. Die Betroffenheitsanalyse hat gezeigt, dass im GMS 100-jährige Überflutungsflächen sowie Überflutungsflächen extremer Hochwasserereignisse überwiegend in der Niederung des Schussenbeckens vorliegen. Bereiche, die nur bei extremen Hochwasserereignissen überflutet werden, spielen in der Planung bislang nur eine untergeordnete Rolle. Im Zuge der Anpassung an den Klimawandel sollten betroffene Bereiche im Falle

extremer Hochwasserereignisse zunehmend berücksichtigt werden. Für die Minderung der Überflutungsrisiken ist diesen HQ<sub>extrem</sub>-Gebieten im GMS eine steigende Priorität einzuräumen. Um das Schadenspotenzial zu verringern, sind Maßnahmen zur Reduktion von Hochwasserabflussspitzen zu ergreifen. Aber auch Maßnahmen, die die Schadenswerte in potenziellen Überflutungsflächen minimieren, dienen der Anpassung.

Die Entstehung von Hochwasser macht an den Grenzen des GMS nicht halt. Weiterführend ist auch auf Ebene von Flusseinzugsgebieten der Hochwasserschutz interkommunal zu denken und der natürliche Wasserrückhalt (und ggf. der technische Hochwasserschutz) zu stärken.

**MASSNAHMEN**

Eine Maßnahme zur Reduktion des Hochwasserrisikos ist in erster Linie die **konsequente Freihaltung von Überschwemmungsgebieten in der Bauleitplanung**. Grundsätzlich sollen im GMS keine Instrumente der Bauleitplanung in HQ-100 und HQ-Extrem Gebiete hineinplanen. Festgesetzte Überschwemmungsgebiete und Überflutungsflächen eines 100-jährigen Hochwassers sind bereits heute verpflichtend, in der Bauleitplanung zu berücksichtigen. Wird in begründeten Einzelfällen dennoch in das HQ-Extrem-Gebiet geplant oder kommt es zu einer Überplanung von Bestandsgebieten innerhalb des HQ-Extrem-Gebiets, dann soll dem Hochwasser- und Überflutungsschutz ein besonders hohes Gewicht in der Abwägung beigemessen werden.

kann bspw. in Form einer Verstärkung (= Erhöhung des Rückhaltevolumen) oder einem Neubau von Hochwasserrückhaltebecken erfolgen.

**Maßnahmen zur Sicherung und Entwicklung naturnaher Fließ- und Stillgewässer sowie Maßnahmen zur Erhöhung des Retentionspotenzials in der Landschaft und im Siedlungsbereich (U10 bis U14)**

können ebenfalls dazu beitragen, Überflutungsrisiken zu mindern. Um bei Hochwasserspitzen die Hochwasserabflüsse abzumildern, sind die Reaktivierung ehemaliger Auenlandschaften (siehe Seite 117) und die Renaturierung von Fließgewässern (siehe Seite 123) geeignete Maßnahmen. Diese gelten als Maßnahmen des natürlichen Hochwasserschutzes. Diese sind aber auch begrenzt und müssen, im Sinne eines ganzheitlichen Schutzes, immer auch zusammen mit technischen Hochwasserschutzanlagen gedacht werden. Maßnahmen zum natürlichen Wasserrückhalt sind insbesondere in kleinen Flusseinzugsgebieten mit überwiegend häufigeren und kleineren Hochwasserereignissen

Die **Überprüfung von Hochwasserschutzanlagen hinsichtlich Klimawandelfolgen** ist eine weitere Anpassungsmaßnahme, die ergriffen werden sollte, um deren Funktionsfähigkeit auch bei extremen Überflutungsereignissen sicherzustellen. Dies

sehr wirksam. In größeren Einzugsgebieten sind es vor allem die langanhaltenden großflächigen Regenfälle, die zu Hochwasserereignissen führen, weil die Bodenspeicher gefüllt sind und keinen Rückhalt mehr zulassen. Die Auen können den Hochwasserscheitel bei größeren Hochwasserereignissen nicht mehr ausschlaggebend beeinflussen, da sie mit der heranrollenden Hochwasserwelle gefüllt werden.

Darüber hinaus können Flutpolder neue Rückhalteräume in der Landschaft schaffen. Diese sollten in Kombination mit Maßnahmen zur Renaturierung und Reaktivierung von Auen durchgeführt werden, um die maximale Wirkung zu erzielen.



Naturnahes Hochwasserrückhaltebecken mit Blick in die Aue an der Werse (Quelle: UBA 2013)

Mit Blick auf den Überflutungsschutz in Städten sei darauf verwiesen, dass in Zukunft der mobile Flutschutz an Bedeutung gewinnen könnte. Der Grund liegt darin, dass somit die Konflikte zwischen frei zugänglichen Gewässerstrukturen mit Erholungsfunktion mit dem Erfordernis des Hochwasserschutzes in Einklang gebracht werden können. Mobiler Flutschutz ist im GMS nur für Überflutungen entlang der Schussen denkbar. Die Vorwarnzeit für Überflutungen an Gewässern II. Ordnung im GMS reicht in der Regel nicht aus, um den mobilen Flutschutz aufzubauen.



Mobiler Flutschutz (UBA 2005)

Eine weitere Anpassungsmaßnahme zur Minimierung von Überflutung im dicht bebauten

Siedlungsbereich ist die **Berücksichtigung von Verkehrs- und Freiflächen zur Überflutungsvorsorge**. Bspw. können Parkplatzflächen oder Spielplätze dazu dienen, bei Starkregen das Wasser temporär zurückzuhalten und dann verzögert zu versickern oder in die Kanalisation abzuführen. Hochwasserspitzen können so abgemildert werden. Diese multifunktionale Flächennutzung vereinigt gleichzeitig Klimaanpassung und einen nachhaltigen Umgang mit der begrenzten Ressource Fläche.



Multifunktionaler Spielplatz mit Versickerungsmulden in Karlsruhe (Quelle: Badische Neueste Nachrichten 2022)

Für die Umsetzung eines interkommunalen Hochwassermanagements ist eine flussgebietsbezogene integrative Betrachtungsweise dringend notwendig. Zu Beginn müssen dafür **geeigneter Kooperationsstrukturen entwickelt werden**. Dies kann in Form einer interkommunalen Fachgruppe erfolgen, die sich aus Vertretern der Anrainer-Kommunen innerhalb des jeweiligen Flusseinzugsgebiets zusammensetzen und Anpassungsmaßnahmen zur Hochwasservorsorge interkommunal planen und umsetzen.

Eine strukturelle Anpassungsmaßnahme zur Reduktion von Hochwasserrisiken ist auch die **Berücksichtigung von Klimawandelfolgen in den Bewirtschaftungsplänen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL)**. Für die Erstellung dieser Planungen ist das Regierungspräsidium Tübingen verantwortlich. Weiterführend ist auch die frühzeitige **Einbeziehung von Gefährdungslagen für Grundhochwasser in der Bauleitplanung** eine wirksame Anpassung für den vorbeugenden Hochwasserschutz (siehe dazu: „Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung“).



### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Auch eine klimawandelbedingte temporäre Erhöhung von Grundwasserständen sollte in die verbindliche Bauleitplanung miteinbezogen werden. In **Bebauungsplänen** kann ein **Hinweis auf die pot. Gefährdungslage durch Grundhochwasser** vorgenommen werden, damit Planer die korrekten Bemessungshochwasserstände ermitteln können. Auf Bauflächen in Plangebieten mit Grundwasserflurabständen unter 1m sollte grundsätzlich ohne Keller gebaut werden.

### Fördermöglichkeiten:

Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto); Bundesprogramm Biologische Vielfalt- Förderschwerpunkt Ökosystemdienstleistungen; EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X		X

Mithilfe von Maßnahmen zur Minderung von Hochwasserrisiken können Schäden an der menschlichen Gesundheit und an Bauobjekten vermieden oder reduziert werden. Maßnahmen zur Vermeidung von Bebauung in Hochwasserrisikogebieten rufen auch positive Effekte für den Boden hervor, weil keine oder weniger Versiegelung stattfindet und die Bodenfunktionen erhalten bleiben. Maßnahmen des natürlichen Hochwasserschutzes weisen viele Synergien für den Gewässer- und Naturschutz auf. Werden Überschwemmungsflächen freigehalten und somit Hochwasserretentionsflächen gesichert, dann verfügt das Gewässer über

mehr Platz für die dynamische Eigen- und Auenentwicklung. So können Flüsse wichtige Ökosystemfunktionen erfüllen, z.B. als Lebensraum für Tier- und Pflanzen, Nährstofffilter, Biotopverbundelement, Wasserspeicher oder Kohlenstoffsenke.

Negative Wechselwirkungen zur Landwirtschaft können entstehen, wenn durch die Verbesserung des natürlichen Wasserrückhalts in der Agrarlandschaft (siehe U10|U11) der vorbeugende Hochwasserschutz betrieben wird. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn Extensivierungsmaßnahmen zu Ertragseinbußen führen oder Flächen der landwirtschaftlichen Nutzung gänzlich entzogen werden.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

#### • Flutpolder Riedensheim - Vorbeugender Hochwasserschutz an der Donau:

„Der Polder Riedensheim kann auftretende Hochwasserspitzen der Donau aufnehmen und zwischenspeichern. Damit können Hochwasserspitzen in der Donau reduziert werden und schadbringende Abflüsse für die Unterlieger der Donau reduziert werden. Ein Einsatz des Flutpolders ist nur in extremen Hochwassersituationen vorgesehen. Folglich kann die land-, forst-, und fischereiwirtschaftliche Nutzung ebenso nahezu uneingeschränkt aufrechterhalten werden wie die Freizeitnutzung durch Wanderer, Radfahrer, Angler etc. Bei kleineren Hochwasserereignissen ist vorgesehen, die bestehenden wertvollen Auwaldreste kontrolliert mit Hochwasser zu beschieken“ (Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt 2021).



- Der Einsatz von Flutpoldern könnte im GMS potenziell für die Schussen geprüft werden.

**Handlungsfeld: Landwirtschaft**

Leitziel: Förderung und Entwicklung des Anbaus klimawandelangepassten Agrarkulturen

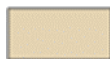
**U 20: Förderung von klimaangepassten Agrarkulturen**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

Verortung in Karte Handlungsprogramm-  
 karte:



Im GMS ist zu erwarten, dass die Landwirtschaft vermehrt mit Hitzewellen, sommerlicher Trockenheit und einer Verschiebung der Sommerniederschläge in den Winter rechnen muss. Anpassungen der Zusammensetzung der angebauten Agrarkulturen im GMS sind notwendig, um das Risiko für

Ertragseinbußen aufgrund von Klimawandelfolgen zu reduzieren. Dabei spielen insbesondere trockenheitsresistente Sorten und Kulturpflanzen eine Rolle, sowie Anpassungsmaßnahmen, die klimaangepasste Landnutzungsformen (z. B. Grünland) unterstützen.

**MASSNAHMEN**

Eine Anpassungsmaßnahme zur Förderung von klimaangepassten Agrarkulturen ist der **Anbau angepasster Kulturen oder Sorten**. Aufgrund der Klimawandelfolgen werden im GMS voraussichtlich trocken- und hitzetolerante Sorten besser für den Anbau geeignet sein. Es ist davon auszugehen, dass Landwirte diese Anpassungsmaßnahme weitgehend eigenständig ergreifen werden, sobald eine Agrarkultur aufgrund von Klimawandelfolgen nicht mehr wirtschaftlich ist. Im GMS könnte das Anpassungsszenario sich dahingehend entwickeln, dass sich die Wahl der Agrarfrucht auf die breite Palette der Getreidesorten verschieben könnte, wenn nicht genügend Wasserressourcen für die Anpflanzung von Mais vorhanden sind.



Mehrfährige Wildpflanzenmischung (Quelle: Netzwerk Lebensraum Feldflur 2020)

Eine Möglichkeit zum Anbau angepasster Kulturen oder Sorten könnte der Anbau ökologischer Wildpflanzenmischungen sein. Zuerst sollte hierfür aber die Maßnahme ergriffen werden, die **Anbaueignung von ökologischen Wildpflanzenmischungen** im GMS zu **prüfen**. Sie eignen sich als Dauerkultur und benötigen kaum mineralischen oder chemischen Dünger. Blüten- und ertragreiche Wildpflanzenmischungen können Biomasse zur Energieproduktion bereitstellen und gleichzeitig den natürlichen Humusaufbau, die Widerstandsfähigkeit gegenüber Erosion und die Wasserverfügbarkeit im Boden verbessern. Im GMS sollte im Sinne der Anpassung an den Klimawandel überprüft werden, ob die Verwendung von Wildpflanzenmischungen wettbewerbsfähig ist und als Anbaualternative zu Silomais zur Energiegewinnung in Biogasanlagen fungieren könnte.

Damit die Landwirtschaft im GMS verstärkt auf klimaangepasste Agrarkulturen setzt, können auch gezielt die äußeren Rahmenbedingungen für bestimmte Bewirtschaftungsformen verbessert werden. Dafür eignet sich die **Förderung der Erzeugung und Vermarktung von Produkten aus Grünlandnutzung und Ökolandwirtschaft**. Dies kann bspw. geschehen, indem Strategien zur Vermarktung von Weidefleisch erarbeitet werden oder der Absatz von Produkten langfristig gesichert wird (z. B. Regionalmarkt, Regionalladen, Spezialitätenkorb, Internet).

Eine Maßnahme zur Förderung klimaangepasster Agrarkulturen ist auch die **Sicherung, Reaktivierung und Entwicklung von Streuobstflächen**. Sie tragen zur Klimaanpassung bei, weil sie Schatten spenden, Schutz vor Wind bieten, Wasser speichern und das Lokalklima regulieren. Streuobstbestände sind im GMS besonders landschaftsprägend und ein wichtiger und schützenswerter Bestandteil der lokalen Kulturlandschaft. Streuobstflächen sind besonders von klimawandelbedingter Hitze und Trockenheit bedroht und im Falle mangelnder Pflege besonders von diesen Klimawandelfolgen

bedroht. Um Streuobstbestände im GMS fit gegenüber Klimawandelfolgen zu machen, sollten diese fachgerecht gepflegt und bewirtschaftet werden (siehe „Handlungskonzept Streuobst Thüringen“).

Dabei kann es zielführend sein, in der Obstbauberatung Klimawandelfolgen und Anpassungsmaßnahmen für Streuobstwiesen zu thematisiert (siehe U39, Seite 177). Besondere Herausforderungen für die Umsetzung dieser Maßnahme liegen darin, dass für die Vermarktung der Produkte aus Streuobstnutzung wirtschaftlich rentabel sein muss und die Rahmenbedingungen (Faire Preise für Erzeuger, Direktsaft aus 100% Streuobst) den Erhalt der Streuobstbewirtschaftung begünstigen. Diese Rahmenbedingungen müssen gesichert werden.

Weiterführend können sogenannte produktionsintegrierte Kompensation (PIK) Maßnahmen zur Unterstützung klimaangepasster Agrarkulturen entwickelt werden. Sie dienen der Kompensation von Eingriffen in den Naturhaushalt gemäß § 14 BNatSchG. Diese können zum Beispiel die Umwandlung von Acker in Dauergrünland, die Extensivierung von Dauergrünland oder die Anlage von Ackerrandstreifen umfassen.

Damit Landwirte Maßnahmen zur Klimaanpassung in Agrarkulturen auch tatsächlich ergreifen, sollten

wirksame Anreize dafür geschaffen werden. Eine **Überprüfung und Abstimmung einer Anerkennung von Maßnahmen zur Klimaanpassung in Agrarkulturen als Ausgleichsmaßnahme** durch die UNB würde dazu beitragen.

Eine Maßnahme zur Umsetzung der Förderung klimaangepasster Agrarkulturen besteht auch darin, **langfristige und gute Kompensationszahlungen an Landwirte und Gärtner bei Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen** zu gewährleisten. Die größte Herausforderung besteht dabei in der Frage der Kostenübernahme, bei der insbesondere auch das Land gefordert ist. Auch das Aufsetzen von kommunalen oder landkreisweiten Förderprogrammen kann landwirtschaftliche Betriebe unterstützen.

Im GMS ist besonders der Anbau von Sonderkulturen (insb. Obstanbau) von den Folgen des Klimawandels bedroht. Gerät der Anbau klimaangepasster Agrarkulturen im Obstanbau an Grenzen, dann auch eine angepasste **Ertragsversicherung für den Obstanbau** dabei helfen, sich an die klimawandelbedingt steigenden Risiken wie Sturm, Starkregen oder Hagel anzupassen.

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten:

Streuobstförderung des Landkreises Ravensburg; Förderung von Streuobstpädagogik und Zuschüsse an Gemeinden zu Pflanzprojekten; Die Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg unterstützt das Engagement für Streuobstwiesen; Flurneuerungsverfahren in Streuobst-Gewannen; Zuschuss für Aufwendungen im Rahmen der Öko-Kontrolle; Landschaftspflegeberichtline;

FAKT II (Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl; z. B. zur Förderung der Grünlandpflege in Streuobstwiesen);

Naturschutzrechtliche Kompensationsmaßnahme im Rahmen der Eingriffsregelung (Ökokonto, z. B. Pflege von Streuobstbeständen); PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt), Bundesprogramm Biologische Vielfalt; EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

Förderprogramm des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz für Versicherungsprämien von Ein- und Mehrgefahrenversicherungen im Obst- und Weinbau

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X		X

Die ganzjährige Bodenbedeckung von Wildpflanzmischungen hat positive Auswirkungen auf Böden

und Grundwasser, weil die Erosionsgefahr (vgl. U22) und die Nährstoffauswaschung reduziert werden und die Humusbilanz verbessert wird. Außerdem trägt diese Anbaukultur zum Erhalt der

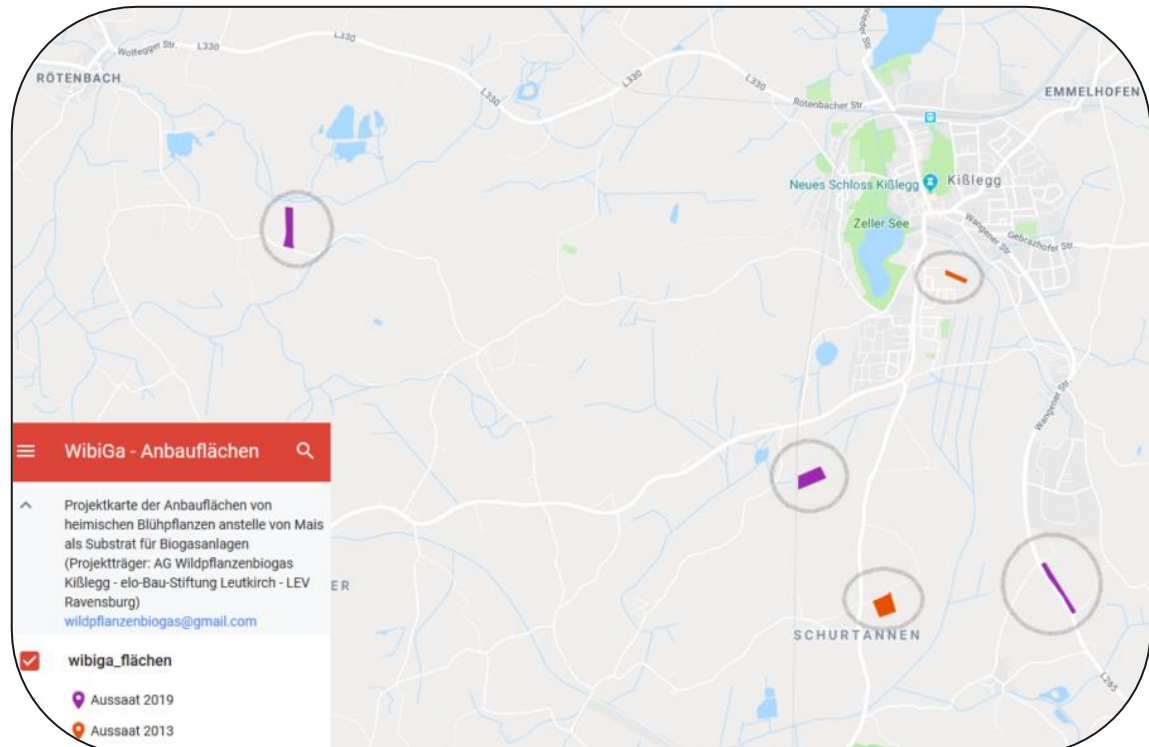
biologischen Vielfalt bei, indem Insekten und Feldvögel Schutz und Nahrung geboten werden. Bei der Verwendung von Blümmischungen führt dies ebenfalls zur Aufwertung des Landschaftsbildes und der Erholungswert für den Menschen wird gesteigert. Positive Wechselwirkungen bestehen auch beim Streuobstbau, da eine extensive Wirtschaftsweise mit hochstämmigen Obstbäumen vor allem für viele Tierarten lebensnotwendig ist und

zur Biodiversität beiträgt. Der Erhalt oder die Entwicklung von Streuobstbeständen trägt auch zum Wasserrückhalt in der Landschaft bei, weil dieser höher ist als auf Flächen mit Ackernutzung oder gar Bebauung. Der Erhalt von Streuobstbeständen, die im GMS sehr oft auch an Siedlungsrändern zu finden sind, bereichert zudem auch den Erholungswert der Landschaft für die Anwohnenden.

#### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

• **Projekt „1000 schnittige Obstbäume“, Landkreis Ravensburg:** „Obstfachwarte führen die Schnittmaßnahmen durch. Die Kosten dafür teilen sich der Eigentümer/ die Eigentümerin, die Gemeinde und der Landkreis. In den bisherigen drei Schnittperioden 2018 bis 2021 haben Obstfachwarte bereits 120 Streuobstbestände mit rund 3.500 Obstbäumen fachgerecht gepflegt und dadurch für deren Erhalt gesorgt“ (LRK RV 2023).

• **Projekt Biologische Vielfalt bei der Biogas-Erzeugung:** „Der Anbau von Wildpflanzen statt Mais als Substrat für Biogasanlagen wurde rund um Kißlegg von der AG Wildpflanzen-Biogas seit 2011 erfolgreich erprobt. Für diese biodiversitätsfördernde Dienstleistung erstattet die elobau Stiftung seit 2019 den Ertragsausfall der Landwirte mit einem „Ökobonus“ von 500 Euro pro Hektar und Jahr. Der Landschaftserhaltungsverband Ravensburg kümmerte sich um die organisatorische und administrative Abwicklung. (LEV Ravensburg 2020)“.



Anbauflächen von Wildpflanzmischungen in Kißlegg – Projektträger AG Wildpflanzenbiogas (Quelle: elobau Stiftung 2023)

**Handlungsfeld: Landwirtschaft**

Leitziel: Förderung und Entwicklung einer wassereffizienten und ressourcenschonenden Landwirtschaft mit entsprechenden Anbau- und Produktionssystemen

**U 21: Förderung einer wassereffizienten Landbewirtschaftung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogrammkarte:**

Die Analyseergebnisse zeigen, dass der Klimawandel im GMS voraussichtlich im Sommer und Herbst zu größerer Trockenheit führen wird und negative Auswirkungen auf die Bodenfeuchte zu erwarten sind. Wenn die Wasserverfügbarkeit für Agrarkulturen aufgrund des Klimawandels beeinträchtigt wird, dann hat dies negative Auswirkungen für die Produktionsbedingungen und schmälert den Ertrag pro Flächeneinheit. Landwirtschaftliche Betriebe könnten sich dadurch gezwungen sehen, ihre Produktion noch weiter zu intensivieren, um die Erträge annähernd stabil zu halten und ihre Existenz

zu sichern. Diese Entwicklung könnte zu negativen Folgen für die Gesundheit von Menschen und Tieren führen, wenn die Intensivierung der Produktion beispielsweise den Einsatz von Dünger und Pestiziden erhöht und Grundwasser und Böden schädigt.

Damit die landwirtschaftliche Produktion widerstandsfähiger gegenüber negativen Folgen aufgrund klimawandelbedingter Trockenheit wird, sind Anpassungsmaßnahmen notwendig, die u.a. einen effizienten Umgang mit Wasserressourcen in der Landwirtschaft fördern.

**MASSNAHMEN**

Für die Erreichung dieses Umsetzungsziels kann als Maßnahme die **Erstellung eines Wasserentnahmekonzeptes für die Landwirtschaft zur Sicherstellung eines nachhaltigen Wasserhaushaltes** dienen. Dabei ist auch die Entwicklung von angepassten Bewässerungszeitplänen anzustreben.

unter der Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten im Einzelfall entschieden werden.

Für die Umsetzung einer wassereffizienten Landbewirtschaftung sollte die Maßnahme einer **wassersparenden Bewirtschaftung von Agrarflächen** verfolgt werden. Die drei Säulen des wassereffizienten Ackerbaus sind 1.) der Verdunstungs- und Erosionsschutz an der Bodenoberfläche, 2.) die hohe Speicherfähigkeit und gute Struktur in der Krume und 3.) tiefe Durchwurzelung in den Unterboden. Die Umsetzung kann bspw. mit Methoden wie **Mulchsaat, Direktsaat und mit der Kombination früherer Aussaat mit schnell reifenden Sorten** erfolgen. Wenn landwirtschaftliche Betriebe die Bodengesundheit und den Humusaufbau fördern, dann trägt dies ebenfalls dazu bei, das Wasserspeichervermögen der Böden zu verbessern, da wasserspeichernden Bodenporen geschaffen werden. Eine Möglichkeit, um die 3. Säule des wassereffizienten Ackerbaus umzusetzen, ist die Verwendung von Tief- und Intensivwurzlern (z. B. Zuckerrübe, Roggen, Luzerne). Welche Strategie am besten geeignet ist, muss für die betroffene Fläche



Zuckerrüben können bis zu zwei Meter tief Wurzeln (Quelle: deichdeern 2023)

Eine weitere Umsetzungsmöglichkeit für eine wassersparende Bewirtschaftung ist der sparsame Einsatz einer **effizienten Bewässerungstechnik** (z. B.

Tröpfchenbewässerung, Verwendung von aufbereitetem Abwasser), falls sich die Bewässerung unter ökonomischen Gesichtspunkten überhaupt für den Landwirt lohnt.



Tröpfchenbewässerung (Quelle: irripart24 2023)

Damit in Trockenperioden das Wasser lange im Boden gehalten werden kann, sollten Landwirte intelligente Anbausysteme mit breiteren Fruchtfolgen, Mischkulturen und Untersaaten nutzen. Dabei ist der **Anbau trockenheitstoleranter Sorten sowie die Einbindung wassereffizienter Kulturen in die Fruchtfolge zur Reduktion von Ertragsrückgang durch Niederschlagsmangel** eine geeignete Maßnahme.

Auch die **Schaffung von Niederschlagszwischen speichern zur Bewässerung** (z. B. Regenrückhaltebecken) kann dabei helfen, Trockenperioden zu überstehen. Diese Wasserspeicher können aber nur eine geeignete Anpassungsform darstellen, solange auch diese ausreichend mit Wasser gefüllt werden können und Trockenperioden kurze Zeitspannen umfassen.



Bewässerungsteich (Quelle: Durabit-Bauplast 2023)

Ein wassereffizientes Anbausystem können auch sogenannte **Agroforst-Systeme** darstellen. Diese werden bereits als Maßnahme im Umsetzungsziel U10 näher erläutert (siehe Seite 117). Werden dabei Bäume (z. B. Pappeln) auf Ackerflächen

angelegt, die Bodenwasser aus tieferen Bodenschicht hervorholt, so können auch die Nutzpflanzen von der verbesserten Bodenfeuchte profitieren und Phasen ohne Niederschlag tolerieren. So kann dafür gesorgt werden, dass Wasser nicht verschwindet, ohne eine kostenintensive Bewässerung zu benötigen. Die Kombination von Wertholz (z. B. Kirsch- oder Walnussbäume) mit Weidenutzung bietet Synergien. Die Kombination bieten eine Win-Win-Situation, durch die Ertragssteigerung der Holznutzung der Bäume und gleichzeitig die Beschattung durch die gepflanzten Werthölzer für das Weidevieh. Der zentrale Ansprechpartner für Agroforstwirtschaft ist der „Deutsche Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V.“ Landwirte erhalten dort Hilfe bei Themen wie Beratung, Aus- und Weiterbildung sowie bei ökonomischen, ökologischen und rechtlichen Fragen.

Darüber hinaus ist auch ein **flächendeckendes Grundwassermonitoring** eine Maßnahme, um eine wassereffiziente Landbewirtschaftung zu fördern. Durch die regelmäßige Erfassung der Grundwasserverfügbarkeit und Übermittlung dieser Information an die Landwirte, können diese ihre Bewässerungsmaßnahmen effizient gestalten und Ernteauffällen vorbeugen. Schwierigkeiten entstehen, wenn die Grundwasserstände jedoch so weit sinken, dass auch Landwirten keine Genehmigung für die Nutzung des Grundwassers mehr gewährt wird (vgl. Umsetzungsziel U17 Seite 129). Aufgrund dessen ist es ratsam, mehrere Anpassungsmaßnahmen zur Förderung einer wassereffizienten Landbewirtschaftung zu ergreifen und verstärkt auf trockenresistente Anbaukulturen zu setzen.

Eine Anpassungsmaßnahme stellt daher auch die **Rückführung einer unangemessenen Landnutzung mit hohem Wasserbedarf** dar. Dies bedeutet, dass Agrarkulturen, die besonders viel Wasser benötigen, in Zukunft nur noch angebaut werden sollten, wenn die Bewässerung gesichert werden kann. Es ist davon auszugehen, dass dieser Fall im GMS besonders auf den Gemüseanbau zutrifft. Der Anteil dieser angebauten Agrarkulturen ist jedoch gering im Vergleich zu den Anbauflächen für Mais und Getreide.

Kommunen können zum Umsetzungsziel beitragen, indem sie folgende Maßnahmen ergreifen:

- Kommunale Beratungsangebote oder Schulungen/Workshops für Landwirte zum Thema effiziente Bewässerungsmethoden
- Finanzielle Anreize durch kommunale Subventionen oder Darlehen für Investitionen von Landwirten in wassereffiziente Bewirtschaftungsformen (z. B. Agroforst-Systeme)
- Kommunale Informationskampagne zu den Vorteilen der wassereffizienten Landbewirtschaftung und Risiken von klimawandelbedingter Trockenheit
- Kommunale Auflagen bzw. Regulierungen zur Nutzung der Ressource Wasser (siehe U17: Beschränkung von Genehmigungen zur Wasserentnahme, Seite 121)
- Kommunale Informationskampagne zu den Vorteilen der wassereffizienten

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: Vertragsnaturschutz nach der Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto), PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt); EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

Zuschüsse des MRL zur Errichtung gemeinschaftlicher Bewässerungsinfrastrukturen (Im GMS liegt nur die Kommune Berg in der förderfähigen Gemarkung)

Hinweis für Agroforst-Systeme:  
 Agroforst-Systeme können in im Rahmen der Förderung von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM), dem Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR), die Förderung Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) oder mittels der Bundesprogramme zur Förderung des Aufbaus von Humusaufbau und Bodenschutz oder das Bundesprogramm Biologische Vielfalt gefördert werden.

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X	X	X

Maßnahmen einer wassersparenden Bewirtschaftung können positive Auswirkungen auf den Boden haben, indem Verschlammung und Erosion reduziert werden. Außerdem wird der Bodenwasserhaushalt verbessert.

Negative Wechselwirkungen können bei zu intensiver Bewässerung entstehen, weil durch Auswaschungsprozesse Nährstoffe verstärkt in das Grundwasser gelangen können und die Bodenstruktur verändert werden kann.

Die Nutzung von Agroforst-Systemen ist eine multifunktionale Landnutzungsstrategie. Sie vereint Vorteile, da sie positive Auswirkungen auf den Wasserhaushalt (Verbesserung der Grundwasserqualität) und den Erosionsschutz ausübt und auch Lebensräume für Tiere und Pflanzen bietet. Zudem kann es zu einer ästhetischen Aufwertung des Landschaftsbildes kommen, die sich positiv auf die Lebensqualität auswirkt. Der Anbau von Werthölzern in Agroforst-Systemen kann zu Ertragssteigerung führen und hat somit positive Wechselwirkungen zur Forstwirtschaft.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- Pilotprojekt zur Reaktivierung kulturhistorischer Weiher im GMS

<b>Handlungsfeld: Landwirtschaft</b> Leitziel: Förderung und Entwicklung des Anbaus klimawandelangepassten Agrarkulturen <b>U22   U23: Förderung des Erosionsschutzes und der bodenschonenden Praxis auf landwirtschaftlichen Flächen sowie einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Landbewirtschaftung</b>	PRIORITÄT	
	hoch	sehr hoch

Verortung in Karte Handlungsprogrammkarte:

U22: Förderung des Erosionsschutzes



Steigende Niederschlagsintensitäten gefährden im GMS besonders erosive Böden in der Landwirtschaft. Anpassungsmaßnahmen können potenzielle Erosionsschäden und Humusverlust vorbeugen und dazu beitragen, die wertvolle Produktionsgrundlage „Boden“ langfristig zu sichern. Dafür sind besonders bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden mögliche Anpassungen an diese

Klimawandelfolge. Weitere Anpassungsmaßnahmen zur Abmilderung von Klimawandelfolgen in der Landwirtschaft sind auch ressourcenschonenden Bewirtschaftungsformen, die insbesondere fruchtbare Böden und Wasservorkommen nur in dem Maße zu nutzen, wie sie vor dem Hintergrund der klimawandelbedingten klimatischen Veränderungen auch zur Verfügung stehen.

**MASSNAHMEN**

Maßgeblich für die Umsetzung einer bodenschonenden Bearbeitung landwirtschaftlicher Flächen ist die **Gewährleistung der guten fachlichen Praxis**. Dabei sind folgende Methoden und Techniken zu beachten: Die Bodenbearbeitung sollte auf ein Minimum reduziert werden und bestenfalls pfluglos und konservierend erfolgen, weil dadurch die Bodenstruktur erhalten bleibt und die Bodenerosion minimiert wird. Auch der Anbau von Pflanzen ohne vorherige Bodenbearbeitung (Direktsaat) schützt die Bodenstruktur und reduziert den Bodenabtrag. Eine weitere Technik ist das Mulchsaatverfahren, bei dem ein organischer Körperschutz auf die Bodenoberfläche aufgebracht wird, um die Bodenerosion zu reduzieren und die Bodenstruktur und Feuchtigkeit zu erhalten. Zur natürlichen Verbesserung und zum Erhalt der Bodenqualität trägt ein regelmäßiger Wechsel zwischen unterschiedlichen Kulturen auf den landwirtschaftlichen Flächen bei (Fruchtwechsel). Auch der Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten trägt dazu bei, dass landwirtschaftliche Böden mit geeigneten Pflanzen in der Zeit zwischen der Ernte und dem Frühjahr bedeckt bleiben. Dadurch wird gerade in der häufig niederschlagsreichen Zeit von November bis Januar ein Bodenabtrag durch Niederschlagswasser vermindert. Zur guten fachlichen Praxis gehören auch regelmäßige Bodenanalysen, die den Zustand des Bodens und seine Bedürfnisse ermittelt und so Nährstoffmängel oder

Bodenprobleme frühzeitig aufdeckt. Landwirtschaftliche Flächen sollten außerdem nicht überdüngt werden, um die Bodenqualität zu erhalten. Der Einsatz von moderner Technologie kann ebenfalls zur Umsetzung der guten fachlichen Praxis beitragen. GPS-gesteuerte Maschinen oder Precision-Farming Methoden können dazu beitragen, dass Bodenbearbeitung und Düngung gezielter und effizienter eingesetzt werden und somit weniger Bodenerosion und eine bessere Bodenqualität erreicht werden können. Eine gute fachliche Praxis berücksichtigt auch Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung. Aus Sicht der Klimaanpassung ist dies ein besonders wichtiger Teilaspekt, weil sich im GMS aufgrund des Anstiegs der Winterniederschläge die Gefahr für Bodenverdichtung erhöht. Werden feuchte Böden falsch bearbeitet, kann es zu dauerhafter Bodenverdichtung kommen, und die Wasseraufnahmekapazität der Böden sowie das Risiko für Erosion und Überschwemmung erhöht sich dadurch. Auch die Standortbedingungen für Pflanzen verschlechtern sich und der Ernteertrag sinkt. Ein Praxisbeispiel für die Umsetzung der guten fachlichen Praxis hinsichtlich der Vermeidung von Bodenverdichtung ist die Verwendung von Maschinen mit bodenschonenden Raupenantrieb. Außerdem muss zukünftig eine noch stärkere Anpassung bzw. Orientierung der Anbau- und Nutzungsform an den natürlichen Standorteigenschaften wie die Bodenbeschaffenheit (z.B.



Bodenart, pH-Wert, verfügbare Mineralstoffe), das Wasserdargebot, die Temperatur, das Licht, den Wind, etc. erfolgen.



Bodenschonender Raupenantrieb (Quelle: UFA-Revue2020)

Zur Förderung des Erosionsschutzes sollte eine **Anpassung der Aussaat- und Anbautechniken auf erosionsgefährdeten Flächen** im GMS erfolgen. Die konkrete Umsetzung kann erfolgen, indem bspw. eine ausreichende Bodenbedeckung mittels Nutzpflanzen (Klee gras oder Luzerne statt der Reihenkultur Mais) oder Mulch sichergestellt wird. Dadurch wird der Abfluss von Regenwasser verlangsamt und Bodenerosion verhindert. Auch mithilfe von Quer- oder Konturpflügung<sup>17</sup> sowie das Anlegen von Erosionsschutzstreifen können Erosionsprozesse abgemildert werden. Erosionsschutzstreifen stabilisieren den Boden, speichern Wasser und sind besonders in Maisschlägen ein wirksames Mittel gegen Erosion. Auch die Begrünung von Tiefenlinien innerhalb von Ackerschlägen kann Erosion mindern.



Erosionsschutzstreifen (Quelle: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2023)

Bodenverlust im Umfeld von Gewässern kann mithilfe von Gewässerrandstreifen verhindert werden (siehe dazu U14, Seite 123). Weitere Möglichkeiten sind auch die **Veränderung der Düngepraxis**, bspw.

mittels der Verwendung von Gründüngung. Dabei werden Pflanzen gesät, die nicht geerntet werden, sondern dazu dienen, den Boden zu bedecken und zu nähren. Dies hilft, die Bodenqualität zu verbessern und Bodenerosion zu reduzieren.

Eine weitere Maßnahme zur Förderung des Erosionsschutzes ist die **Entwicklung und Durchführung von Erosionsmonitoring**. Aktuell erhalten Landwirte Informationen zur Erosionsgefährdung ihrer Flurstücke von Seiten des Landratsamtes Ravensburg (LRA RV). Damit in Zukunft auch der klimawandelbedingte Anstieg des Erosionsrisikos ausreichend berücksichtigt und an die Landwirte kommuniziert wird, könnten die Datengrundlagen des Erosionsrisikos aktualisiert und weitergegeben werden. Diese Maßnahme sollte zwischen dem GMS und dem Landwirtschaftsamt des LRA RV erfolgen und die Realisierbarkeit überprüft werden.

Eine Anpassungsmaßnahme zur Förderung des Erosionsschutzes ist die **Umstellung der Bewirtschaftungsform** auf stark von Erosion gefährdeten Ackerflächen. Die Form des ökologischen Landbaus ist dabei aufgrund der Fruchtfolgegestaltung mit einem hohen Anteil an Futterleguminosen und hohen Bodenbedeckungsgraden besonders geeignet.

Eine weitere strukturelle Maßnahme für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in der Landwirtschaft **könnten langfristige und gute Kompensationszahlungen an Landwirte und Gärtner** darstellen. Gemeint ist hierbei, dass die Zahlungen (kommunales Förderprogramm zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft) an Akteure ausgeschüttet werden, die gezielt Flächen aus der Bewirtschaftung nehmen, die im Sinne der Klimaanpassung eine wichtige Funktion erfüllen (z. B. Fläche Gewässerrenaturierung bzw. natürlicher Hochwasserschutz). Die Herausforderung der Finanzierung ist hier die entscheidende Frage, die geklärt werden muss.

Um Klimaanpassungsmaßnahmen wie Erosionsschutz und bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden auch an Praktiker zu kommunizieren und zu verstetigen, eignen sich Fortbildungen für Landwirte im Bereich Klimaanpassung. Diese werden als Maßnahme unter U39 benannt (siehe Seite 177).

<sup>17</sup> Anlegen von Terrassen oder das Pflügen entlang von Geländekonturen

Außerdem verpachten Kirchengemeinden und Kommunen landwirtschaftliche Flächen und stehen damit in der Verantwortung, das Thema Klimaanpassung dabei zu beachten. Kommunen können

bei der Verpachtung Maßnahmen zur Klimaanpassung, im Sinne einer angepassten Bewirtschaftungsweise, in den entsprechenden Pachtverträgen rechtlich verankern (siehe U34, Seite 166).

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Festsetzung von Ausgleichsmaßnahmen in Kooperation mit Landwirten und Gutschrift von Ökopunkten durch Erosionsschutzmaßnahmen wie Begrünungen (Erosionsschutzstreifen, Begrünung von Tiefenlinien)

**Fördermöglichkeiten:** Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl (FAKT), Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Naturschutzrechtliche Kompensationsmaßnahme im Rahmen der

Eingriffsregelung (Ökokonto), PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt); Agrarinvestitionsförderungsprogramm (AFP), Förderung von Investitionen in kleinen landwirtschaftlichen Betrieben (IkIB), Förderung Beratung landwirtschaftlicher Betriebe (Beratungsmodule Klimaschutz und Klimawandelanpassung); EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X		X

Der ökologische Landbau wird seitens der Politik gefördert, ist im GMS aber stets auch vor dem Hintergrund der hohen Konkurrenzsituation des Weltmarkts zu sehen. Der Faktor Mensch und letztendlich auch die Konsumententscheidung der Endverbraucher tragen maßgeblich dazu bei, ob eine nachhaltige und ökologische Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen rentabel und umsetzbar ist.

Maßnahmen zum Boden- und Erosionsschutz in der Landwirtschaft tragen nicht nur zur Klimaanpassung bei, sondern auch zum zur Bewahrung der

natürlichen bzw. standorttypischen Bodenfunktionen wie der Bodenfruchtbarkeit, Wasserspeichermöglichkeit und Lebensraumfunktion bei. Die Vermeidung von übermäßiger Düngung von landwirtschaftlichen Flächen hat z. B. positive Auswirkungen auf das Grundwasser, weil somit Nährstoffeinträge vermieden werden. Erosionsschutzstreifen oder Gewässerrandstreifen können für viele Arten wertvolle Lebens- und Rückzugsräume darstellen und so zur Biotopvernetzung beitragen. Zudem bereichern sie die Strukturvielfalt und das Landschaftsbild, was wiederum den Erholungswert der Landschaft für den Menschen erhöht.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

• **Flurspaziergang des „boden:ständig“-Projekts in Fuchstadt** für Interessierte: Im Rahmen eines Spaziergangs wurden im Gebiet verschiedene Anbauverfahren verglichen und deren Beitrag zum Erosionsschutz diskutiert. Je nach Anbauverfahren kann ein Ackerboden mehr oder weniger Wasser aufnehmen. Dies wurde den Teilnehmenden mit einem Regensimulator demonstriert. Der Einfluss unterschiedliche Praktiken der Bodenbearbeitung und des Zwischenfruchtanbaus auf die Erosionsanfälligkeit von Ackerböden wurde deutlich.



Regensimulator (Quelle: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kitzingen-Würzburg 2023)

• **Projektidee:** Kommunales Förderprojekt für landschaftsstrukturelle Maßnahmen: z. B. Heckenförderung für den Erosionsschutz und zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der (Agrar-)Landschaft.

**Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft**

Leitziel: Erhalt und Entwicklung klimastabiler Zukunftswälder

**U24|U27: Förderung eines klimaangepassten Waldumbaus und Reduktion des Waldbrandrisikos**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

Verortung in Karte Handlungsprogramm-  
 karte: U24 | U27:



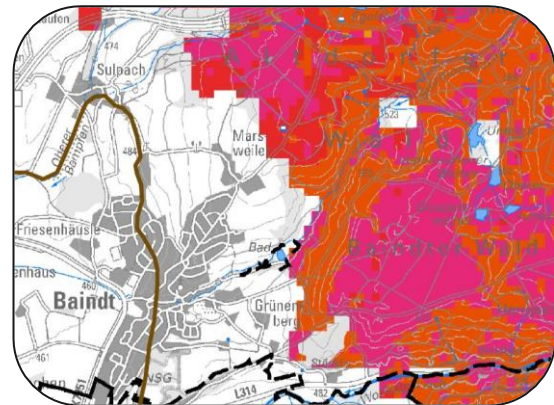
Die Wälder im GMS erfüllen vielfältige Ökosystemdienstleistungen für den Menschen und sind ein wichtiger Lebens- und Rückzugsraum für Tiere und Pflanzen. Sie werden in Zukunft besonders stark unter den Folgen des Klimawandels leiden und viele Bereiche im GMS gelten als hoch vulnerabel aufgrund der vorkommenden Baumartenzusammensetzung, Trockenheitstoleranz, Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Sturmwurfgefährdung.

Um diese Waldflächen gegenüber Klimawandelfolgen zu stärken, sind Maßnahmen eines klimaangepassten Waldumbaus notwendig. Nur so können die Wälder auch in Zukunft ihre vielfältigen Funktionen erfüllen. Maßnahmen zur Entwicklung klimaangepasster Wälder mindern auch das Waldbrandrisiko. Im GMS sind außerdem viele vulnerable Waldflächen auch gleichzeitig wichtige Erholungswälder für den Menschen.

**MASSNAHMEN**

**Förderung eines klimaangepassten Waldumbaus**

Um einen klimaangepassten Waldumbau umzusetzen, sollten **sukzessiv Investitionen in den Baumartenwechsel auf bestehenden Waldflächen** vorgenommen werden. Dafür sollten überwiegend **klimaresiliente und standortgeeignete Hauptbaumarten** gepflanzt werden. Im GMS sind daher Baumarten mit einem hohen Anpassungspotenzial an Trockenheit, Hitze, Sturm oder Schaderregerbefall erforderlich. Je nach Standort kann sich die konkrete Baumartenwahl unterscheiden und sollte daher mit den Informationsgrundlagen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) abgeglichen werden. Erste Hinweise können die Baumeignungskarten für den Landkreis Ravensburg liefern (*siehe hier*). Sie liefern wichtige Hinweise für die Baumarteneignung von Fichte, Buche, Tanne und Eiche für die Zeitschnitte 2019, die nahe Zukunft (2021 bis 2050) und die ferne Zukunft (2071 bis 2100). Diese Informationsgrundlage kann als waldbauliche Entscheidungsgrundlage für die Baumartenwahl genutzt werden. Ein aktiver Waldumbau hin zu klimastabilen Mischwäldern reduziert gleichzeitig auch das Waldbrandrisiko.



Ausschnitt „Baundt“ Baumeignungskarte, Teilkarte Landkreis Ravensburg West für die Baumart Fichte (RCP-Szenario 8.5 für die Periode 2021-2050) (Quelle: FVA 2019)

Für eine gelungene Umsetzung eines klimaangepassten Waldumbaus ist auch die Bereitstellung von **Informations- und Sensibilisierungsangeboten zum klimaangepassten Waldumbau für (Privat-) Waldbesitzer** wichtig. Für Waldbesitzer im GMS bietet das Kreisforstamt Ravensburg ein kostenloses Beratungs- und Betreuungsangebot an (*siehe hier*).

Die **Pflanzung von klimaangepassten und standortheimischen Baumarten** ist auch bei der **Anlage neuer Waldflächen** zu beachten. Bei der Umsetzung sollte auf eine größere Baumartendiversität geachtet werden, weil dies ebenfalls zur Entwicklung klimaangepasster Wälder beiträgt und das

Risiko bei Ausfällen einzelner Baumarten reduziert (=Risikostreuung durch Baumartendiversifizierung).

Eine weitere Maßnahme für einen klimaangepassten Waldumbau ist die **Vorausverjüngung<sup>18</sup> durch Voranbau bzw. die Naturverjüngung<sup>19</sup>**. Dies dient der Klimaanpassung im GMS, weil dadurch die negativen Aspekte (u.a. erhöhtes Bodenerosionsrisiko, reduzierter Wasserrückhalt) die mit Kahlflächen verbunden sind, vermieden werden können und das bodennahe Klima davon profitiert. In der Umsetzung sind Verfahren der Naturverjüngung ein geeignetes Mittel zur Klimaanpassung von Bäumen, sofern klimaresiliente, mehrheitlich standortheimische Baumarten in der Waldfläche vorkommen. Naturverjüngte Pflanzen besitzen eine hohe genetische Diversität und einen Standortvorteil.



Dichte Naturverjüngung (Quelle: Harthun, M. 2022)

Insgesamt kann der klimaangepasste Waldumbau im Kommunal- und Staatswald im GMS als Leitbild in der **forstlichen Planung (Forsteinrichtungswerk)** festgeschrieben werden (weitere Erläuterung siehe U34, Seite 166).

### Reduktion des Waldbrandrisikos

Maßnahmen zur Reduktion des Waldbrandrisikos sind besonders auf vulnerablen Waldflächen im GMS anzustreben (siehe Verortungshinweis). Die **Anlage von Teichen in Wäldern zur Verbesserung der Löschwasserversorgung** hilft nicht nur im Falle

eines Waldbrandes, sondern dient auch der Erhöhung des Wasserrückhalts im Wald (vgl. U11, Seite 117). Im GMS sind für diese Maßnahme auch besonders die ehemaligen kulturhistorischen Weiherstandorte interessant (vgl. Erläuterungen und Projektidee zur Reaktivierung der kulturhistorischen Weiherlandschaft im GMS, siehe Seite 118). Neben dem Ausbau von Wasserentnahmestellen sollte auch deren Kartierung sichergestellt werden und ggf. mit Wegweisern im Wald ergänzt werden.

Auch die **Anlage von Waldbrandschneisen** reduziert die Gefahr eines Totalverlusts an Waldflächen im Schadensfall für Natur und Mensch. Waldbrandschneisen sollten so angelegt werden, dass die Ausbreitung von Feuer verhindert und Bebauung in Waldnähe geschützt wird. Für die Umsetzung von Waldbrandschneisen können im Sinne der Prävention sogenannte Wundstreifen angelegt werden, die von entzündlichen Materialien freigehalten werden. In Baden-Württemberg sind Eigentümer oder Pächter dazu verpflichtet, Maßnahmen zur Unterbindung der Brandausbreitung vorzunehmen. Die Wirksamkeit der Waldbrandschneisen ist nur gegeben, wenn eine ausreichende Pflege (Entfernen der nachwachsenden Vegetation) sichergestellt wird.



Wundstreifen (Quelle: EURO-WALDBRAND 2023)

Weiterführend kann als Präventionsmaßnahme auch das **Waldbrandmonitoring** (z. B. durch Drohnen-Befliegung für die Ermittlung von Waldschäden) dazu dienen, das Waldbrandrisiko zu senken und Schäden zu reduzieren.

<sup>18</sup> Vorausverjüngung (oder auch Vorverjüngung) ist eine zum Zeitpunkt der Einleitung der Endnutzung (Ernte) des Altbestandes gesichert etablierte Verjüngung, die im Schnitt wenigstens 5 Jahre alt ist (Quelle: <https://www.klimaanpassungswald.de/service/glossar>).

<sup>19</sup> Naturverjüngung bezeichnet einen aus natürlichem Samenfall oder Eintragung durch Tiere und Ansamung entstandenen Jungpflanzenbestand [im Gegensatz zu Kunstverjüngung aus Saat oder Pflanzung] (Quelle: ebd.).

Damit die Gefahr für Waldbrände auch an die Bürgerschaft, Waldbesitzende, Feuerwehr und sonstige Akteure kommuniziert wird, ist die **Veröffentlichung von Informationen zum Waldbrand(-risiko)** wichtig (siehe U39, Seite 177). Aktuell kann der Waldbrandgefahrenindex (WBI) des Deutschen Wetterdiensts als Informationsgrundlage dienen, um das meteorologische Potenzial für die Gefährdung durch Waldbrand einzuschätzen. Außerdem arbeitet die Landesregierung Baden-Württembergs an einer „Plattform für Waldbrandmanagement BW“. Da rund 90 Prozent der Waldbrände menschengemacht sind, spielt die Aufklärung zu Waldbrand für Waldbesuchende eine wichtige Rolle. Die Umsetzung dieser Informationsvermittlung und Sensibilisierung kann in Form von Schildern zu Waldbrandursachen oder zum aktuellen Waldbrandindex erfolgen.

*Hinweis: Das Kreisforstamt erwartet für den GMS zeitnah die Bereitstellung von Waldbrandkarten.*



Warnschild Waldbrand (Quelle: FVA 2019)

**Kommunen** können das Waldbrandmanagement ebenfalls **unterstützen**, indem sie zum Beispiel die Feuerwehren und Forstpartien mit moderner Technik oder Spezialfahrzeugen ausstatten. Kooperationen mit dem Landkreis Ravensburg sind hierfür anzuregen. Außerdem können Kommunen Demonstrationsflächen zur Darstellung präventiver Brandschutzmaßnahmen bereitstellen. Thematisch kann auf diesen Flächen Prävention durch Technik und Waldbau, Waldbrandriegel, Pufferzonen oder Wundstreifen veranschaulicht werden.

Weitere Anpassungsmöglichkeiten sind die **Spernung von Grillplätzen** bei hohen WBI oder **Kontrollgänge von Risikoorten** mit einer Ausrüstung für die Erstbekämpfung von Waldbränden, die von der Feuerwehr oder kommunalen Forst-Rangern (vgl. U37, Seite 175) durchgeführt wird.



Von der Stadt gesperrte Grillstellen im Karbener Wald (Quelle: Wetterauer Zeitung 2020)

Darüber hinaus kann auch der **Gemeindeverband Mittleres Schussental als Informationsschnittstelle** für die Zusammenarbeit von Forstbehörden, Mitgliedskommunen und Feuerwehren fungieren. Im Zuge dieser Zusammenarbeit kann bspw. der Bedarf an Waldbrandschulung von Forstwirtschaftler ermitelt werden.

Zur Verstärkung und planerischen Sicherung kann ein **Waldbrandmanagementplan erstellt und ggf. auch in die forstliche Planung (Forsteinrichtungswerk) integriert** werden. Er bietet eine Struktur über die Priorisierung und Sicherheit in der Waldbrandvorsorge.

Eine weitere Anpassungsmaßnahme zur Reduktion der pot. Schäden durch Waldbrände ist die Erstellung von Risikokarten, die gefährdete Schutzgüter und schnell brennbare Waldflächen darstellen. Im GMS sollte dafür besonders die **Gefährdungslage für Waldkindergärten geprüft und ggf. Schutzmaßnahmen erarbeitet** werden. Hier könnten Waldbrandübungen in Kooperation mit der Feuerwehr ein geeignetes Instrument zur Anpassung darstellen.



Feuer im Waldkindergarten (Quelle: Koch 2021)

Privatwaldbesitzer können auch den **Abschluss einer Waldbrandversicherung** prüfen.

### Hinweise für die (verbindliche) Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Planerische Sicherung von waldbrandgefährdeten Objekten (z. B. Klär-, Biogasanlagen, Scheunen, Stallungen, etc.) durch Einrichtung von Grünriegeln oder Wiesen um die Objekte herum; ggf. Festsetzungen in den Bebauungsplänen.

**Fördermöglichkeiten:**

Bundesprogramm Biologische Vielfalt; Förderprogramm Klimaangepasstes Waldmanagement für kommunale und private Waldbesitzende; Nachhaltige Waldwirtschaft (NWW) Teil F - Förderung zur Bewältigung der Folgen von Extremwetterereignissen im Wald, Nachhaltige Waldwirtschaft (NWW)

Teil E - Förderung von Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes im Wald, Umweltzulage Wald (Flächenpauschale für Erhaltungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen des günstigen Erhaltungszustandes von FFH-Waldlebensraumtypen), Förderhinweise für Privatwaldbesitzer: „Privatwaldbetreuung und -förderung in Baden-Württemberg - Informationen für Waldbesitzende (Stand 09/2022)“

EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X	X	X

Die Umsetzung eines klimaangepassten Waldumbaus hat verschiedene Wechselwirkungen und Auswirkungen auf die Umwelt, das Ökosystem und die Gesellschaft zu Folge. Durch den Waldumbau kann sich die Artenzusammensetzung im Wald verändern, was Auswirkungen auf die Nahrungsketten und das Ökosystem haben kann. Wird zum Beispiel eine Vorausverjüngung durch Voranbau bzw. Naturverjüngung mindestens 5 Jahre vor der Ernte des Bestands angestrebt, dann ist dies auch ein Zugewinn für die Biodiversität im Wald aufgrund der Etablierung einer zweiten Baumschicht. Auch die Bodenbeschaffenheit und der Wasserhaushalt können dadurch positiv beeinflusst werden. Außerdem kann ein klimaangepasster Waldumbau dabei helfen, den Wald und seine Ökosystemleistungen zu erhalten und den Klimawandel abzumildern. Gleichzeitig kann der Waldumbau auch Auswirkungen auf das Klima selbst haben, z. B. indem er Treibhausgase speichert oder freisetzt. Der Waldumbau kann auch Auswirkungen auf die Freizeitnutzung des Waldes haben. Für die Forstwirtschaft hat ein klimaangepasster Waldumbau auch Auswirkungen auf die Holzwirtschaft und andere damit verbundene Branchen, wie z. B. die

Papierindustrie. Auch die Verfügbarkeit und der Preis von Holz können sich dadurch ändern.

Maßnahmen zur Reduktion des Waldbrandrisikos können sich auf den Schutz von Menschenleben, von Tieren und Pflanzen, von Infrastruktur und Gebäuden und auf den Schutz vor wirtschaftlichen Einbußen auswirken und darüber hinaus auch zur Verbesserung der Waldgesundheit beitragen. Bspw. können landwirtschaftliche Folgeschäden durch Waldbrände entstehen. Erfolgt ein klimaangepasster Waldumbau und werden im Zuge dessen Waldränder, die direkt an Ackerflächen angrenzen, naturnah aufgeforstet, dann reduziert sich das Schadensrisiko für die angrenzenden Ernteflächen der Landwirtschaft.

Negative Wechselwirkungen können entstehen, wenn durch waldbauliche Maßnahmen wertvolle Waldbiotope geschädigt oder das Landschaftsbild des Waldes beeinträchtigt wird. Gleichzeitig können sich Auflichtungen mittels Waldbrandschneisen auch positiv auf die Biodiversität auswirken (solange sie nicht als Wundstreifen ausgeführt werden), weil eine intensive Durchmischung von Kleinlebensräumen entsteht und daraus eine äußerst hohe Artenvielfalt auf kleiner Fläche resultiert.

## PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Bannwald „Schmalegger Tobel“:** Der Bannwald ist ein Beispiele für erfolgreiche natürliche Waldentwicklung.
- **Informationsveranstaltungen für Waldbesitzende:** Zum Beispiel „Die Douglasie als Alternative im Klimawandel? - Informationen zu Standortsansprüchen, Gefährdungen und Behandlung der Douglasie“ des Kreisforstamts Ravensburg.
- **Projektidee: Einrichtung von Referenzflächen mit dauerhaft natürlicher Waldentwicklung zur Erforschung der Anpassungsfähigkeit des Waldes im GMS**

*Hinweis: Darüber hinaus können auch lokal vorhandene Naturschutzkonzepte wie z. B. Beweidungsprojekte mit dem präventiven Waldbrandschutz verschmolzen werden. Relevante Akteure könnten hier der Landschaftserhaltungsverband Landkreis Ravensburg e.V. und das Kreisforstamt Ravensburg sein.*

**Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft**

Leitziel: Erhalt und Entwicklung klimastabiler Zukunftswälder

**U25: Sicherung der Erholungsfunktion von Wäldern**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsschemakarte:**



Die Wälder im GMS erfüllen vielfältige Ökosystemdienstleistungen für den Menschen und viele Bereiche im GMS gelten als hoch vulnerable aufgrund der vorkommenden Baumartenzusammensetzung, Trockenheitstoleranz, Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Sturmwurfgefährdung. Viele dieser vulnerablen Waldflächen sind auch

gleichzeitig wichtige Erholungswälder für den Menschen. Erholungswälder finden sich im siedlungsnahen Umfeld und dienen überwiegend der Naherholung. Maßnahmen eines klimaangepassten Waldumbaus dienen auf diesen Flächen dem Erhalt dieser Waldfunktion.

**MASSNAHMEN**

Um die Erholungsfunktion der Wälder zu sichern, müssen Maßnahmen zum klimaangepassten Waldumbaus (siehe U24, Seite 143) und Maßnahmen zur Reduktion des Waldbrandrisikos (siehe U27, Seite 144) konsequent verfolgt werden, damit die Wälder von morgen gegen Klimawandelfolgen gerüstet sind und keine oder nur geringe Schäden bei Extremwetterereignissen, Dürreperioden oder Schädlingsbefall davontragen.

Werden Erholungswälder langfristig nicht rechtzeitig klimaangepasst umgebaut, dann kann es zu Waldschäden, Folgekosten und Beeinträchtigung von Erholungsinfrastruktur kommen.

Kommunen oder weitere Akteure können im Bereich Forst regelmäßig **Überprüfungen der Waldbestände** durchführen und **auf Schäden** prüfen. Aufgrund des klimawandelbedingten Anstiegs für Extremwetterereignisse kann es vermehrt dazu kommen, dass in Erholungswäldern die freizeitbezogene Infrastruktur beschädigt wird. Bspw. Sturmschäden an Schutzhütten, Bänken oder Schäden auf Rad- und Wanderwegen durch heruntergefallene Äste oder sturzflutartigen Starkregenschauer in Hangwäldern.



Abgestorbene Fichten nach Borkenkäferbefall mit Erholungsinfrastruktur „Flyline“ (Quelle: Wald und Holz NRW 2022)

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: siehe U24 (Seite 143) und U27 (Seite 145)

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X					X	

Erholungsnutzung weiterhin zur Verfügung stehen. Dies wäre nicht der Fall, wenn sie aufgrund von klimawandelbedingten Extremwetterereignissen zerstört werden würden. Weitere Wechselwirkungen werden unter U24 und U27 erläutert (siehe Seite 143).

Werden Erholungswälder für den Menschen gesichert, kann dies positive Wirkung auf die menschliche Gesundheit haben. Der Grund dafür ist, dass nur gesunde, klimastabile Wälder für die

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE: -**



**Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft**

Leitziel: ERHALT UND ENTWICKLUNG KLIMASTABILER ZUKUNFTSWÄLDER

**U26: Förderung der bodenschonenden Waldbewirtschaftung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsschemakarte:**



Waldgebiete im GMS werden in Zukunft vermehrt mit Wetterextremen konfrontiert, wie beispielsweise Starkregen. Da die Niederschlagsintensität an einzelnen Tagen im GMS deutlich höher ausfallen wird sind Waldflächen besonders wichtig, um diese Niederschlagsmengen versickern zu können. Diese wichtige Retentionsfunktion der Wälder, und die Wasseraufnahmekapazität der Waldböden im Speziellen muss langfristig gesichert werden. Um dies leisten zu können, gilt es insbesondere Waldbestände zu sichern und die Bodenverdichtung im Wald zu begrenzen. Mögliche Anpassungsmaßnahmen sollten dem Schutz verdichtungsgefährdeter Waldböden dienen und die Stabilität der Waldbestände sowie des Waldbodens sichern. In den von der FVA kartierten Bodenschutzwäldern ist die

angepasste waldbauliche Behandlung besonders bedeutsam. Um die Funktionen der Waldböden zu erhalten, sollten vor allem Kahlschläge vermieden werden. Eingriffe wie Erschließungs- oder Holzrückverfahren sollten besonders pfleglich und behutsam erfolgen.



*Bodenschäden im Wald (Quelle: Redaktion LWF 2013)*

**MASSNAHMEN**

Eine bodenschonende Waldbewirtschaftung kann umgesetzt werden, indem bevorzugt Baumarten angepflanzt werden, die gut an den Standort angepasst sind und zu einem kräftigen Wurzelsystem führen. Auswahl der „richtigen“ (also klimangepassten) Baumarten ist gleichzeitig auch Bestandteil der Maßnahmen unter U24 (siehe Seite 143). Außerdem werden Waldböden geschont, indem auch der Wurzelbereich bei der Durchführung von Waldarbeiten geschützt wird.

Eine weitere Maßnahme ist die **Vermeidung von Bodenversiegelung bzw. -verdichtung**. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Boden nicht durch schwere Maschinen verdichtet oder Baumaterialien versiegelt wird. Die Verringerung der Feinerschließung oder der Befahrungintensität bspw. kann die Wasserrückhaltekapazität von Waldböden verbessern.

Wasserrückhalt im Wald und schützen damit vor Sturzfluten und Erosionsprozessen. Im GMS ist bspw. der Waldbereich des Schmalegger und Rinckenburger Tobels besonders von der bewegten Geländemorphologie und dem geologischen Untergrund, der sogenannten Obere Süßwassermolasse, geprägt. Diese ist der Erosion durch Wasser besonders ausgeliefert. Daher sind hier Bodenschutzmaßnahmen sowie Hinweise für Erholungsuchende wichtig. Wenn klimawandelbedingt starke Regenfälle diese Böden aufweichen, kann es zu Hangbewegungen oder Rutschungen kommen, die bspw. auch die dort vorhandenen Wanderwege beschädigen können.

Maßnahmen zum Schutz des Waldbodens sind in diesem Zusammenhang auch Maßnahmen zum Schutz der Funktionsfähigkeit von Erholungswäldern im GMS (vgl. U25, Seite 148).

Maßnahmen zur Pflege und zum **Erhalt einer Humusaufgabe sowie der Bodenvegetation**, die eine schnelle Ableitung von Niederschlägen in den Waldboden begünstigt und zur Vermeidung von oberflächlichem Abfluss beitragen, fördern den



Ausschnitt aus der Handlungsprogrammkarte - Schmalegger und Rinkenburger Tobel (Quelle: HHP 2023)

Für den Bodenschutz im Wald ist es wichtig, die Bodenbelastung zu begrenzen, indem z. B. schwere Maschinen nur bestimmte Wege befahren dürfen. Die **Gewährleistung der guten fachlichen Praxis beim Einsatz schwerer Maschinen im Wald** ist für den Bodenschutz ebenfalls wichtig.

Auch der **Einsatz von technischen Maßnahmen zur Minderung des Reifendrucks auf den Waldboden** (bspw. „Bogie-Bänder“) kann dazu beitragen, Bodenverdichtung im Wald zu vermeiden.



Einsatz von Bogie-Bändern (Quelle: PHILIPP Forst Werkzeuge GmbH 2023)

In diesem Zusammenhang ist es auch förderlich, wenn **Rückegassen bodenschonend angelegt** werden. Zur Umsetzung gehört die Vergrößerung der Rückegassenabstände, da so die Bodenverdichtung im Wald begrenzt und die Stabilität des Bodens erhalten wird. Bei Neuanlagen sollten diese Fahrlinien im Wald mindestens 30 Meter und bei verdichtungsempfindlichen Böden mind. 40 Meter voneinander entfernt liegen. Außerdem sollte das Kronenmaterial der entnommenen Bäume auf den

Rückegassen gesammelt werden. Diese „Reisigmatte“ puffert wie ein natürliches Polster den Druck von Maschinen und schont so die Stabilität des Waldbodens und seine Durchwurzelung. Bäume am Rand der Rückegassen sind dadurch weniger sturmwurfgefährdet.



Rückegasse mit Reisigmatte (Quelle: Wald-Prinz 2012)

Eine weitere Maßnahme zur Förderung der bodenschonenden Waldbewirtschaftung ist die Verwendung von schonenden Verfahren der Waldbewirtschaftung. Dafür können **Sonderformen der Waldernte genutzt werden**. Bspw. kann eine Stehendbaumfällung mit dem Helikopter durchgeführt werden (Heli-Logging) oder spezielle Pferde zum Holzrücken im Wald eingesetzt werden. Der Einsatz dieser Sonderformen der Waldernte stellen jedoch keine Maßnahmen dar, die flächendeckend im GMS wirken können. Daher sollte der Einsatz vor allem in besonders sensiblen Waldgebieten mit empfindlichen Böden zum Einsatz kommen. Sogar im Koalitionsvertrag der Bundesregierung ist die Förderung von Rückepferden festgeschrieben, um Wälder naturnah zu bewirtschaften und Waldböden zu schonen.



Rückepferd im Odenwald (Quelle: SWR4 BW Regional 2022)

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: Förderprogramm Klimaan-  
 gepasstes Waldmanagement für kommunale und  
 private Waldbesitzende; Nachhaltige Waldwirt-  
 schaft (NWW) Teil F - Förderung zur Bewältigung  
 der Folgen von Extremwetterereignissen im Wald,  
 Nachhaltige Waldwirtschaft (NWW) Teil E - Förde-  
 rung von Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes

im Wald, Umweltzulage Wald (Flächenpauschale  
 für Erhaltungs- und Wiederherstellungsmaßnah-  
 men des günstigen Erhaltungszustandes von FFH-  
 Waldlebensraumtypen), Förderungen für Privat-  
 waldbesitzer: „Privatwaldbetreuung und -förde-  
 rung in Baden-Württemberg - Informationen für  
 Waldbesitzende (Stand 09/2022)“; EU-Förderpro-  
 gramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environ-  
 nement)

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
		X	X		X	X

Waldböden und trägt somit auch zum Erreichen  
 des Umsetzungsziels U11 (vgl. Seite 117 ) bei.

Die Verringerung der Verdichtung von Waldböden  
 trägt verbessert die Wasserrückhaltekapazität von

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- **Pilotprojekt Rückeferde im Holzeinschlag im Altdorfer Wald:** Forst BW erprobt im Forstrevier Vogt die erfolgreiche Zusammenarbeit von Rückeferden und modernen Vollerntern.

## Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft

Leitziel: Entwicklung klimaangepasster Waldökosysteme und Erhalt der Lebensraumfunktion im Wald

### U 28: Sicherung und Entwicklung bedeutsamer Waldbiotope und -habitats


PRIORITÄT


hoch


sehr hoch

Verortung in Karte Handlungsschemakarte:


#### SICHERUNG

 klimasensitive Waldbiotope

 sonstige Waldbiotope

 Stärkung von Lebensstätten heimischer Krebse

#### ENTWICKLUNG

 Entwicklungspotenziale für Lebensräume auf feuchtegeprägten Böden

Die Wälder im GMS beheimaten vielfältige Biotop- und Habitatstrukturen, die zum Teil auch hoch sensitiv gegenüber Klimawandelfolgen reagieren. Die Sicherung von gefährdeten Habitaten und Biotopen ist entscheidend für den Erhalt der an den Wald gebundenen Biodiversität. Dabei dient besonders die Entwicklung strukturreicher Wälder dem Erhalt von Lebensräumen. Aus naturschutzfachlicher Sicht sollten die Anpassungen im GMS auf die Stabilisierung klimasensitiver Lebensräume im Wald abzielen und waldbauliche und habitatverbessernde Maßnahmen beinhalten. Dabei sind

#### MASSNAHMEN

Bei der Sicherung bedeutsamer Waldlebensräume ist der Schutz von klimasensiblen Waldbiotopen (vor allem Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie und gefährdete Wald-Biotoptypen der Roten Liste) besonders wichtig im GMS, weil sie hochwertige Habitats darstellen. Für die Umsetzung sollten betroffene Waldbiotope und Waldlebensräume weiterhin geschützt und erhalten werden, indem sie **ausreichend bei der forstlichen Planung und den Betriebszielen berücksichtigt** werden. Vor diesem Hintergrund sind bei Maßnahmen zum Waldumbau und Baumartenwechsel (siehe U24, Seite 143) auch Baumarten und Ökotypen aus Mitteleuropa oder südlich angrenzenden Gebieten (z. B. heimischer Stiel- und Traubeneiche, Flaumeiche, Zerreiche, Esskastanie) zu bevorzugen.

Eine Entwicklungsmaßnahme ist die **Reaktivierung von historischen Nutzungsstrukturen (z. B. Mittel-, Nieder- oder Hutewälder) in Wäldern**. Von

insbesondere die Wald-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie sowie die gefährdeten Wald-Biotoptypen der Roten Liste vorrangig zu betrachten. Im GMS zählen zu den „zu sichernden“ klimasensitiven Waldlebensräume bspw. die Lebensraumtypen „Auenwälder mit Erle, Esche und Weide, Fließgewässer mit flutender Wasservegetation oder auch der Waldmeister-Buchenwald“. Diese sind beispielsweise im Bereich südöstlich von Baienfurt großflächig im FFH-Schutzgebiet „Altdorfer Wald“ zu finden.

besonderer Bedeutung sind besonders die ehemaligen bzw. heute allenfalls extensiv bewirtschafteten Mittelwälder, weil sie naturschutzfachlich bedeutsam sind. Diese lichten Wäldern (ggf. mit Eichenbestand) weisen ein hohes Maß an Biodiversität auf, weil auf initiale ökologische Störungen eine Dynamisierung folgt und dadurch die Strukturvielfalt und somit auch Biodiversität erhöht wird. Offenwaldstrukturen aus dem Zielartenkonzept des Landkreis Ravensburg sind in der Verortungsschraffur „Sonstige Waldbiotope“ mit enthalten.

Die Umsetzung der Sicherung bedeutsamer Waldlebensräume kann erfolgen, indem besonders die im GMS **bestehenden Habitatbaumgruppen<sup>20</sup> und Waldrefugien<sup>21</sup> gesichert werden** (Verortung dieser Schutzelemente erfolgte unter „sonstige Waldbiotope“). Besondere Eingriffe in Habitatbaumgruppen können aufgrund des Klimawandels erforderlich sein, wenn bspw. ein Borkenkäferbefall

<sup>20</sup> Habitatbaumgruppen (HBG) sind ein zentrales Schutzelement des AuT-Konzepts. Eine Habitatbaumgruppe besteht aus einem oder mehreren Bäumen (ca. 15) mit besonderen Habitatstrukturen (z. B. Astlöcher), die durch ihr fortgeschrittenes Alter und die dadurch entstehende Strukturierung ein eigenständiges Ökosystem für eine Vielzahl von Tier-, Pflanzen- und Pilzarten

bietet. Bäume einer Habitatbaumgruppe verbleiben bis zum natürlichen Absterben auf der Fläche.

<sup>21</sup> Waldrefugien sind auf Dauer eingerichtete Waldflächen von in der Regel einem bis drei Hektar Größe, die ihrer natürlichen Entwicklung bis zum Zerfall überlassen werden.

innerhalb einer Habitatbaumgruppe zu einer Gefahr für angrenzende Privatwaldflächen wird. Treten solche oder ähnliche Fälle im GMS auf, dann sollte geprüft werden, ob die Habitatbaumgruppe bestehen bleiben kann oder die Ausweisung einer Ersatz-Habitatbaumgruppe notwendig ist. So kann die Sicherung dieser bedeutenden Waldlebensräume auch im Zuge klimawandelbedingter Herausforderungen umgesetzt werden.



Beschilderung Habitatbaum (Quelle: habitatbaum.com 2023)

Die Sicherung von Waldrefugien oder Habitatbaumgruppen kann auch mithilfe von Beschilderung an Stellen mit hoher Besucherfrequenz erfolgen. Dies ist darüber hinaus auch eine Art, die Umweltbildung und Sensibilisierung der Bevölkerung zu stärken (siehe U39, Seite 177).

Eine weitere Maßnahme zum Schutz von Waldlebensräumen ist, dass man den **Anteil an Alt- und Totholz im Wald erhöht** und somit die Biodiversität im Wald fördert. Das Totholz sollte nur an geeigneten Stellen im Wald belassen werden. Ungeeignet sind Waldbrandschneisen (siehe U27, Seite 144).



Totholz mit Pilzfruchtkörpern (Quelle: FVA 2017)

Für die Umsetzung im Staatswald ist das geeignete Instrument zur Umsetzung das integrative Alt- und Totholzkonzept (AuT-Konzept). Im Kommunal- und Privatwald dient die Ausweisung von Waldrefugien als Anreiz-System, um Totholz im Wald zu belassen und so zu fördern.

Im Zuge des Klimawandels und den damit einhergehenden Veränderungen der Waldlebensräume kann es in Zukunft im GMS auch wichtig sein, **neu auftauchende FFH-Arten und FFH-Lebensraumtypen im Wald zu erfassen und ggf. Schutzmaßnahmen zu ergreifen**. Für die Umsetzung ist es notwendig, bei neu einwandernden Arten die Schutzwürdigkeit systematisch zu überprüfen, in das naturschutzfachliche Informationswesen miteinbeziehen und ggf. Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Schutzmaßnahmen können in der konkreten Durchführung die Bereitstellung, der Erhalt oder die Gestaltung von Lebensräumen sein. Dafür ist die Berücksichtigung in der Managementplanung notwendig. Die Schutzverantwortung für diese „neuen“ Arten sollte auch im Zuge von Eingriffsverfahren berücksichtigt werden. Des Weiteren sollten die west- und südwesteuropäischen Waldlebensraumtypen der FFH-Richtlinie, deren klimatisch geeigneter Raum sich nach Deutschland ausdehnen wird, aktiv gefördert und entwickelt werden.

Für den Schutz bedeutsamer Waldbiotope und Waldhabitats ist im GMS auch die **Sicherung und Entwicklung von Feuchtlebensräumen im Wald** besonders bedeutsam, da der Klimawandel sich auf diese Lebensräume verstärkt negativ auswirken wird.

Für die *Sicherung* sind klimasensitive feuchte Waldbiotope, wie zum Beispiel die kleinflächigen Moorwälder im GMS sowie die etwas häufiger vorkommenden Auwälder, besonders wertvoll. Sie stellen wichtige Lebensräume für spezialisierte Tiere und Pflanzen dar. Auwälder (insbesondere südöstliche von Baienfurt im Altdorfer Wald) sollten gesichert werden, indem die Gewässerdynamik erhalten wird, bspw. durch den Verzicht auf die Errichtung von Infrastruktur. Da Auwälder nicht nur von einem natürlichen Überflutungsregime beeinflusst werden, sondern auch durch das Grundwasser, ist der Erhalt eines intakten Grundwasserhaushalts ebenfalls von Bedeutung. In hoch frequentierten Bereichen sollten Störungen durch Freizeit- und

Erholungsnutzung minimiert werden. Zu diesem Zweck ist die Besucherlenkung und -information hilfreich, um Nutzungskonflikte zu vermeiden (siehe dazu auch U39 Umweltbildung, Seite 177).

Aufgrund der besonderen Schutzbedürftigkeit und großen Gefährdung heimischer Krebse sind in der Handlungsprogrammarte auch „Gebiete zur Stärkung von Lebensräumen heimischer Krebse“ verortet. Diese liegen im GMS ausschließlich in Waldgebieten. Hier sollte vor allem die Sicherung und Entwicklung geeigneter Lebensraumelemente für den hoch klimasensitiven Steinkrebs Priorität haben (vgl. U32, Seite 163). Auch der Einsatz von Personal zur Biotoppflege kann helfen, klimasensitive Waldbiotope zu erhalten (siehe U38, Seite 175).

Maßnahmen zur *Entwicklung* von feuchtegeprägten Waldlebensräumen sind bspw. die Wiedervernässung von Mooren im Wald (siehe U31), der Rückbau bestehender Entwässerungssysteme sowie die Revitalisierung von Moor-, Au- und Feuchtwäldern (siehe „Entwicklungspotenziale für Lebensräume auf feuchtegeprägten Böden“). Bei der Umsetzung ist eine wichtige Teilmaßnahme zur Klimaanpassung, zum Ausgleich einer Verschlechterung der Wasserbilanz im Sommer, eine Grabenverfüllung, oder je nach standörtlichen Gegebenheiten, auch ein Anstau bzw. Überstau. Bspw. kann auch eine Entnahme von stauwasserempfindlichen Bäumen bei Waldmoorrenaturierungen notwendig sein. Erfahrungen in der Waldmoorvernässung haben gezeigt, dass eine Vollvernässung angestrebt werden sollte. Unter U31 wird die Maßnahme „Wiedervernässung, Extensivierung und Renaturierung von Mooren“ ebenfalls thematisiert (vgl. Seite 160).



Moor im Wald mit Spuren von früheren Entwässerungsmaßnahmen (Quelle: Müller-Kroehling, Zollner 2015)

Neben dem Schutz bestehender wichtiger Waldlebensräume zur Entwicklung klimaangepasster Waldbiotope ist auch die **Förderung der Heterogenität von Waldökosystemen mithilfe von Waldentwicklungsflächen** besonders wichtig. Die Umsetzung kann erfolgen, indem Waldentwicklungsflächen verstärkt ausgewiesen werden. Falls Sturmwurfflächen in Zukunft entstehen, dann können diese als Entwicklungsfläche für den Naturschutz genutzt oder auch neue Waldflächen für eine ungestörte Entwicklung ausgewiesen werden (z. B. in Form neuer Bannwaldausweisungen). Die Maßnahmen tragen zur autochthonen Waldentwicklung bei, die sich laufend an die sich verändernden, vom Klimawandel beeinflussten Standortbedingungen anpasst.



Bannwald Schmalegger Tobel (Quelle: Stankovic 2018)

Maßnahmen zum **klimaangepassten Waldumbau**, im Sinne einer Diversifizierung von reinen Monokulturen (v.a. reine Kiefern- und Fichtenreinbeständen) hin zu klimastabilen Mischwäldern, fördern ebenfalls die Artenvielfalt und Entwicklung von Waldlebensräumen und wurden bereits unter U24 (siehe Seite 143) erläutert.

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Die (Neu-)ausweisung von Waldrefugien in Verbindung mit Habitatbaumgruppen kann von Kommunen als Ökokonto-Maßnahme angerechnet werden; Eine neu entstehende Schutzverantwortung für einwandernde Arten des Natura

2000-Systems der EU sollte von den Kommunen bei Eingriffsverfahren beachtet werden.

**Fördermöglichkeiten:** siehe U24 (siehe Seite 143)

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X		X	X

Maßnahmen zum Schutz bedeutsamer Waldbiotope tragen zum Erhalt der biologischen Vielfalt im GMS bei und sind zudem auch ein wichtiger Bestandteil des Biotopverbunds. Was die Biodiversität schützt, das trägt auch zum Erhalt der menschlichen Gesundheit bei, da diese von vielfältigen und vitalen Ökosystemen abhängt und ihre Leistungen in Anspruch nimmt. Durch die Sicherung und Entwicklung feuchtegeprägter Waldbiotope ergeben sich auch positive Auswirkungen auf den Wasserhaushalt im GMS, weil dadurch mehr Wasser in

Wäldern gespeichert wird und somit in Trockenperioden zur Verfügung steht. Moor- oder Auwaldrenaturierung im Wald dienen neben dem Naturschutz auch dem Hochwasser- und Klimaschutz. Werden z. B. Moorflächen im Wald in ihren naturnahen hydrologischen Zustand versetzt, dann bieten sie wieder Lebensraum für standorttypische Moorpflanzen. Die Förderung der Heterogenität von Waldökosystemen fördert gleichzeitig auch die Biodiversität im Wald sowie die Widerstandsfähigkeit des Waldsystems als Ganzes gegenüber Klimawandelfolgen.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

#### • Verbundvorhabens MooReSax:

Das Verbundvorhaben MooReSax umfasst die Zusammenführung und Bereitstellung von Fachinformationen zu Waldmoorstandorten sowie die Planung, Umsetzung und Dokumentation von praxisnahen und effizienten Revitalisierungsmaßnahmen im Wald. Die Ergebnisse sollen in einem Moorentwicklungskonzept für das sächsische Mittelgebirge zusammenfließen. Insgesamt werden zehn Moore im Landeswald aktiv wiedervernässt, um eine positive Entwicklung der wertvollen Ökosysteme anzustoßen oder den aktuellen Erhaltungszustand zu sichern, der bedingt durch den Klimawandel und die damit vermehrt auftretende Trockenheit gefährdet ist.



Das Moor am Pfahlberg bei Oberwiesenthal ist eines der Revitalisierungsobjekte (Quelle: Wendt 2023)

• **Moore mit Stern:** Das Projekt „Moore mit Stern“ des NABU Baden-Württemberg wählte geeignete Flächen der öffentlichen Hand zur Moorrenaturierung aus und akquirierte die Gelder dafür mithilfe von Projektpartnern regionaler Interessensvertreter aus Verwaltung, Forst- und Landwirtschaft.

<b>Handlungsfeld: Wald- und Forstwirtschaft</b> Leitziel: Entwicklung klimaangepasster Waldökosysteme und Erhalt der Lebensraumfunktion im Wald <b>Handlungsfeld: Ökologie und Biodiversität</b> Leitziel: Sicherung, Stärkung und Entwicklung (klima-)resilienter Ökosysteme im Offenland	PRIORITÄT	
<b>U29  U30: Förderung der Vernetzung und Entwicklung von Habitaten für Artenwanderung im Wald und Offenland</b>	hoch	sehr hoch

Verortung in Karte Handlungsempfehlungen:

(Wald-)flächen mit besonderer Bedeutung für den Biotopverbund:



Klimasensitive Offenlandbiotope:

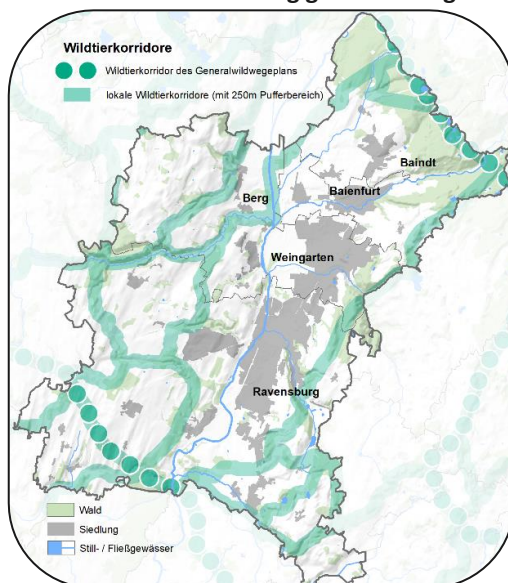


Die Auswirkungen des Klimawandels wirken sich auf die Biodiversität aus und es muss in Zukunft mit Verschiebungen der Lebensräume von Arten gerechnet werden. Die Migration in neue Lebensräume ist aufgrund der großen Fragmentierung unserer Landschaft ein großes Hindernis. Maßnahmen zum Erhalt und zur Vernetzung ökologisch wertvoller Lebensräume im Wald sowie im Offenland sind deswegen besonders wichtig, um Arten die Möglichkeit zu geben, sich in neue, durch Klimaveränderungen besser geeignete Lebensräume anzusiedeln. Im GMS sind viele Waldflächen

besonders vulnerabel gegenüber Klimawandelfolgen und einer Vernetzung von gefährdeten Waldbiotopen sowie weiteren wertvollen Lebensräumen im Wald kommt eine hohe Bedeutung zu. Der Fokus der Entwicklung und Vernetzung von Lebensräumen im Offenland ist im GMS besonders für feuchtegeprägte Habitats wichtig, da diese ebenfalls in Zukunft voraussichtlich am stärksten gefährdet sein werden. Weiterführend sind die Lebensräume der mittleren und trockenen Standorte ebenfalls zu entwickeln, um die Biodiversität in ihrer Gesamtheit zu stärken.

### MASSNAHMEN

Für die Vernetzung von Waldlebensräumen ist nicht nur der Schutz und der Erhalt bedeutsamer Waldbiotope und großer zusammenhängender Waldflächen von Bedeutung, sondern auch die **Schaffung von Verbindungskorridoren im Offenland zwischen und entlang großer Waldgebiete.**



Wildtierkorridore im GMS (Quelle: HHP 2023; Datengrundlage FVA und Kreisforstamt Ravensburg)

Für die Umsetzung ist die qualitative Entwicklung und sowie die Erhöhung der Durchgängigkeit der Landschaft anzustreben. Geeignete Wanderkorridore sind Wildtierkorridore, die den Waldtieren das Wandern ermöglichen. Neben dem Generalwildwegeplan (GWP), der im Verortungshinweis „(Wald-)flächen mit besonderer Bedeutung für den Biotopverbund“ enthalten ist, existieren für den GMS noch weitere lokale Verbindungsachsen der Waldflächen. Die **Sicherung und Entwicklung der kommunalen Konkretisierung der Wildtierkorridore** ist anzustreben. Die Umsetzung kann erfolgen, indem bspw. geeignete Querungshilfen und Leitsysteme geplant, bestehende Gehölze in der Flur erhalten oder auch neue Gehölze gepflanzt werden.

Auch die **Beseitigung von Wanderbarrieren kann dazu beitragen**, das Wanderverhalten von Tieren zu erleichtern und den Biotopverbund zu verbessern. Barrieren im Wald können Dämme, Verrohrungen und Staubereiche in Gewässern im Wald sein oder auch Straßenzüge die Waldgebiete zerschneiden (siehe Abbildung). Die nachhaltige, multifunktionale Bewirtschaftung des Waldes (gemäß § 13 Landeswaldgesetz) sowie die



Naturschutzstrategie BW 2020 bieten die passenden Rahmenbedingungen für die Umsetzung der Biotopvernetzung im Wald.



Querungstunnel für Tiere unter Bergareuterstraße im Altendorfer Wald (Quelle: HHP 2021)

Für die Vernetzung von Artwanderung im Offenland und Wald ist die **Ausarbeitung und Umsetzung kommunaler Biotopverbundkonzepte** eine zentrale Maßnahme und gleichzeitig auch das entscheidende Umsetzungsinstrument. Bei der Erstellung des Konzepts ist anzuraten, einen **Schwerpunkt auf klimasensitive Offenlandbiotop** zu setzen, ohne dabei die Diversität der Ökosysteme (Biotop und Lebensgemeinschaften) im Allgemeinen zu vernachlässigen. Dadurch kann der besonderen Betroffenheit dieser Arten bereits bei der Planung die angemessene Priorität eingeräumt werden. Schon während und spätestens nach der Erstellung eines kommunalen Biotopverbundkonzepts empfiehlt es sich, Flächeneigentümer, Landnutzende und Naturschutzverbände frühzeitig einzubinden, um Akzeptanz für die Umsetzung zu schaffen (vgl. U39, Seite 177).

Die Berücksichtigung klimasensitiver Offenlandbiotop hat einerseits aus Sicht der Klimaanpassung eine besonders hohe Priorität und andererseits auch aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg. Das Biodiversitätsstärkungsgesetz fordert, dass 15% der Offenlandflächen bis 2030 für den Biotopverbund bereitgestellt werden sollen.

Für eine funktionsfähige Vernetzung von Lebensräumen ist außerdem eine **standortangepasste Aufwertung von Kernräumen des Biotopverbundes** wichtig, um stabile und reproduktionsfähige Biozönosen der dort vorkommenden Tier- und

Pflanzenarten zu sichern und wiederherzustellen, sowie deren Austausch - ausgehend von diesen Flächen - zu fördern. Prioritär sollten diejenigen Kernräume aufgewertet werden, in denen klimasensitive Arten nachgewiesen sind oder die selbst als sensitiv einzustufen sind. Die konkrete Umsetzung der Aufwertung hängt maßgeblich davon ab, um welchen Kernraum es sich handelt und welche Habitatstrukturen etabliert werden sollten. Dies muss einzelfallbezogen entschieden und fachgerecht geplant werden. Insgesamt sollten Kernräume von Siedlungsverdichtung und angrenzend nachteiligen Nutzungsänderungen freigehalten werden. Besonders bedeutsame Kernräume sind im GMS die Kernflächen des Biotopverbunds „feucht“ und des Biotopverbunds Gewässerlandschaften, die unter U31 (vgl. Seite 160) in der Maßnahmen-Schraffur „Sicherung feuchtegeprägte Ökosysteme“ integriert sind.

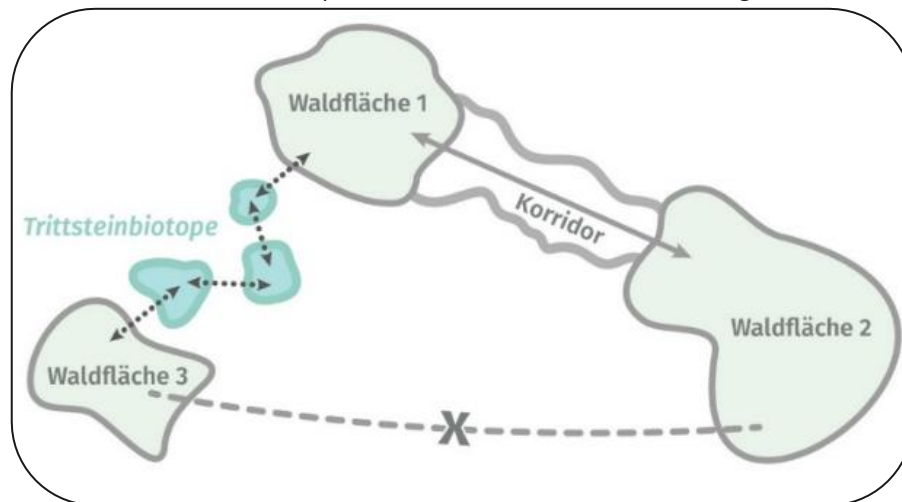


Klimasensitive, feuchtegeprägte Biotop nahe des Flappachbads (Quelle: HHP 2021)

Im Zuge der Förderung vernetzter Lebensräume ist nicht nur die Sicherung bestehender hochwertiger Kernräume wichtig, sondern auch die **Schaffung von Trittsteinbiotop zur Erhöhung der Durchgängigkeit der Landschaft**. Trittsteinbiotop (auch „stepping stone habitats“) sind künstlich angelegte inselartige Überbrückungselemente in der Kulturlandschaft, die die Stammlebensräume von Tieren (und die mit ihnen übertragenen Pflanzen) verbinden und groß genug sind, einen zeitweisen Aufenthalt zu ermöglichen. Die Umsetzung sollte sich an der räumlichen Lage bestehender Kernlebensräume orientieren und Verbindungsstrukturen zwischen diesen schaffen. Dies können linienförmige Hecken oder Baumreihen, flächenhafte Feldgehölze, Gebüschgruppen oder Kleingewässer sowie

punktförmige Landschaftselemente wie Einzelbäume sein. Trittsteinbiotoppe können auch im

städtischen Raum in Gärten und auf Balkonen kleine Rettungsinseln für Arten darstellen.



Schaffung von Trittsteinbiotopen und Korridoren (Quelle: BFW 2021)

### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

**Kommunen:** Kommunen können wertvolle Flächen in Bebauungsplänen rechtlich für den Biotopverbund (oder bereits im Flächennutzungsplan) sichern.

Rahmen der Eingriffsregelung (Ökokonto); Bundesprogramm Biologische Vielfalt; EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

Zum Aufbau von Biotopverbänden können kommunale Kompensationsflächen in der verbindliche Bauleitplanung genutzt werden.

**Hinweis:**  
 Kommunen können die Erstellung einer Biotopverbundkonzeption (90% Förderung) und die Umsetzung entsprechender Maßnahmen (70% Förderung) vornehmen und dafür die Fördersätze der Landschaftspflegeleitlinie (LPR) nutzen. Der Landschaftserhaltungsverband (LEV) Ravensburg dient als Ansprechpartner.

**Fördermöglichkeiten:** Förderprogramm für Agrarumwelt, Klima und Tierschutz (FAKT), Stiftung Naturschutzfond der Heinz Sielmann Stiftung, Naturschutzrechtliche Kompensationsmaßnahme im

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X	X	X

Die Förderung des Biotopverbunds in Offenland und Wald kann indirekt positive Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen ausüben, indem sie zum Schutz der biologischen Vielfalt und zur Erhaltung natürlicher Ökosysteme beiträgt, die für menschliche Lebensgrundlagen wie sauberes Wasser, fruchtbare Böden und eine stabile Atmosphäre unverzichtbar sind. Ebenso kann der Zugang zur Natur auch ein wichtiger Faktor für die Förderung der körperlichen und geistigen Gesundheit sein, da eine grüne Umgebung nachweislich eine positive Wirkung auf Stressabbau, körperliche Aktivität und soziale Bindung hat. Die Entwicklung eines

funktionsfähigen Biotopverbunds hat gleichzeitig positive Effekte auf das Landschaftsbild und trägt zur vielfältigen Freiraumentwicklung bei.

Die Vernetzung von Lebensräumen kann sich auch positiv auf Boden- und Wasserhaushalt auswirken, weil dadurch natürliche Ökosysteme besser vernetzt sind und somit auch die Austauschprozesse von Wasser und Nährstoffen verbessert werden. Durch die Anlage von Grünstreifen und extensiven Flächen können Bodenerosion und Bodenauswaschungen verringert werden.

Auch die Schaffung von Flächen mit naturnahem Bewuchs sorgt für eine bessere Versickerung von Regenwasser und kann somit zum Schutz vor Hochwasser beitragen. Die Bepflanzung dieser Flächen

mit verschiedenen Pflanzenarten trägt auch zur Verbesserung der Bodenstruktur und damit zur Speicherung von Nährstoffen bei.

Auf die Landwirtschaft kann sich die Förderung des Biotopverbunds sowohl positiv als auch negativ auswirken. Durch die Extensivierung oder Umnutzung von Flächen stehen Landwirten weniger Flächen für ihre Produktion zur Verfügung, was wiederum zu Ertragseinbußen führen kann, wenn keine ausreichenden Ausgleichszahlungen dies kompensieren. Gleichzeitig kann dies aber auch dazu führen, dass das Ökosystem insgesamt stabiler wird und mit den Veränderungen des Klimawandels besser umgehen kann.

Werden landwirtschaftliche Flächen in den Biotopverbund integriert, dann kann dies positive Effekte auf Boden- und Gewässerqualität haben. Durch die Schaffung von zusammenhängenden Lebensräumen für Tiere und Pflanzen können sich auch Bestäuber und Schädlingsbekämpfer besser verbreiten und somit auch auf den umliegenden Feldern für eine natürliche Schädlingskontrolle sorgen. Die Schaffung von Lebensräumen für

bestimmte Tiere kann bei Landwirten auch negatives Feedback hervorrufen, wenn es sich um Schädlinge handelt oder dadurch Lebensräume für Raubtieren geschaffen werden, die wiederum die Tierbestände von Landwirten bedrohen. Bei der Umsetzung des Biotopverbundes können auch Kosten für Landwirte entstehen (z. B. für Samen, Pflanzen oder Arbeitszeit).

Der Ausbau eines Biotopverbunds kann positive Auswirkungen auf Wälder und die Forstwirtschaft haben, indem er die Biodiversität erhöht und die ökologischen Funktionen des Waldes unterstützt. Außerdem kann ein Biotopverbund dazu beitragen, den Wald vor Klimaveränderungen und Schäden durch Extremwetterereignisse, wie Stürme und Waldbrände zu schützen. Allerdings kann ein Biotopverbund auch negative Auswirkungen auf die Forstwirtschaft haben, insbesondere wenn dadurch die Nutzung von Waldressourcen begrenzt wird. Daher ist es wichtig, bei der Umsetzung eines Biotopverbunds eine ausgewogene Berücksichtigung von ökologischen und wirtschaftlichen Faktoren sicherzustellen.

#### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Projekt ConnectForBio (Connect Forest Biodiversity):** Das Projekt des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) beleuchtet die Auswahl, Außernutzungstellung und Untersuchung von Trittsteinbiotopen in naturnahen und bewirtschafteten Wäldern in Österreich, um die Vernetzung von Waldlebensräumen zu verbessern und die biologische Vielfalt im Wald zu erhalten. Auf den Trittsteinbiotopen werden Untersuchungen zur Waldstruktur und zu verschiedenen Artengruppen wie Gefäßpflanzen, Moosen, Pilzen, Flechten, Säugetieren, Vögeln und Insekten durchgeführt, um die Biodiversität zu erheben und die Vernetzung zu untersuchen. Interessierte Waldeigentümer können am Projekt teilnehmen und potenzielle Trittsteinbiotope in ihren Wäldern zur Verfügung stellen. Eine vertragliche Vereinbarung zwischen Waldeigentümer und dem BFW regelt die Außernutzungstellung gegen finanzielle Abgeltung für einen Zeitraum von zehn Jahren.

- **Sielmanns Biotopverbund Ravensburg:** Im Landkreis Ravensburg entstand mit Unterstützung der Landesregierung und in unmittelbarer Nachbarschaft zu Sielmanns Biotopverbund Bodensee ein neuer Biotopverbund. Insgesamt wurden bis 2021 23 Modellprojekte in vier Kommunen des Landkreises Ravensburg umgesetzt. Seit 2021 können sich anerkannte gemeinnützige Körperschaften (wie z.B. Vereine, Verbände) aus dem Landkreis Ravensburg bei der Heinz Sielmann Stiftung um eine Kofinanzierung für Biotopmaßnahmen bewerben. Gefördert werden Projekte, die direkt oder indirekt zum Erhalt der biologischen Vielfalt und zur Bewahrung schützenswerter Lebensräume beitragen oder/und das öffentliche Bewusstsein für den Natur- und Artenschutz stärken.

**Handlungsfeld: Ökologie und Biodiversität**

Leitziel: Sicherung, Stärkung und Entwicklung (Klima-)resilienter Ökosysteme im Offenland

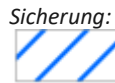
**U31: Sicherung und Entwicklung von feuchtegeprägten Ökosystemen**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

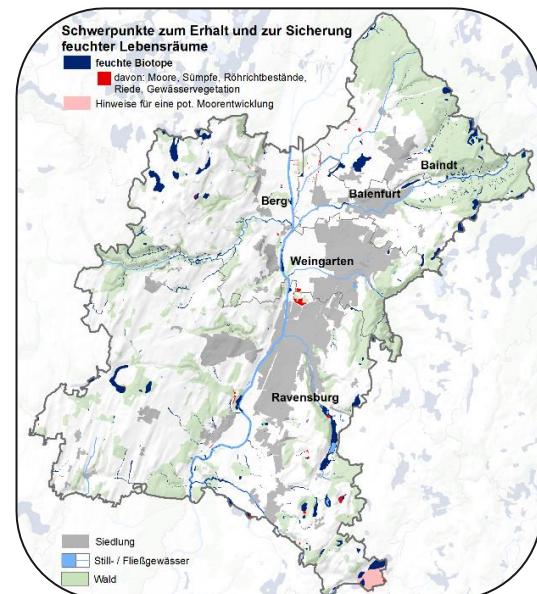
**Verortung in Karte Handlungsprogrammkarte:**



Feuchtegeprägte Lebensräume im GMS (Feuchtgebiete aller Art, Fließgewässer und Auen) werden voraussichtlich mit verstärkter sommerlicher Austrocknung, mit der Zunahme von Extremereignissen und auch mit einer verringerten klimatischen Wasserbilanz konfrontiert. Diese Ökosysteme gilt es daher nach Möglichkeit zu erhalten oder durch Anpassungsmaßnahmen qualitativ zu verbessern und widerstandsfähiger gegenüber Trockenheit zu machen. Zu diesem Zweck sind Klimaanpassungsmaßnahmen erforderlich, die das Kompensationspotenzial negativer Auswirkungen auf feuchtegeprägte Lebensräume ermitteln und zur Verbesserung oder zum Erhalt dieser Lebensräume beitragen.

Im GMS sollten bestehende hochwertige Feuchtbiotopie dringend erhalten, gepflegt und gesichert werden. Dazu zählen insbesondere Biotypen wie Streuwiesen, seggen- und binsenreiche Nasswiesen, naturnahe Bruch-, Sumpf- und Auwälder, Quellbereiche und weitere feuchtegeprägte Offenland- und Waldbiotopie sowie feuchtegeprägte

Kernflächen des regionalen Biotopverbunds. Der Verortungshinweis „U31-feuchtegeprägte Ökosysteme“ in der Handlungsprogrammkarte beinhaltet die zu sichernden Bereiche.



Feuchtegeprägte Biotopie im GMS (Quelle: HHP 2023)

**MASSNAHMEN**

Die **Sicherung** dieser Flächen kann erfolgen, indem sie bereits in der vorbereitenden Bauleitplanung (z. B. Flächennutzungs- oder Landschaftsplan) berücksichtigt werden und eine fachgerechte Pflege (z. B. Mahd von Streuwiesen, Doppelbereifung auf weichen Böden) von Feuchtbiotopie sicherstellen. Kommunen können dafür fachliche Beratung von Biologen oder Landschaftsplanern einholen, um sich bei der Pflege des Feuchtbiotopie unterstützen zu lassen. Die Kommunen sollten außerdem Feuchtbiotopie in regelmäßigen Abständen kontrollieren, um sicherzustellen, dass es sich in einem guten Zustand befindet und die Pflegebedürfnisse erfüllt werden. Für die Umsetzung ist dafür die Verbesserung der finanziellen und personellen Kapazitäten notwendig (siehe U37/U38, Seite 175).

Die Entwicklung feuchtegeprägter Ökosysteme kann mithilfe von **Wiedervernässung und Renaturierung von Mooren** erfolgen. Für die Umsetzung

ist eine fachgerechte Planung erforderlich. Bei der Wiedervernässung von Mooren sind in der Regel aktive wasserbauliche Maßnahmen notwendig, die zudem noch mit Biotoppflegemaßnahmen ergänzt werden müssen. Mögliche Umsetzungspfade sind hierfür die Wiederherstellung des Wasserstands und des Torfkörpers (z. B. durch Schließen von Entwässerungsgräben und Schaffung von wassergefüllten Senken), eine Entschlackung des Moores (Befreiung von menschlich eingebrachten Schadstoffen), eine Restaurierung des Moors durch Einbringung moortypischer Pflanzen (z. B. Moorbirke, verschiedene Torfmoose) und eine langfristige Überwachung (10 bis 15 Jahre) der Renaturierungsmaßnahmen. Im GMS werden von lokalen Experten Potenziale für Moorrenaturierungen im Süden, im Bereich des heute überprägten Emmelhofer Moores gesehen. Moorrenaturierungen

können auch auf Waldstandorten erfolgen (vgl. U28, Seite 152).



Renaturiertes Moor (Quelle: HHP 2023)

Eine weitere Maßnahme zur Entwicklung feuchtegeprägter Ökosysteme ist die **Extensivierung von Grünland auf feuchten und nassen Standorten**.

Besonders auf feuchten und anmoorigen, kohlenstoffreichen Standorten sollten Ackerflächen oder intensives Grünland in extensives Grünland mit Vernässung umgewandelt werden. Dafür kann bspw. der Verschluss von Drainagen und Gräben gefördert werden. Im Einzelfall kann dies aber nicht ausreichen, eine aktive Zuführung von Wasser ist dann von vornnöten.

Die Extensivierung von Grünland kann auch erfolgen, indem die Dünung reduziert oder eine Mahd erst spät im Jahresverlauf durchgeführt wird. Auch die extensive Beweidung auf Feucht- bzw. Nasswiesen durch z. B. Hochlandrinder fördert die floristische und faunistische Diversität und kann zur Entwicklung von naturnahen Großseggenrieden, gewässerbegleitenden Hochstaudenfluren und Röhrichten beitragen.



Beweidung von Nasswiesen mit Hochlandrindern (Quelle: HHP 2023)

Eine weitere Maßnahme zur *Entwicklung* von feuchtegeprägten Ökosystemen ist die **Verortung rezenter Auenlandschaften und Renaturierung von Auenlandschaften mit hohem Reaktivierungspotenzial**. Entwicklungspotenziale für Auen und grundwassernahe Böden lassen sich anhand der Hinweise des Biotopverbunds Gewässerlandschaften herleiten und sind neben der Verortung feuchtegeprägter Böden ebenfalls im Verortungshinweis „Entwicklung“ in der Handlungsprogrammarte enthalten. Die Renaturierung von Auenlandschaften kann erfolgen, indem natürliche Flussverläufe wiederhergestellt, Barrieren wie Staudämme und Verrohrungen entfernt, Flussufer wiederaufgeforstet oder neue Flachwasserzonen mit verschiedenen Schatten- und Feuchtzonen geschaffen werden. Dafür ist auch der Ankauf oder Eintauch von Potenzialflächen notwendig. Kommunen können von ihrem Voraufrecht entlang von Fließgewässern Gebrauch machen (siehe dazu auch U14, Seite 123).

Auch die **Reaktivierung ehemaliger Weiherstandorte und Neuanlage von Klein- und Kleinstgewässern** tragen dazu bei naturnaher Stillgewässerbiotop zu entwickeln. Klein- und Kleinstgewässer sollten in bereits bestehenden Feuchtgebieten neu angelegt werden und dienen als Lebensraum für spezifische Tierarten und als Verbundelemente zwischen größeren Stillgewässerstrukturen im Offenland. Neben der Neuanlage dient auch die Sicherung und Entwicklung bestehender Stillgewässer mit ihren hochwertigen Randzonen und begleitenden Feuchtbiotopen diesem Zweck.

Synergieeffekte ergeben sich für die Umsetzungsziele der Steckbriefe U10/11 und U21.

## Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

### Kommunen:

Sicherung und Entwicklung von feuchtegeprägten Lebensräumen in Bebauungsplänen durch geeignete Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 BauGB (z. B. 16a. Wasserflächen; 20. Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft).

Entwicklung oder Aufwertung von feuchtegeprägten Lebensräumen in Bebauungsplänen durch Festsetzung von Ausgleichsflächen nach § 9 Abs. 1a BauGB.

Bebauungspläne können durch die Erstellung eines Grünordnungsplans begleitet werden und die

erforderliche Festsetzung zur Klimaanpassung qualifiziert vorbereiten.

Fördermöglichkeiten: Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw), Vertragsnaturschutz nach der Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto); Wildnisfonds (z. B. Moorrenaturierungen); PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt); Bundesprogramm Biologische Vielfalt

Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL); Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE); EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

## Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X	X	X

Die Sicherung und Entwicklung von Feuchtgebieten (auch im Wald) dient neben dem Naturschutz auch dem Hochwasser- und Klimaschutz. Gesunde Moore bieten z. B. vielen seltenen Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum. Die Wiederherstellung von Feuchtgebieten wie Auen und Mooren trägt zur Stabilisierung eines naturnahen Wasserhaushalts bei und hat letztlich auch positive Auswirkungen auf die Sicherung des Trinkwasservorkommens und Wasserversorgung der Natur.

Maßnahmen zum Erhalt feuchtegeprägter Ökosysteme (Moore, Auen, etc.) sind mit der Entwicklung der Fließgewässer (siehe U14, Seite 123) zusammenzudenken und bedingen sich wechselseitig.

Negative Wechselwirkungen durch z. B. die Reaktivierung von Auenlandschaften können entstehen, wenn aufgrund von Deichrückbau und -rückverlegung schützenswerte Magerrasenflächen und Mähwiesen verloren gehen. Ebenso kommt es zu Konflikten zwischen Natur- und Gewässerschutz, wenn z. B. in Folge einer Auenrenaturierung das Ufer an einer erhaltenen Streuobstwiese abgegraben werden muss.

## PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Projekt Renaturierung der Lippeaue, Stadt Hamm:** „Durch die Verlegung des Deiches wurde der Überflutungsbereich der Lippe vergrößert. Bei zukünftigen Hochwasserereignissen der Lippe kann diese auf der vergrößerten Aue abfließen. Zeitgleich wurden verschiedene Bereiche der Aue abgegraben, um ein langsames Abfließen zu ermöglichen. Das darinstehende Wasser kühlt die umgebende Luft ab und wird bei leichtem Wind in die Innenstadt transportiert“ (Zentrum KlimaAnpassung 2023).
- **Gutes Beispiel – Renaturierung der Schussen:** Im Rahmen des Ausbaus der B 30 wurde die Schussen im Bereich Weißenau-Oberzell als Ausgleich renaturiert.
- **Projektideen für den GMS: Moorrenaturierung im Emmelhofer Moos**
- **Projektideen für den GMS: Pilotprojekt Reaktivierung Weiher (siehe U21, Seite 139)**

**Handlungsfeld: Ökologie und Biodiversität**

Leitziel: Sicherung, Stärkung und Entwicklung (klima-)resilienter Ökosysteme im Offenland

**U32: Sicherung überlebensfähiger Populationen klimasensitiver Tiere und Pflanzen**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogramm-  
 karte:**



Im GMS gefährden die klimatischen Veränderungen vor allem Tier- und Pflanzenarten, die sensibel auf Temperaturerhöhungen, Beeinträchtigungen der Gewässerqualität oder Trockenheit reagieren. Bspw. sind die Larven der gestreiften Quelljungfer auf eine kühle und feuchte Umgebung angewiesen und benötigen als Lebensraum kalte Quellrinsale in schattigen Schluchtwäldern. Solche und weitere klimasensitive Tiere und Pflanzen benötigen Anpassungsmaßnahmen, die ihren Lebensraum schützen oder neue Alternativen schaffen.

Populationen von besonders klimaempfindlich eingestuft Tierarten, die aber noch als vital gelten,

**MASSNAHMEN**

Eine Maßnahme zur Sicherung klimasensitiver Tier- und Pflanzenpopulationen stellt die **Erarbeitung von Artenschutzkonzepten, für die im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifizierten, im GMS vorkommenden und klimasensitiven Arten** dar. Solch ein detailliertes Fachkonzept kann vielfältige klima-induzierte Veränderungen in der Ausbreitung und im Verhalten von Tier- und Pflanzenarten feststellen und gefährdete Arten vor dem Aussterben bewahren. Die Untersuchung der Anpassungskapazität einzelner klimasensitiver Arten im GMS kann die Priorisierungen für notwendige Artenschutzmaßnahmen ermitteln.

Eine weitere Maßnahme ist die **Umsetzung ökologischer Aufwertungsmaßnahmen aquatischer und feuchtgeprägter Habitats**. Dies kann bspw. durch Auen- und Moorrenaturierung (siehe dazu auch U31, Seite 160), durch die Sanierung Laichgewässer (z. B. Entfernung von Gehölzen, Entschlammung von Gewässern und Entkrautung von Uferzonen), durch die Neuanlage von Klein- und Kleinstgewässer oder die Reaktivierung von ehemaligen Weiherstandorten im GMS erfolgen (siehe Maßnahme in Steckbrief U31, Seite 160). Eine fachgerechte Begleitung durch ein Planungsbüro für Gewässerkunde und Landschaftsökologie ist hierfür

sollten bevorzugt durch Artenschutzmaßnahmen unterstützt werden. Schnittmengen mit Anpassungsmaßnahmen, die dem Biotopverbund dienen, sind hier gegeben und erzeugen Synergien.

Im GMS sind insbesondere die als hoch klimasensitiv eingestuften Tier- und Pflanzenarten (z. B. Steinkrebs, gestreifte Quelljungfer, Kleine Flussmuschel) auf die aquatischen Lebensräume angewiesen. Lokale Experten betonen den bereits heute feststellbaren dramatischen Rückgang von Amphibienbeständen (z. B. Spring- oder Laubfrosch). Dies unterstreicht nochmals die hohe Dringlichkeit dieser Anpassungsmaßnahme.

erforderlich, genauso wie die Sicherstellung der fachgerechten Pflege.



Amphibienlaichgewässer mit Teichfröschen (Quelle: HHP 2023)

Außerdem trägt auch die **Umsetzung von Biotopverbundmaßnahmen** (siehe U29/U30, Seite 156) dazu bei, dass klimasensitive Arten in klimatisch besser geeignete Habitats abwandern können. Lebensraumelemente wie Autümpel für Amphibien und Libellen oder Uferabbrüche für Eisvogel oder Uferschwalben sind dann gezielt zu schaffen, um diesen Arten neue Chancen zu bieten. Die Maßnahme „Sicherung naturnaher Fließ- und Stillgewässer“ (siehe U14, Seite 123) trägt ebenfalls zum Erhalt und zur Förderung der klimasensitiven Amphibienbestände im GMS bei. Weiterführend sind dafür auch die ökologische Aufwertung der Wälder (siehe U30) und der feuchtgeprägten Ökosysteme (siehe U31) essenziell.

## Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

### Kommunen:

Berücksichtigung von klimasensitiven Arten in Bebauungsplänen im artenschutzrechtlichen Fachbeitrag (AFB) und durch Festlegung von Vermeidungsmaßnahmen oder vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) für klimasensitive Arten.

Entwicklung oder Aufwertung von Lebensräumen klimasensitiver Arten in Bebauungsplänen durch Festsetzung von Ausgleichsflächen nach § 9 Abs. 1a BauGB.

Bebauungspläne können durch die Erstellung eines Grünordnungsplans begleitet werden und die

erforderliche Festsetzung zur Klimaanpassung qualifiziert vorbereiten.

### Fördermöglichkeiten:

Förderrichtlinien Wasserwirtschaft (FrWw), Vertragsnaturschutz nach der Landschaftspflegerichtlinie (LPR), Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ökokonto); PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt); Amphibien-Fonds der Stiftung Artenschutz; Bundesprogramm Biologische Vielfalt

Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL); Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE); EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

## Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X		X	X	X	X	X

Klimasensitiven Tierarten wie Vögel, Insekten und Schmetterlinge können als Bestäuber von Pflanzen dienen, die für die menschliche Ernährung wichtig sind. Indem diese Tiere geschützt werden, kann auch ihre wichtige Rolle bei der Erhaltung der Biodiversität und der Produktion von Nahrungsmitteln für die menschliche Gesundheit erhalten werden. Außerdem tragen intakte Ökosysteme, die durch den Schutz klimasensitiver Arten erhalten werden, zur Boden- und Wasserqualität bei.

Auch Waldökosysteme profitieren vom Schutz klimasensitiver Arten, weil diese einen wichtigen Bestandteil der Biodiversität in Waldlebensräumen darstellen. Indem man klimasensitive Arten

schützt, unterstützt man auch die Stabilität des Waldökosystems.

Tiere und Pflanzen, die von Klimawandelfolgen profitieren, können möglicherweise von Artenschutzmaßnahmen für klimasensitive Arten negativ beeinflusst werden. Dies kann der Fall sein, wenn der Schutz bestimmter Arten dazu führt, dass die Umweltbedingungen gezielt so verändert werden, dass sie den Bedürfnissen der klimasensitiven Arten entsprechen. In diesem Fall könnten sich andere Arten, die auf andere Umweltbedingungen angewiesen sind, ggf. aus dem Lebensraum verdrängt werden. Bei der Planung von Schutzmaßnahmen für klimasensitive Arten sollten die Auswirkungen auf die gesamte Tier- und Pflanzenwelt berücksichtigt werden.

## PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

- **Artenschutzprojekt Artenschutzmaßnahmen für Amphibien im südlichen Rheinland- Pfalz unter der Leitart Moorfrosch:** Erstellung und Durchführung von Schutzmaßnahmen sowie die Dokumentation der Bestandsentwicklung der sehr seltenen und stark gefährdeten Amphibienarten wie u.a. Moorfrosch (*Rana arvalis*) und Laubfrosch (*Hyla arborea*).
- **"Schüler schützen Gelbbauchunken":** Anlage von Kleinhabitaten für Gelbbauchunken im Stadtwald RV im Rahmen mehrerer Projekte.
- **Laubfrosch-Schutz im Landkreis Ravensburg:** Der Landschaftserhaltungsverbands Landkreis Ravensburg e.V. hat in Kooperation mit dem Landkreis Ravensburg und der Heinz Sielmann Stiftung zum Erhalt des Laubfrosches ein Projekt durchgeführt.



**Handlungsfeld: Ökologie und Biodiversität**

Leitziel: Sicherung, Stärkung und Entwicklung (klima-)resilienter Ökosysteme im Offenland

**U33: Erhaltung der Schutzziele klimasensitiver Schutzgebiete**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungssprogrammkarte:**



Die negativen Auswirkungen des Klimawandels im GMS werden vor allem Feuchtgebiete aller Art, Fließgewässer und Auen voraussichtlich stark belasten. Diese Ökosysteme sollten daher nach Möglichkeit erhalten oder durch Anpassungsmaßnahmen qualitativ verbessert werden, um sie

widerstandfähiger gegenüber Trockenheit zu machen. Zu diesem Zweck sind Klimaanpassungsmaßnahmen erforderlich, die das Kompensationspotenzial negativer Auswirkungen auf feuchtegeprägte Lebensräume ermitteln und zur Verbesserung bzw. Erhalt dieser Lebensräume beitragen.

**MASSNAHMEN**

Auch Pflege- und Entwicklungspläne der Naturschutzgebiete sollten Klimaanpassungsbelange berücksichtigen. Damit die Schutzzwecke der Schutzgebiete im GMS jedoch langfristig erhalten werden, sollten für die Managementpläne und Würdigungen der Schutzgebiete **schutzgebietspezifische Klimaanpassungsaspekte ausgearbeitet und miteinbezogen werden.**

Klimawandel (inkl. durch den Klimawandel induzierte Nutzungsänderungen)“ in seiner Checkliste für die Erstellung von Managementplänen. Managementpläne der Natura 2000-Gebiete im GMS sollten die potenziellen Klimaauswirkungen auf die Natura 2000-Gebiete und die Hinweise zu betroffenen Arten und Habitattypen der Betroffenheitsanalyse des vorliegenden KLAKs näher betrachten, geeignete Strategien zur Minimierung der klimawandelbedingten Risiken entwickeln und in Maßnahmen überführen. Die Erstellung von Managementplänen der Natura-2000-Gebiete erfolgt durch das Regierungspräsidium Tübingen.

So sollten auch bei der Erstellung von **Managementplänen für Natura-2000-Gebiete Klimaanpassungsmaßnahmen integriert werden.** Das BFN fordert bereits seit 2010 die Berücksichtigung der „Gefährdungen und Belastungen durch den

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: EU-Förderprogramm LIFE (L'Instrument Financier pour l'Environnement)

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
		X	X		X	X

negativen Auswirkungen des Klimawandels weiter leisten. Außerdem gewinnen intakte Schutzgebiete als geeigneter Rückzugsraum oder Wanderkorridor an Bedeutung. Eine klimaangepasste Entwicklung der Schutzgebiete fördert somit auch die Klimaanpassung in der gesamten Raumschaft.

Durch die Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels in den Managementplänen der Natura-2000-Gebiete werden diese gesichert. Dadurch können diese Gebiete auch in Zukunft bereits bestehende Pufferwirkungen gegenüber

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

- EU-LIFE-Natur-Projekts zur Entwicklung von Natura 2000-Gebieten im Südschwarzwald
- Projektidee - Schutz und Förderung der Steinkrebsvorkommen im Natura 2000 Gebiet „Schussenbecken mit Tobelwäldern südlich Blitzenreute“ bzw. Naturschutzgebiet „Schmalegger und Rinkenburger Tobel“: Ökologische Aufwertung der Gewässerabschnitte, Förderung der Steinkrebspopulation, Erkundung weiterer Vorkommen.

**Handlungsfeld: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung**

Leitziel: Nutzung der kommunalen Vorbildfunktion

**U34: Ökologische und klimaangepasste Bewirtschaftung von Stadtgütern und stadteigenen Verpachtungsflächen**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogramm:** *keine Verortung*

Die negativen Auswirkungen des Klimawandels im GMS erfordern vielfältige Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern und stellen den Gemeindeverband vor große Herausforderungen. Für eine erfolgreiche Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen ist die Vorbildfunktion von Kommunen besonders bedeutsam, da sie Akzeptanz für Anpassungsmaßnahmen in der Öffentlichkeit schafft. Wenn Kommunen erfolgreich Klimaanpassungsmaßnahmen implementieren, kann dies auch als Modell für andere Kommunen oder

Gemeindeverbände dienen. Da der Klimawandel eine globale Herausforderung darstellt, sollten Kommunen als Vorreiter für lokale Lösungen fungieren.

Erste Umsetzungsziele sind hierfür die ökologische und klimaangepasste Bewirtschaftung von Stadtgütern (z. B. kommunale Grünflächen und Stadtbäume, Kanalisation, Energie- und Wasserversorgung) sowie stadteigenen Verpachtungsflächen.

**MASSNAHMEN**

Die Umsetzung des Ziels kann erfolgen, indem Kommunen ihre Grünflächen klimaangepasst bewirtschaften. Verwaltungen und beauftragte Pflegefirmen steht meist wenig Informationsmaterial zur klimaangepassten Grünflächenpflege zur Verfügung. Eine Qualifizierung der Fachkräfte für die Grünflächenpflege ist daher wichtig, um auf die „neuen“ klimawandelbedingten Veränderungen aufmerksam zu machen und Empfehlungen für eine fachgerechte Pflege mit an die Hand zu geben. Dafür können **Leitfäden für die kommunalen Bauhöfe zur klimaangepassten Pflege von Grünflächen entwickelt werden**. Zu einer klimaangepassten Grünflächenpflege gehören vor allem die Sicherung des Wasserhaushalts und der schonende Umgang mit dem Boden. Das bedeutet, dass bevorzugt organischer Dünger verwendet und notwendige Bewässerung ressourcenschonend und verdunstungsarm erfolgen sollte. Aber auch sehr spezifische Hinweise zu Auswirkungen des Klimawandels können in solch einem Leitfaden aufgegriffen werden. Wie z. B., dass der Winterschnitt von Hecken Ende Februar (besser noch früher im Jahr) erfolgen sollte, weil einige Arten klimawandelbedingt mit der Brutvorbereitung früher beginnen. Das „Handbuch Gute Pflege“ der Stadt Berlin bietet eine Orientierung, wie Klimawandelfolgen in einen Leitfaden integriert werden können.

Stadtgüter können ebenfalls klimaangepasst bewirtschaftet werden, wenn **klimaangepasste Vegetationsbestände bei Neupflanzung auf kommunalen Grundstücken verwendet** werden. Für die Umsetzung sollten die spezifischen Standortbedingungen berücksichtigt, hitze- und trockenheitstolerante Pflanzen (z. B. Sedum, Feldahorn) sowie heimisches Saat- und Pflanzgut gewählt werden. Zudem sollte die Vegetationswahl vielfältig sein und die Biodiversität fördern. Dadurch werden Ökosysteme klimaresilienter.



*Klimaangepasste vertikale Begrünung in Regensburg (Quelle: Stadtplanungsamt Regensburg 2023)*

Für die strukturelle Verstetigung klimaangepasster Bewirtschaftungsformen können Kommunen auch **Anforderungen zur Klimaanpassung in städtische**

**(bzw. kommunale) Pachtverträge** integrieren, indem sie diese explizit im Vertrag festlegen. Dabei sollten die Vorgaben so konkret wie möglich definiert werden, z. B. durch Festlegung von Anforderungen zur Bodenbedeckung, Dämmung von Gebäuden oder auch zur Bewirtschaftung von Grünflächen. Empfehlenswert ist außerdem eine regelmäßige Überprüfung der Umsetzung der Vorgaben im Vertrag festzulegen. Darüber hinaus können Kommunen auch bestimmte Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel als Voraussetzung zur Nutzung des gepachteten Landes oder Gebäudes festschreiben. Es ist wichtig, dass die Vorgaben zur Klimaanpassung im Einklang mit dem Pachtrecht stehen und nicht unverhältnismäßig sind. Außerdem sollten sie in Abstimmung mit den betroffenen Pächtern erfolgen, um eine breite Akzeptanz und Umsetzung zu gewährleisten.

Für die Verpachtung landwirtschaftlicher Flächen kann das kostenlose Beratungs- und Informationsangebot der Plattform „Fairpachten“ genutzt werden.

Eine weitere Chance für Anpassungsmaßnahmen besteht auch auf **Kommunalwaldflächen**. Hier kann der **klimaangepasste Waldumbau** von Kommunen gezielt verfolgt werden. Für die Umsetzung eignet sich besonders die turnusmäßige Fortschreibung des Forsteinrichtungswerks, das im GMS für den Staats- und Körperschaftswald erstellt wird. Kommunen können als Leitbild für die Erstellung der Forsteinrichtung die „Entwicklung eines klimaangepassten Waldes“ als Ziel benennen und einfordern. Weitere Belange wie die Wirtschaftlichkeit von Wäldern werden dann bei der Ausarbeitung des periodischen Betriebsplans weniger berücksichtigt als Klimaanpassungsbelange des Waldes (siehe U24, Seite 143).

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: *abhängig von konkreter Umsetzung*

Fördermöglichkeiten:

Förderprogramm Klimaangepasstes Waldmanagement für kommunale und private Waldbesitzende; Nachhaltige Waldwirtschaft (NWW) Teil F – Förderung zur Bewältigung der Folgen von Extremwetterereignissen im Wald, Nachhaltige Waldwirtschaft (NWW) Teil E - Förderung von Maßnahmen des

Vertragsnaturschutzes im Wald, Umweltzulage Wald (Flächenpauschale für Erhaltungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen des günstigen Erhaltungszustandes von FFH-Waldlebensraumtypen)

Bundesprogramm Biologische Vielfalt – Förderung Schwerpunkt Stadtnatur; KfW-Programm IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X	X	X

Die ökologische und klimaangepasste Bewirtschaftung von Stadtgütern und stadteigenen

Verpachtungsflächen wirkt sich vielfältig auf alle Handlungsfelder aus. Die spezifischen Auswirkungen sind thematisch den jeweiligen Steckbriefen der einzelnen Handlungsfelder zu entnehmen.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

• **KLIMWALD – Erfolgreiche Klimaanpassung im Kommunalwald in Nordhessen:** Gegenstand des Projekts sind zum einen waldbauliche Konzepte zur Klimaanpassung in den Wäldern der beteiligten Kommunen. Zum anderen Konzepte zum Wildtiermanagement, die an den Bedarfen der klimaangepassten Waldentwicklung ausgerichtet sind. Voraussetzung für den Projekterfolg war ein intensiver Kommunikations- und Beteiligungsprozess. Daher wurden Vertreter von Interessengruppen gezielt am Arbeitsprozess beteiligt.

**Handlungsfeld: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung**

Leitziel: Nutzung der kommunalen Vorbildfunktion

**U35: Klimaangepasste Sanierung bzw. Neubau städtischer und kommunaler Gebäude und Einrichtungen**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogrammkarte:** *keine Verortung*

Kommunen sollten Vorbilder für die Klimaanpassung sein, da sie bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel eine Schlüsselrolle einnehmen. Die Kommunen im GMS müssen ihre Gebäude und kommunalen Einrichtungen so gestalten, dass sie den Herausforderungen des Klimawandels gewachsen sind. Durch den Klimawandel werden im GMS extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen, Hochwasser und Stürme häufiger und intensiver. Gut

vorbereitete Gebäude können Schäden an Strukturen und Infrastrukturen vermeiden oder minimieren. Außerdem kann eine klimaangepasste Gebäudesanierung oder ein Neubau dazu beitragen, dass die Gesundheit der Bewohner und Besucher geschützt wird, indem sie z. B. vor Extremtemperaturen geschützt sind. Des Weiteren ist auch eine gute Gebäudehülle und energieeffiziente Gebäudetechnik wichtig für die Kosteneinsparungen beim Heizen und Wartungsarbeiten.

**MASSNAHMEN**

Bei der Sanierung und beim Neubau sollte aus Sicht der Klimaanpassung darauf geachtet werden, dass überwiegend **helle Fassaden verwendet** werden. Diese reduzieren den städtischen Wärmeinseleffekt. In Kombination mit einer Fassadenbegrünung kann sogar aktiv die Umgebungstemperatur im stark verdichteten Siedlungsraum, aufgrund der Verdunstungskühle, gesenkt werden.

wandgebunden erfolgen. Wird diese Maßnahme umgesetzt, kann eine öffentliche Berichterstattung über die Wirksamkeit dieser Klimaanpassungsmaßnahmen an kommunalen Gebäuden die Vorbildfunktion stärken und im besten Fall Privatpersonen zur Nachahmung bewegen.

Die **Begrünung der Fassaden und Dächer** öffentlicher Verwaltungs- oder Betriebsgebäude kommunaler Unternehmen trägt zur Klimaanpassung bei und verdeutlicht die positiven Effekte auf das Stadtklima öffentlichkeitswirksam. Die Gestaltung und Dimensionierung der Begrünung sollte so gewählt werden, dass der größtmögliche Effekt für die lokalklimatische Verbesserung und den Wasserrückhalt erzielt wird. Je nach lokalen Gegebenheiten kann eine Dachbegrünung extensiv (geringer Substrataufbau; Fokus liegt auf der Gewichtsreduktion) oder intensiv (höherer Substrataufbau mit größerer Funktions- und Artenvielfalt) ausgeführt werden. Synergieeffekte können bei der Ausführung am besten erzielt werden, wenn Dachbegrünungen als Multifunktionsdächer ausgeführt werden (z. B. Biodiversitätsdach, Retentionsgründächer, Solar-Gründächer, Dächer mit Gemeinschaftsgärten). Die Ausgestaltung einer Fassadenbegrünung muss sich an den lokalspezifischen Gegebenheiten orientieren und kann boden- oder



*Fassadenbegrünung im Stadskantoor in Venlo (Niederlande)  
 (Quelle: WFMG/Andreas Baum 2019)*

Eine weitere Maßnahme für die Umsetzung der klimaangepassten Sanierung bzw. Neubau städtischer und kommunaler Gebäude und Einrichtungen ist die Fokussierung auf die **energetische Optimierung der Gebäude**. Wird beispielsweise Wert auf eine hochwertige Dämmung gelegt, dann kann sie besonders während der klimawandelbedingten heißen Sommerperiode den notwendigen

sommerlichen Wärmeschutz bieten und die Gesundheit der Menschen schützen (siehe dazu U4, Seite 104).

**Hinweis:**  
 Die Umsetzung und Koordination einer klimaangepassten Sanierung kann auch im Rahmen der Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts erarbeitet und durch ein Sanierungsmanagement begleitet werden. Fördermittel der KfW können dabei unterstützen.

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen:

Festsetzung in Bebauungsplänen nach § 9 Abs. 1 BauGB (z. B. Nr. 25: Fassaden- oder Dachbegrünung; Nr. 24: Fassadenmaterial und -farbe).

Bebauungspläne können durch die Erstellung eines Grünordnungsplans begleitet werden und die erforderliche Festsetzung zur Klimaanpassung qualifiziert vorbereiten.

Fördermöglichkeiten:

Städtebauförderprogramm des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen BW (MLW BW); Entwicklungsprogramm Ländlicher Raum (ELR); KfW-Programm: Energetische Stadtsanierung – Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier; IKK – Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung; Bundesförderung für effiziente Gebäude

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
	X		X			X

Die klimaangepasste Sanierung bzw. Neubau städtischer und kommunaler Gebäude und Einrichtungen wirkt sich vielfältig auf verschiedene Handlungsfelder aus. Die spezifischen Auswirkungen sind thematisch den jeweiligen Steckbriefen der

einzelne Handlungsfelder zu entnehmen. Ein Beispiel ist, dass Maßnahmen der Dach- und Fassadenbegrünung auch die biologische Vielfalt bereichern, den Wasserhaushalt in der Stadt verbessern, die baukulturelle Qualität eines Quartiers erhöhen und auch als Begegnungs- und Erholungsort für Anwohnende dienen können.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

• **Stücki Einkaufszentrum in Basel:** Der Gebäudekomplex besteht aus einem Einkaufszentrum, einem Hotel und Büroflächen. An der Eingangsfront des Einkaufszentrums überlagert eine Schicht aus verschiedenen rankenden Kletterpflanzen, Gehölzen und Blühstauden als Unterpflanzung in Trögen auf Rankhilfen die weiße Gebäudeoberfläche. Die Seitenfassaden sind ebenfalls bodengebunden und mit verschiedenen schlingenden und windenden Kletterpflanzen bewachsen. Das Dach ist extensiv, aber artenreich begrünt.



Fassadenbegrünung mit Trögen (Quelle: GRÜNSTATTGRAU 2023a)

- **Solargründach Seniorenresidenz Winterthur:**

Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, optimale Bedingungen für die Biodiversität, den Regenwasserrückhalt und Solarstrom zu finden. Dafür wurden spezielle Module entwickelt. Sie bestehen aus bifazialen Solarzellen, welche auch auf der Rückseite durch Sonneneinstrahlung Strom produzieren können. Daher ist es möglich, diese Module vertikal auf einer Unterkonstruktion aufzuständern. So steht die Dachfläche größtenteils für eine extensive Begrünung mit silberblättrigen Pflanzen, gemischt mit weißem Zierkies, zur Verfügung. Das bewirkt wiederum eine Reflektion der Sonneneinstrahlung und führt so durch einen erhöhten Albedoeffekt zu einer Leistungssteigerung der Module um 16%.



*Solargründach (Quelle: GRÜNSTATTGRAU 2023b)*

**Handlungsfeld: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung**

Leitziel: Ausschöpfen von rechtlichen Möglichkeiten zur Klimaanpassung

**U36: Strukturelle Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen in der kommunalen Bauleitplanung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogrammkarte:** *keine Verortung*

Seit 2011 hat der Bund mit der Novelle des Baugesetzbuches (BauGB) der Klimaanpassung einen höheren Stellenwert eingeräumt. Die Klausel im § 1 des BauGBs hat den Klimabelangen (Klimaschutz, Klimaanpassung) bei der planungsrechtlichen Abwägung ein zusätzliches rechtliches Gewicht verliehen. Kommunen sollten daher Klimaanpassungsbelange strukturell in Planungsprozesse und Verfahren der Bauleitplanung integrieren, da sie dazu beitragen, die Auswirkungen des Klimawandels auf

die gebaute Umwelt zu minimieren. Die zunehmenden Extremwetterereignisse im GMS wie Starkregen, Hitzewellen oder Stürme stellen eine wachsende Herausforderung für die Infrastruktur dar und können zu erheblichen Schäden führen. Die Bauleitplanung kann hierbei einen Beitrag leisten, indem sie auf eine ressourcenschonende und klimagerechte Gestaltung des Siedlungsraums achten. Durch eine geregelte Nutzung von Flächen kann diesbezüglich ein Beitrag geleistet werden.

**MASSNAHMEN**

Städtische Grünflächen spielen für die Klimaanpassung eine besondere Rolle und reduzieren vor allem in Hitze-Hotspots die gefühlte Temperatur und verbessern die Aufenthaltsqualität an heißen Sommertagen (siehe U2). Damit bedeutsame klimawirksame Grünflächen strukturell in der vorbereitenden Bauleitplanung gesichert werden, sollten **bestehende Grünflächen** (soweit aus klimaökologischer Sicht notwendig) nach Möglichkeit **im Flächennutzungsplan (FNP) langfristig gesichert** und vor Bebauung freigehalten werden.

Weiterführend sollten **klimatischer Belange bei der Abwägung von Nachverdichtung und Bebauungsgebieten eine besondere Gewichtung erhalten**.

**Die Integration von Maßnahmen zur Regenwasserversickerung in Bebauungspläne** kann auch dabei helfen, die Klimaanpassung durch eine wassersensible Stadtentwicklung nach Vorbild einer Schwammstadt strukturell zu verankern. Beispielsweise können „Flächen für [...] Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser“ in Bebauungsplänen nach § 9 (1) Nr. 14 BauGB festgesetzt werden. Zusätzlich kann auch die Erstellung eines Fachgutachtens Regenentwässerung das Bebauungsplanverfahren unterstützen.

Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, **Planzeichen mit klimaökologischen oder stadt-klimatischen Zwecken in den FNP zu integrieren**. Dies kann bspw. Darstellungen zur Freihaltung von Luftleitbahnen oder zur Sicherung einer ausreichenden Durchgrünung beinhalten.



FNP Aachen 2030 (Quelle: Stadt Aachen 2020)



Regenrückhaltefläche (Quelle: StMUV Bayern 2020)

**Die konsequente Begleitung von Bebauungsplänen durch Grünordnungspläne** kann ebenfalls

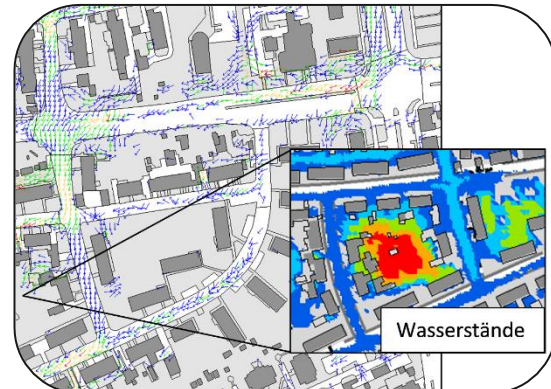
dabei helfen, Klimaanpassungsmaßnahmen qualifiziert vorzubereiten. Beispielsweise kann ein Grünordnungsplan genaue Hinweise zur Realisierung der grün-blauen Infrastruktur für den Bebauungsplan erarbeiten. Niederschlägen kann sich dies in Vorschlägen wie z.B. ein parkähnlicher Charakter samt See zur Regenrückhaltung, begrünte Parkhäuser oder Vorschläge für Bereiche mit Pflanzbindungen heimischer und klimaangepasster Arten. Der Grünordnungsplan dient zur Vorbereitung einer klimaangepassten Grün- und Freiraumgestaltung und mündet in entsprechende Vorschläge zu Festsetzungen im Bebauungsplan.



Wassersensible Gewerbegebietsplanung in Garching (Quelle: Schuster 2023)

**Die kommunale Bauleitplanung kann Klimaanpassungsbelange besser berücksichtigen, wenn eine Art Klima-Check für Bebauungspläne eingeführt wird.** Es besteht die Möglichkeit, dass z. B. alle oder einzelne GMS-Kommunen sich dafür aussprechen, bei der Aufstellung eines Bebauungsplans einen Klima-Check verpflichtend durchzuführen. Die Inhalte und Mindeststandards sind dafür gemeinsam festzulegen und in Praxisleitfäden für die Verwaltung zu erläutern. Der Klimacheck könnte im GMS z. B. auch nur für diejenigen Bebauungspläne als verpflichtend gelten, die sich in einer zuvor im FNP festgelegten „Klimaschutzzone“ befinden. Im Rahmen eines Klima-Checks können Kommunen auch weitere Fachleute beteiligen oder spezifische Fachgutachten für ein Quartier erarbeiten lassen. Durch z. B. eine flächendetaillierte Ermittlung der Überflutungsgefährdung durch Starkregen mittels einer Fließweganalyse können gefährdete

Gebäude und Gebiete auf Objektebene identifiziert und in einen wassersensiblen Bebauungsplan integriert werden.



Fließweganalyse (Quelle: Dr. papadakis GmbH 2014)

Eine weitere Maßnahme zur Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung ist, Vorhaben der Innenentwicklung in diejenigen Bereiche zu lenken, die klimatisch weniger belastet sind bzw. in Zukunft sein werden. Die **Aktivierung von Baulücken in klimatisch sinnvollen Bereichen** kann umgesetzt werden, indem bspw. im Zuge von Potenzialstudien zur Baulückenaktivierung die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse des vorliegenden KLAKs mit einbezogen werden.



Baulückenaktivierung (Quelle: Dierendonckblanke 2011)

**In klimatisch belasteten Gebieten** sollte jedoch die **Umgestaltung von Baulücken zu offiziellen Grünflächen** erfolgen, um die klimatische Situation nicht noch weiter zu verschärfen. Die Ausgestaltung kann z. B. als öffentliche Parkanlage, Urbane Wildnis oder als Urban-Gardening-Projekt erfolgen.



### Hinweise für Fördermöglichkeiten

#### Fördermöglichkeiten:

Entwicklungsprogramm Ländlicher Raum (ELR);  
 Förderprogramm „Flächen gewinnen durch

Innenentwicklung“ des Ministeriums für Landesentwicklung und Wohnen BW (MLW BW); Städtebauförderprogramm des MLW BW

### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X		X	X

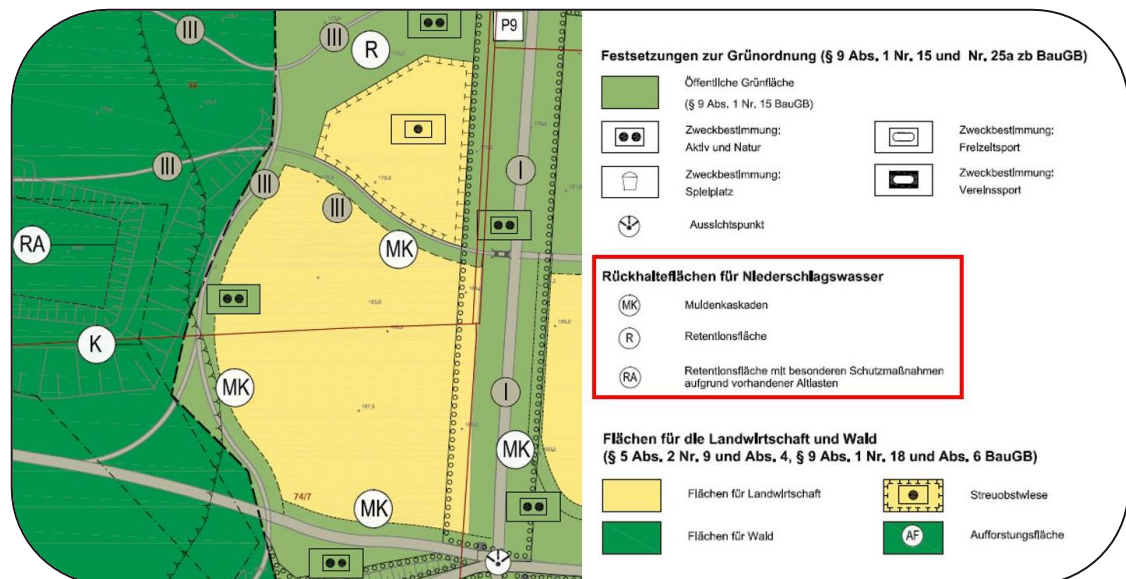
Die Integration von Klimaanpassungsbelangen in der kommunalen Bauleitplanung wirkt sich vielfältig auf alle Handlungsfelder aus. Die spezifischen Auswirkungen sind thematisch den jeweiligen Steckbriefen der einzelnen Handlungsfelder zu entnehmen. Ein Beispiel ist die Wechselwirkung zwischen der Sicherung innerstädtischer Grünflächen

und der Biodiversität: Positive Synergien ergeben sich für die Biotopvernetzung, wenn strukturell in der Bauleitplanung regionale und lokale Grünachsen oder auch Wildtierkorridore (Anschluss an Waldlebensräume) mit innerstädtisch festgesetzten Grünflächen verbunden werden. So kann die Bauleitplanung das Ausweichen von Tieren und Pflanzen in klimatisch geeignetere Räume begünstigen.

### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

#### • Festsetzungsbeispiel: Qualifizierte Planung der Regenwasserversickerung im Grünordnungsplan:

„Die Muldenkaskaden und Retentionsflächen sind als wechselfeuchte Sukzessionsflächen zu gestalten oder als wechselfeuchte artenreiche Wiesen anzulegen und extensiv zu pflegen. Für die Anlage der wechselfeuchten artenreichen Wiesen ist eine gebietsheimische artenreiche Saatgutmischung zu verwenden. Das Ausbringen von chemisch synthetischen Pflanzenschutzmittel Düngemittel und Gülle ist untersagt. [...] (GOP zum Bebauungsplan Nr. 40, Dresden-Räcknitz – Südpark 2021)“.



Festsetzungsbeispiel im Grünordnungsplan zum Bebauungsplan Nr. 40, Dresden-Räcknitz - Südpark (Quelle: Stadt Dresden 2021)

• **Urban Gardening in Berlin-Wedding „Himmelbeet“ in ehemaliger Baulücke:**

Das Projekt *himmelbeet* ist ein Gemeinschaftsgarten, der in einer ehemaligen Baulücke mitten im Wedding Brennpunkt seit 2013 entstanden ist. Das Projekt beschäftigt sich mit weiteren Themen wie die Inklusion von Menschen und die Anpassung an die Klimakrise im Alltag.



*Urban Gardening in Berlin-Wedding: Himmelbeet (Quelle: Kleist-Heinrich 2016)*

**Handlungsfeld: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung**  
 Leitziel: Befähigung der Kommunen zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen  
**U37 | U38: Verbesserung der Personalausstattung und Bereitstellung finanzieller Mittel für die Klimaanpassung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsmarkte:** *keine Verortung*

Die negativen Auswirkungen des Klimawandels im GMS wirken sich auf alle betrachteten Handlungsfelder aus und erfordern, dass in Kommunen auch die strukturellen Voraussetzungen für die

Klimaanpassung schaffen und fördern. Dabei sind die finanziellen sowie personellen Mittel wichtig, da sie zentrale Stellschrauben für die erfolgreiche Umsetzung sind.

**MASSNAHMEN**

Die **Schaffung neuer Stellen für Klimaanpassungsbelange** tragen dazu bei, das Umsetzungsziel zu erreichen. Folgende Personalausstattung in den verschiedenen Handlungsfeldern kann unterstützen:

- Einsatz eines Biodiversitätsmanagers oder einer Biodiversitätsmanagerin (siehe U29/U30, Seite 156)
- Einsatz von Forst-Rangern zur Erfassung von Waldschäden oder Waldbrandrisiken (siehe U27, Seite 145)
- Einsatz von Personal für die Pflege klimasensitiver Biotope und Fließgewässer (siehe U28, Seite 152; U31, Seite 160 und siehe U14)

- Einsatz von Personal im Bereich der Umweltbildung (siehe U39, Seite 177)
- Damit auch die Bereitstellung finanzieller Mittel für Klimaanpassungsmaßnahmen sichergestellt wird, sollten zu diesem Zweck **Mittel in den Haushalt von Kommunen und Städten eingestellt** werden.
- Eine weitere Umsetzungsmaßnahme ist die **Aufsetzung von kommunalen Förderprogrammen für Klimaanpassungsmaßnahmen auf privaten Flächen**. Beispielsweise in Form von Förderungen für begrünte Dächer oder private Zisternen-Systeme zur Förderung des Wasserrückhalts in der Stadt.

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten:

Bundesprogramm Biologische Vielfalt (Förderschwerpunkt Stadtnatur: Biodiversitätsmanager)

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
	X	X	X		X	X

Die Verbesserung der Personalausstattung und Bereitstellung finanzieller Mittel für die

Klimaanpassung wirkt sich vielfältig auf alle Handlungsfelder aus. Die spezifischen Auswirkungen sind thematisch den jeweiligen Steckbriefen der einzelnen Handlungsfelder zu entnehmen.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

• **Förderprogramm "Meerbusch grünt auf":** Das Förderprogramm "Meerbusch grünt auf" richtet sich sowohl an private Immobilieneigentümer als auch an Unternehmen. Mit der Förderung einer Dach- und Fassadenbegrünung soll vorrangig in bebauter Ortslage ein nachhaltiger Beitrag zur Verbesserung des Stadtklimas geleistet, die natürliche Artenvielfalt erhöht sowie das Wohn- und

Arbeitsumfeld für die Bürger aufgewertet werden. Das Förderprogramm stellt somit eine Ergänzung der bestehenden Dachbegrünungssatzung der Stadt Meerbusch dar. Die Fördersumme beträgt in diesem Jahr 50% der anfallenden Kosten bei einer Dach- und Fassadenbegrünung.



**Meerbusch**  
grünt auf

STADT MEERBUSCH

Wenn Sie das **Dach** oder die **Fassade** Ihres Hauses begrünen möchten – **sprechen Sie uns an!**

Sichern Sie sich eine **Förderung** von bis zu 50%.  
Das Angebot gilt auch für Unternehmen.

Weiterführende Informationen zur Richtlinie und Antragstellung  
finden Sie unter [www.meerbusch.de](http://www.meerbusch.de)



Förderprogramm "Meerbusch grünt auf" (Quelle: Stadt Meersbusch 2022)

**Handlungsfeld: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung**

Leitziel: Förderung der Bewusstseinsbildung zu Klimawandel und Klimaanpassung

**U39: Stärkung der Umweltbildung und Beratung für das Thema Klimaanpassung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsprogramm-  
 karte:** *keine Verortung*

Kommunen haben die Aufgabe, ihre Bürgerschaft bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Die Förderung von Umweltbildung und Beratung kann dabei helfen, diese Aufgabe zu erfüllen.

Dies kann dazu beitragen, dass Menschen ihre Verhaltensweisen ändern und sich besser auf die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels vorbereiten. Außerdem können Kommunen Netzwerke zwischen verschiedenen Akteuren und Gruppen aufbauen, die sich für die Klimaanpassung

einsetzen. Dies kann dazu beitragen, dass das Wissen und die Fähigkeiten unterschiedlicher Gruppen gebündelt werden, um gemeinsam Probleme zu lösen und kreative Lösungen zu entwickeln.

Wenn durch Beratung und Umweltbildung die Bürgerschaft, Unternehmen und Organisationen besser auf die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels vorbereitet sind, dann kann dies helfen, Schäden zu minimieren und somit auch Kosten zu sparen.

**MASSNAHMEN**

Die konkrete Umsetzung kann erfolgen, indem **Informationsstände auf Wochenmärkten** über das Thema Klimaanpassung im GMS informieren und der Öffentlichkeit Handlungsmöglichkeiten im eigenen Alltag aufzeigen und über Klimaanpassungsmaßnahmen der Städte und Kommunen informiert.

der Familie, Jugendcafé Weingarten) durchgeführt werden.

Auch die Bereitstellung von Informationen zu den Themen „Klimagerechtes Bauen“ und „Nachverdichtung“ für zukünftige Bauherren kann dabei helfen, Privatpersonen zu erreichen.

Auch die **Sensibilisierung von Privatwaldbesitzern für Klimathemen** ist eine Maßnahme, um über Anpassungsmaßnahmen in Privatwäldern zu informieren. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, die **Bevölkerung für das Risiko von Waldbrand** zu informieren und zu sensibilisieren (siehe U27, Seite 145).



*Wochenmarkt-Aktion zu Klimaanpassung der Stadt Neumünster (Quelle: Stadt Neumünster/ Schirmmacher 2022)*

Eine weitere Maßnahme ist die **gezielte Informationsvermittlung an Schulen oder in Jugendgruppen**. Dafür können Schulprojekte zum Thema Klimaanpassung initiiert werden oder auch Veranstaltungen zum Thema Klimaanpassung in Jugendhäusern und Jugendtreffs (z.B. Jugendhaus Mitte RV, Treff am Schussendamm, Jugendtreff Weststadt RV, Jugendtreff Stadt Weingarten ist im Haus

In der Landwirtschaft könnten **Fortbildungen für Landwirte im Bereich Klimaanpassung** weiterhelfen. Dafür könnte das Beratungsangebot des Landwirtschaftlichen Beratungsdiensts Ravensburg e.V. um das Beratungsmodul „Klimaschutz und Klimawandelanpassung - Modul 274“ ausgeweitet werden (gemäß Förderprogramm „Beratung landwirtschaftlicher Betriebe“). Im Bereich Obstbauberatung bestehen bereits Angebote im Landkreis Ravensburg (siehe dazu U20: Obstbauberatung, Anknüpfungspunkt Obstbauberatung im Landkreis Ravensburg).

Kommunen können auch mit Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung dazu beitragen **Akzeptanz für Biotopverbundmaßnahmen zu schaffen** (vgl. U29/30 Seite, 156). Die Kommune sollten die

Öffentlichkeit über die Bedeutung von Biotopen aufklären und für einen schonenden Umgang mit der Natur sensibilisieren. Das kann dazu führen, dass Biotopflächen besser geschützt werden und die Akzeptanz von Schutzmaßnahmen steigt.



Scherbelino Ravensburg - Hinweisschildern für die Bevölkerung (HHP 2021)

#### Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten: Förderprogramm Beratung landwirtschaftlicher Betriebe

#### Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X	X	X

alle Handlungsfelder aus. Die spezifischen Auswirkungen sind thematisch den jeweiligen Steckbriefen der einzelnen Handlungsfelder zu entnehmen.

Die Stärkung der Umweltbildung und Beratung für das Thema Klimaanpassung wirkt sich vielfältig auf

#### PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE

##### • Pflanzaktionen für klimaangepasste Bäume mit Schüler im GMS

• **Projekt „Urbane Klima-Gärten: eine Bildungsinitiative in der Modellregion Berlin“:** Das Projekt hatte das Ziel, breite Bevölkerungsschichten über das Vehikel „Garten und Gärtnern“ für die Thematik Klimaanpassung zu sensibilisieren und vor allem auch zu befähigen, selbständig Klimaanpassungsmaßnahmen in den von ihnen bewirtschafteten Gärten umzusetzen und ihr Wissen weiterzutragen. Der ganzheitliche Bildungsansatz bestand aus konkreten Bildungsmaßnahmen und einem partizipativen Entwicklungsansatz.



Beispiel für einen Klima-Schaugarten: das Pankower Garten- und Informationszentrum. (Quelle: Foos und Ziems 2017)

**Handlungsfeld: Strukturelle Berücksichtigung der Klimaanpassung in Kommunikation, Politik und Verwaltung**

Leitziel: Förderung der Bewusstseinsbildung zu Klimawandel und Klimaanpassung

**U40: Stärkung und Einforderung bürgerschaftlichen Engagements für Klimaanpassung**

PRIORITÄT

hoch

sehr hoch

**Verortung in Karte Handlungsmarkte:** keine Verortung

Klimaanpassung ist eine komplexe Herausforderung, die nicht von der GMS-Verwaltung allein bewältigt werden kann. Um erfolgreich zu sein, erfordert es die Unterstützung und Zusammenarbeit aller Teile der Gesellschaft, einschließlich der Bürgerschaft. Wenn Kommunen das bürgerschaftliche Engagement für Klimaanpassung stärken und

einfordern, können sie Belastung durch den Klimawandel reduzieren, die lokale Wirtschaft stärken (z. B. durch innovative Lösungen für die Klimaanpassung), den gesellschaftlichen Zusammenhalt stärken sowie Lern- und Informationsprozesse anstoßen.

**MASSNAHMEN**

Eine weitere Maßnahme kann die **Förderung von Quartiersgemeinschaften sowie von kreativen und nachhaltigen Gemeinschaften zur Umsetzung von Projekten der Klimaanpassung** sein. Das Kapuziner Kreativzentrum Ravensburg e.V. könnte hierbei eine Schlüsselrolle spielen. Schon heute bietet das Zentrum Ehrenamtssprechstunden an und bietet Raum für kreative Initiativen. Mögliche Aktionen könnten ein Ideenwettbewerb Klimaanpassung im GMS, ein Zukunftsgipfel Klima-Engagement oder auch eine Poetry-Slam-Veranstaltung zum Thema Klima sein.

mitzuwirken. Beispielsweise können Kommunen eine Baumscheibenpatenschaft anstoßen. Dabei haben engagierte Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit, durch das Bepflanzen von Baumscheiben im öffentlichen Straßenraum ihre Umgebungen zu verschönern, den Grünanteil zu erhöhen und gleichzeitig Kühlungseffekte hervorzurufen.



Eine Baumpatin bei der Arbeit (Quelle: BUND Naturschutz in Bayern e.V. / Winkler 2023)

Eine Umsetzungsmaßnahme kann zum Beispiel sein, dass Kommunen **Patenschaften für kommunale Grünflächen oder Grünstrukturen** ermöglichen und dadurch Bürgern die Möglichkeit geben, aktiv bei der Klimaanpassung ihres Lebensumfelds

**Hinweise für die verbindliche Bauleitplanung und Fördermöglichkeiten**

Kommunen: -

Fördermöglichkeiten:

Förderprogramm „Gemeinsam engagiert in BW“

**Wechselwirkungen und Synergien zu anderen Handlungsfeldern**

MSH	BAU	BO	WA	LWR	FST	BIO
X	X	X	X	X	X	X

Die Stärkung und Einforderung bürgerschaftlichen Engagements für Klimaanpassung wirkt sich vielfältig auf verschiedene Handlungsfelder aus. Die spezifischen Auswirkungen sind thematisch den

jeweiligen Steckbriefen der einzelnen Handlungsfelder zu entnehmen. Beispielsweise können Baumpatenschaften nicht nur zu lokal-klimatischen Verbesserung beitragen, sondern auch positive Effekte auf die menschliche Gesundheit und die Biodiversität ausüben.

**PROJEKTIDEEN UND GUTE BEISPIELE**

-

## 5. Ausblick

Die Kommunen des GMS stehen an einem entscheidenden Wendepunkt in Bezug auf den Umgang mit dem Klimawandel. Die Analysen des vorliegenden Klimaanpassungskonzeptes haben gezeigt, wie dringend Maßnahmen erforderlich sind, um sich auf die sich verändernden klimatischen Bedingungen vorzubereiten und beispielweise auch in zunehmenden Hitze- und Trockenperioden lebenswerte Verhältnisse in den Siedlungsgebieten sowie im Gebiet des GMS allgemein zu gewährleisten.

Das Klimaanpassungskonzept konnte zudem verdeutlichen, wie komplex die (Stadt-)klimatischen Zusammenhänge sind und dass viele Synergien zwischen den einzelnen Handlungsfeldern sowie geeigneten Klimaanpassungsmaßnahmen bestehen. Mit der sich derzeit in Arbeit befindenden Gesamtfortschreibung des Flächennutzungs- und Landschaftsplans für den GMS bestehen große Chancen, die aufgezeigten Herausforderungen mit querschnittsorientierten und entschlossenen Maßnahmen-bündeln in die kommunale Bauleitplanung und das kommunale Handeln zu überführen. Die lokalen Akteure haben für die Klimaanpassung im Gemeindeverband Mittleres Schussental bestimmte Schlüsselthemen identifiziert, die von besonderer Bedeutung sind. Diese Themen konzentrieren sich darauf, die derzeit noch überwiegend guten stadtklimatischen Bedingungen zu verbessern oder aufrechtzuerhalten, indem Maßnahmen ergriffen werden wie die Sicherung von Kaltluftzuflüssen, die Förderung von Durchgrünungsmaßnahmen und die Schaffung eines ausgeglichenen Wasserkreislaufs nach dem Prinzip der Schwammstadt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Rolle des Elements Wasser im Allgemeinen, was beispielsweise die Gewährleistung einer ausreichenden Wasserführung in Gewässern während Trockenperioden, die Bewässerung von Grünflächen und den Schutz aquatischer Ökosysteme umfasst.

Ein zentraler Aspekt für den Erfolg der Klimaanpassung liegt zudem in der Bereitstellung ausreichender Ressourcen. Alle Kommunen des GMS müssen sich darüber bewusst sein, dass die finanziellen Mittel, das Fachwissen und die personellen Ressourcen für die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen benötigt werden. Es ist unerlässlich, jetzt in die Zukunft zu investieren und die Mittel bereitzustellen, um die Gemeinden widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu machen.

In diesem Zuge sind auch die möglichen Kosten einer Untätigkeit hervorzuheben. Ausbleibende, entschiedene Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel lassen erhebliche Kosten durch Klimaschäden erwarten. Hitzewellen können die Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger gefährden, Überschwemmungen können lebensnotwendige Infrastrukturen beeinträchtigen und Dürren können landwirtschaftliche Erträge bedeutsam schmälern. Diese Schäden können enorme finanzielle und gesundheitliche Belastungen für die Gemeinden darstellen. Insgesamt ist es schwierig, einen direkten Kostenvergleich zwischen den Kosten des Klimawandels bei Untätigkeit und den Kosten für Klimaanpassungsmaßnahmen anzustellen, da viele Faktoren zu berücksichtigen sind. Allerdings zeigen wissenschaftliche Studien deutlich, dass das frühzeitige Handeln und die Investition in für den GMS geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen wirtschaftlich vorteilhaft sein können und langfristig zu Kosteneinsparungen für die Kommunen führen.

Um eine effektive Anpassung an die Klimawandelfolgen zu gewährleisten, ist eine klare Selbstverpflichtung der politischen Entscheidungsträger erforderlich. Die Verantwortlichen sollten Klimaanpassungsmaßnahmen konsequent in der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung berücksichtigen. Das bedeutet, dass klimabezogene Aspekte integraler Bestandteil der Planung neuer Infrastrukturen, des Wohnungsbaus, von Gewerbegebieten und anderer Entwicklungsprojekte sein müssen. Das vorliegende Klimaanpassungskonzept liefert hierzu zahlreiche Maßnahmen- und Umsetzungsvorschläge strategischer wie auch operativer Art.



## 6. Verzeichnisse

### 6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Handlungsfelder des Klimaanpassungskonzepts im GMS .....	2
Abbildung 2: Übersicht zum Beteiligungsprozess .....	3
Abbildung 3: Strahlungsantrieb der verschiedenen RCP-Szenarien und ihre Entwicklung bis 2100 .....	6
Abbildung 4: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots .....	9
Abbildung 5: Jahresmitteltemperatur im GMS im Zeitraum 1881 bis 2021 .....	10
Abbildung 6: Räumliche Verteilung der Jahresmitteltemperatur für verschiedene Klimaperioden. ....	11
Abbildung 7: Trockenheitsindex nach de Martonne im GMS im Zeitraum 1970 bis 2020 .....	12
Abbildung 8: Saisonmittelwerte der Bodenfeuchte (in % nFK) im GMS im Zeitraum 1991 bis 2020 .....	13
Abbildung 9: Mittlere Anzahl der Starkniederschlagstage ( $N \geq 30$ mm/d) im Mittleren Schussental zwischen 1991-2020 .....	14
Abbildung 10: Zeitlicher Trend der jährlichen Mitteltemperaturen im GMS (alle RCP-Szenarien) .....	16
Abbildung 11: Änderung der langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen in den drei Zukunftsperioden im GMS .....	16
Abbildung 12: Änderung der langjährigen mittleren monatlichen Niederschlagssummen im GMS .....	19
Abbildung 13: Änderung der saisonalen klimatischen Wasserbilanz in den drei Zukunftsperioden im GMS .....	20
Abbildung 14: Trend der Anzahl an Tagen pro Jahr mit stärkerem Niederschlag ( $N \geq 20$ mm/d) im GMS .....	21
Abbildung 15, Ausschnitt Karte AB 1: Nächtliche Überwärmung des Siedlungsraumes im GMS für das heutige Klima.....	27
Abbildung 16, Ausschnitt Karte AB 3: Nächtliche Überwärmung des Siedlungsraumes des GMS für das Szenario "Starker Klimawandel".....	28
Abbildung 17, Ausschnitt Karte AB 9: Wärmebelastung am Tag im Siedlungsraum des GMS für das Szenario "Starker Klimawandel".....	29
Abbildung 18, Ausschnitt Karte AB 25 (verkürzte Legende): Bewertung der stadtklimatischen Belastung im Wirkraum bei Baidnt für das heutige Klima. ....	31
Abbildung 19, Ausschnitt Karte AB 26: Aus der SKA abgeleitete Stadtklimatische Hotspots für den GMS .....	32
Abbildung 20, Ausschnitt Karte AB 16: Auszug Klimaanalysekarte bei Baienfurt.....	34
Abbildung 21, Ausschnitt Karte AB 9: Innerstädtische Grünflächen mit geringer Wärmebelastung im GMS .....	35
Abbildung 22, Karte AB 27: Stadtklimatisch wertvolle öffentlich zugängliche Grünflächen im GMS.....	36
Abbildung 23, Karte AB 28: Besonders wichtige Kaltluftprozesse im GMS .....	37
Abbildung 24: Erodierbarkeit des Bodens durch Wasser in Abhängigkeit der Bodenart .....	39
Abbildung 25: Vorherrschende Bodenartengruppen. ....	40
Abbildung 26: Bodenerosion der Gegenwart .....	41
Abbildung 27: Bodenerosion der Zukunft.....	42
Abbildung 28: Fokusbereiche zur Klimaanpassung Handlungsfeld Boden und Bodenschutz .....	44
Abbildung 29: Hinweise zur pot. Betroffenheit gegenüber Niedrigwasser .....	49
Abbildung 30: Abflüsse von Schussen und Wolfegger Ach des Jahres 2022 im Vergleich zum langjährigen Mittel der Jahre 1981 bis 2021.....	51
Abbildung 31: Fokusbereiche zur Klimaanpassung Handlungsfeld Wasser und Wasserhaushalt .....	52
Abbildung 32: Auswahl von Sonderkulturen im GMS.....	55
Abbildung 33: Zusammenfassung der potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf die angebauten Ackerfrüchte im GMS .....	56
Abbildung 34: Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Landwirtschaft.....	58

Abbildung 35: Klimasensitivität der Waldbiotope im GMS .....	60
Abbildung 36: Betroffenheit der Waldfunktionen im GMS bezogen auf die Anteile (sehr) hoch vulnerabler Waldflächen .....	64
Abbildung 37: Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft.....	65
Abbildung 38: Habitateignung für 30 besonders problematische Neophyten unter A) Klimabedingungen zum Zeitpunkt 2010 und B) Klimawandel (Prognosezeitraum 2051-60).....	67
Abbildung 39: Klimasensitivität der Offenlandbiotope im GMS .....	68
Abbildung 40: Betroffenheit des Schutzzwecks von Natura 2000-Gebieten und FFH-Gebieten im GMS .	69
Abbildung 41: Fokusbereiche zur Klimaanpassung im Handlungsfeld Ökologie und Biodiversität .....	71
Abbildung 42: Vorschlag für einen FNP-Layer „Klimaanpassung“ .....	82

## 6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht der verwendeten schwellenwertbasierten Kenntage.....	7
Tabelle 2: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen im GMS in der Vergangenheit .....	13
Tabelle 3: Langjährige Änderung der Temperatur im GMS .....	15
Tabelle 4: Langjährige Änderung thermischer Kenntage sowie der Länge von Hitzeperioden im GMS ...	17
Tabelle 5: Langjährige Änderung der mittleren Niederschlagssumme im GMS .....	18
Tabelle 6: Änderung der Aufttrittshäufigkeit von Starkniederschlagsereignissen (Anzahl Tage pro Jahr) sowie des maximalen Tagesniederschlags im GMS .....	22
Tabelle 7: Handlungsfelder im Klimaanpassungskonzept des GMS .....	24
Tabelle 8: Hydrologische Kennwerte ausgewählter Pegelmessstation im GMS.....	49
Tabelle 9 Potenzielle Auswirkungen der Beeinträchtigung von Waldfunktionen im GMS.....	62
Tabelle 10: Vorschläge für die Integration der Erkenntnisse des KLAKs in den FNP .....	81
Tabelle 11: Hinweise für die Berücksichtigung der Klima- & Betroffenheitsanalyse in der Analyse des Landschaftsplans.....	84

### 6.3 Literaturverzeichnis

- Arbeitskreis KLIWA (2018): Niedrigwasser in Süddeutschland. Analysen, Szenarien und Handlungsempfehlungen. Karlsruhe, Hof: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; Bayerisches Landesamt für Umwelt (KLIWA-Berichte, 23).
- Billen, Dr. Norbert; Stahr, Prof. Dr. Karl (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Boden. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).
- Boden, T.A.; Marland, G.; Andres, R.J. (2017): Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) (Hg.) (2010): LABO-Positionspapier - Klimawandel. Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (Hg.) (2022): Erodierbarkeit der Ackerböden durch Wasser (K-Faktor). K-Faktor der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung ABAG. Online verfügbar unter [https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Bodenerosion/Wasser/K\\_Faktor\\_node.html](https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Ressourcenbewertung/Bodenerosion/Wasser/K_Faktor_node.html).
- DGB (Hg.) (2011): Boden und Klimawandel – Hat der Klimawandel einen Einfluss auf die Bodenfunktionen in der Wesermarsch? Unter Mitarbeit von K. Klaassen und L. Gianì. DBG-Jahrestagung – Kom. V. Berlin und Potsdam.
- Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ) (2023): Die SSP-Szenarien. Online: <https://www.dkrz.de/de/kommunikation/klimasimulationen/cmip6-de/die-ssp-szenarien>
- Deutscher Wetterdienst (DWD) (2021): Analysen radarbasierter stündlicher (RW) und täglicher (SF) Niederschlagshöhen (Homepage). Online: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/radolan/radolan.html> (Abruf 22.11.2021).
- Donat, M. G.; Leckebusch, G. C.; Pinto, J. G.; Ulbrich, U. (2010): European storminess and associated circulation weather types: future changes deduced from a multi-model ensemble of GCM simulations. *Climate Research* 42:27–43.
- DWD (2022c): Datenbasis: Deutscher Wetterdienst, Beobachtungsdaten. Freier Online-Zugang zu Klimadaten. [ftp://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/](ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/)
- DWD (2022d): Datenbasis: Deutscher Wetterdienst, Rasterdaten. [ftp://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/grids\\_germany/](ftp://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/)
- DWD (2022d): Wetterlexikon (Homepage). Online: [www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html) (Abruf 22.11.2022).
- Fassnacht Ingenieure GmbH (2020): Starkregengefahrenkarte Gemeinde Baidt. Hg. v. Gemeinde Baidt.
- Feldwisch, N. (2004): Maßnahmen und Wirksamkeit von Erosionsschutz. Maßnahmen bei Sonderkulturen. Trier (4. Bodentage „Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft).
- Fink, A. H.; Pohle, S.; Pinto, J. G.; Knippertz, P. (2012): Diagnosing the influence of diabatic processes on the explosive deepening of extratropical cyclones. *Geophysical Research Letters* 39:L07803.
- Flaig, H. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Landwirtschaft. Karlsruhe.

- Foos, E. und Ziems, T. (2017): Die Bildungsreihe "Gärtnern im Klimawandel" geht in die letzte Runde. In: Berliner Gartenfreund, 2/2017, S. 14-15.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) (Hg.) (2019): Leitfaden für das Portal Klimafolgenforschung FVA-BW.
- Gavrilov, M.; An, W.; Xu, C.; Radaković, M.; Hao, Qingzhen; Yang, F.; Guo, Z.; Perić, Z.; Gavrilov, G.; Markovic, S.. (2019). Independent Aridity and Drought Pieces of Evidence Based on Meteorological Data and Tree Ring Data in Southeast Banat, Vojvodina, Serbia. Atmosphere. 10. 586. 10.3390/atmos10100586.
- Giorgi, F.; Jones, C.; Asrar, G. R. (2009): Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework, WMO Bulletin, 58(3):175-183.
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Kaspar, F.; Müller-Westermeier, G.; Penda, E.; Mächel, H.; Zimmermann, K.; Kaiser-Weiss, A.; Deutschland T. (2013): Monitoring of climatechange in Germany – data, products and services of Germany`s National Climate Data Centre. Adv. Sci. Res., 10, 99–106
- Kunze, S.; Blanck, K. (2021): Renaturierung von Waldböden. Prinzip der biologischen Intervention. 1. Auflage 2021. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Spektrum (essentials).
- Landesamt für Geologie, Rohstoffsicherung und Bergbau (LGRB) (Hg.) (2019): Bodenerosionsgefährdung für das Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg.
- Liebert, J. (2016): Abfluss BW. Regionalisierte Abfluss-Kennwerte Baden-Württemberg. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).
- Linke C. et al. (2016): Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“, Potsdam.
- LUBW (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg.
- LUBW (2022): Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/starkregen>, zuletzt aktualisiert am 11.01.2022, zuletzt geprüft am 11.01.2022.
- May, A.; Arndt, P.; Radtke, L.; Heiland, S. (2016): Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung. Ein Leitfaden. Hg. v. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (KLIMOPASS-Berichte, 4500347097/23).
- McDonald, R. E. (2011): Understanding the impact of climate change on Northern hemisphere extra-tropical cyclones. Climate Dynamics 37:1399-1425.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (MUKE) (Hg.) (2020): Wasserschutzgebiete. Online verfügbar unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser-und-boden/wasserversorgung/wasserschutzgebiete/>.

- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (MUKE) (Hg.) (2022): Hochwasserrisikomanagement in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser-und-boden/hochwasser/>.
- Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz (MWVLW RLP) (2023): Wetterdaten Rheinland-Pfalz. Bodenfeuchte Hilfe. Online: <https://www.wetter.rlp.de/Internet/global/the-men.nsf/b81d6f06b181d7e7c1256e920051ac19/6449e62b480fcb10c1257d5f0034e7b5?OpenDocument>
- Moss, R. H.; Edmonds, J. A.; Hibbard, K. A.; Manning, M. R.; Rose, S. K.; van Vuuren, D. P.; Carter, T. R.; Emori, S.; Kai-numa, M.; Kram, T.; Meehl, G. A.; Mitchell, J. F. B.; Nakicenovic, N.; Riahi, K.; Smith, S. J.; Stouffer, R. J.; Thomson, A. M.; Weyant, J. P.; Wilbanks, T. J. (2010): The next generation of scenarios for climate change re-search and assessment. *Nature* 463, 747–756.
- Nehring, S. (2016): Invasive Arten profitieren vom Klimawandel, S. 164–169.
- Peters, G.P.; Andrew, R.M.; Boden, T.; Canadell, J.G.; Ciais, P.; Le Quéré, C.; Marland, G.; Raupach, M.R.; Wilson, C. (2012): The challenge to keep global warming below 2 °C. *Nat. Clim. Change* 3, 4–6.
- Pinto, J. G.; Ryers, M. (2017): Winde und Zyklonen. In: Brasseur, G.; Jacob, D.; Schuck-Zöllner, S. (Hrsg.) (2017): *Klimawandel in Deutschland*.
- Pinto, J. G.; Zacharias, S.; Fink, A. H.; Leckebusch, G. C.; Ulbrich U. (2009): Factors contributing to the development of extreme North Atlantic cyclones and their relationship with the NAO. *Climate Dynamics* 32:711–737
- Rauthe, M.; Malitz, G.; Gratzki, A.; Becker, A. (2014): Starkregen. In: Becker, P.; Hüttl, R. F. (Hrsg.): *Forschungsfeld Naturgefahren*. Potsdam und Offenbach, S. 112.
- Reich, J.; Bödeker, F.; Gruhler-Gerling, C.; Hinsenkamp, G.; Stegmaier, A.; Kirste, D. (2012): Hochwassergefahrenkarte Baden-Württemberg. Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg. Hg. v. Regierungspräsidium Stuttgart.
- ReKliEs-De (2017): *Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland - Nutzerhandbuch*.
- Sauer, T.; Dehner, U.; Wiesner, T.; Sauer, S.; Goldschmitt, M.; Spies, E.-D. (2013): Auswirkungen des Klimawandels auf die Ressource Boden in Rheinland-Pfalz. Schlussbericht Modul Boden Teil I Bodenkohlenstoff. Hg. v. Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (RLPKK) (Schlussberichte des Landesprojekts Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz (Klim-LandRP)).
- Schaller, M.; Weigel, H.-J. (2007): *Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung*. Kassel: Universitätsbibliothek Kassel (Landbauforschung Völknerode: Sonderheft, 316).
- Schickhoff, U.; Eschenbach, A. (2018): Terrestrische und semiterrestrische Ökosysteme. In: Hans von Storch, Insa Meinke und Martin Claussen (Hg.): *Hamburger Klimabericht. Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schmidt, C.; Seidel, A.; Kolodziej, J.; Klama, K.; Schottke, M.; Friedrich, M. et al. (2011): *Vulnerabilitätsanalyse Westsachsen*. Hg. v. Regionaler Planungsverband Leipzig-West Sachsen. Leipzig/Dresden.

- Schwab, A.; Zachenbacher, D. (2009): Regionale Klimaanalyse Bodensee-Oberschwaben (REKLIBO). Wissenschaftlicher Abschlussbericht - Band 2. Hg. v. Regionalverband Bodensee-Oberschwaben (RVBO).
- Schwalm, C.; Glendon, S.; Duffy, P.(2020): RCP8.5 tracks cumulative CO 2 emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences. 117.
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Referat Naturschutz, Landschaftsplanung und Forstwesen und Referat Freiraumplanung und Stadtgrün (Hrsg.) (2016): Handbuch Gute Pflege (HGP). Pflegestandards für die Berliner Grün- und Freiflächen. Berlin.
- Stadt Jena (2016): Bäume in Jena. Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel. Schriften zur Stadtentwicklung Nr. 7.
- Steinmetz, H.; Wieprecht, S.; Bárdossy, A. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Wasserhaushalt.
- Stock, M. (Hg.) (2005): Klimawandel - Auswirkungen, Risiken, Anpassung. KLARA. Potsdam: PIK (PIK report, No. 99).
- Umweltbundesamt (UBA) (2011a): Hochwasser. Verstehen, Erkennen, Handeln! Unter Mitarbeit von C. Baumgarten, E. Christiansen, S. Naumann und G. Penn-Bressel. Hg. v. Umweltbundesamt.
- UBA (Hg.) (2011b): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Boden.
- UBA (2022a): Trends der Lufttemperatur. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur#steigende-durchschnittstemperaturen-weltweit>
- UBA (2022b): Trends der Niederschlagshöhe. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-niederschlagshoehe>
- Unsel, R. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels Fachgutachten für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft.
- Williams, S.; M. Nitschke; T. Sullivan; G. R. Tucker; P. Weinstein; D. L. Pisaniello; K. A. Parton; and P. Bi, 2012: Heat and health in Adelaide, South Australia: Assessment of heat thresholds and temperature relationships. Sci. Total Environ., 414, 126–133, doi:10.1016/j.scitotenv.2011.11.038.
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2022): Starkniederschlag. Online: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag> (Abruf 22.11.2022)

## 6.4 Bildnachweise der Steckbriefe

- Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kitzingen-Würzburg (2023): Flurspaziergang stößt auf großes Interesse. Landwirte können beim Erosionsschutz helfen. URL: <https://www.aelf-kw.bayern.de/landwirtschaft/pflanzenbau/327151/index.php> (Stand: 31.07.2023).
- Badische Neueste Nachrichten (2022): URL: <https://bnn.de/karlsruhe/karlsruhe-stadt/in-karlsruhe-verwandeln-sich-spielplaetze-bei-regen-in-versickerungsmulden> (Stand: 31.07.2023).
- Baumfeldwirtschaft (o.J.): URL: <https://baumfeldwirtschaft.de/keyline-design/> (Stand: 31.07.2023).
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2020): Wassersensible Siedlungsentwicklung. Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern. München.
- BUND Naturschutz in Bayern e.V. / Winkler, A. (2023): Werden Sie Stadtbaum-Pate! URL: <https://www.bund-naturschutz.de/natur-und-landschaft/stadt-als-lebensraum/stadtbaeume/stadtbaum-patenschaft> (Stand: 31.07.2023)
- deichdeern (2023): URL: <https://deichdeern.com/2021/11/06/pflanzensteckbrief-multitalent-zuckerruebe/> (Stand: 31.07.2023).
- Dierendonckblancke (2011): URL: <https://dierendonckblancke.eu/gelukstraat/> (Stand: 31.07.2023)
- dr. papadakis GmbH (2014): URL: <https://www.drpapadakis.de/wp-content/uploads/2014/10/Flie%C3%9Fweganalyse-1.png> (Stand: 31.07.2023)
- Durabit-Bauplast (2023): URL: [http://www.durabit.com/index.php?article\\_id=49&clang=0](http://www.durabit.com/index.php?article_id=49&clang=0) (Stand: 31.07.2023).
- elobau Stiftung (2023). URL: <https://www.elobau-stiftung.org/wildpflanzenbiogas-flaechen-2019/> (Stand: 31.07.2023).
- EURO-WALDBRAND (2023): Vorbeugender Waldbrandschutz. URL: <https://euro-waldbrand.de/a-leistungen/vorbeugender-waldbrandschutz.html> (Stand: 31.07.2023)
- Foos, E. und Ziems, T. (2017): Die Bildungsreihe "Gärtnern im Klimawandel" geht in die letzte Runde. In: Berliner Gartenfreund, 2/2017, S. 14-15.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) (2019). Klimakarten 2.0. Baumarteneignungskarten. URL: <https://www.fva-bw.de/daten-tools/geodaten/klimakarten/klimakarten-20> (Stand: 31.07.2023).
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) (2017): Alt- & Totholzkonzept Baden-Württemberg. URL: <https://www.fva-bw.de/daten-tools/monitoring/natura-2000/alt-totholzkonzept> (Stand: 31.07.2023)
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) (2013): Waldbrandmanagement. Verstehen – Vorbeugen – Bekämpfen. URL: <https://www.fva-bw.de/news-seiten/waldbrandmanagement> (Stand: 31.07.2023).
- G. Schnabel / Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) (2021): Vernetzung im Wald. URL: <https://www.forstzeitung.at/aktuelles/2021/11/connectforbio-vernetzung-im-wald.html> (Stand: 31.07.2023)
- GEO-NET Umweltconsulting (2023): Bürointerne Bilddatenbank. Hannover.

- GRAAF (2020): URL: <https://www.agraaf.nl/artikel/245532-schieland-en-krimpenerwaard-voorjaar-droog-begonnen-beregenen-onder-voorwaarden/> (Stand: 31.07.2023).
- GRÜNSTATTGRAU (2023a): Stücki Einkaufszentrum in Basel. URL: <https://gruenstattgrau.at/projekt/stuecki-einkaufszentrum-in-basel/> (Stand: 31.07.2023)
- GRÜNSTATTGRAU (2023b): Solargründach Seniorenresidenz Winterthur. URL: <https://gruenstattgrau.at/projekt/solargruendach-seniorenresidenz-winterthur/> (Stand: 31.07.2023)
- habitatbaum.com (2023): URL: <https://www.habitatbaum.com/de/baumeigentuemergemeindenstaedte> (Stand: 31.07.2023)
- Harthun, M. (2022): Klimaschutz mit Hilfe der Natur. NABU Hessen fordert acht große Klimaschutzwälder. URL: <https://hessen.nabu.de/naturundlandschaft/waelder/klimawandel/26812.html> (Stand: 31.07.2023)
- HHP.raumentwicklung (2021-2023): Bürointerne Bilddatenbank. Rottenburg am Neckar.
- Holger, P. (2020): Hohe Waldbrandgefahr: Stadt sperrt Grillplatz. In: Wetterauer Zeitung. URL: <https://www.wetterauer-zeitung.de/wetterau/karben-ort82108/hohe-waldbrandgefahr-stadt-sperrt-grillplatz-13855059.html> (Stand: 31.07.2023)
- irripart24 (2023): URL: <https://www.irripart24.eu/blog/welche-bewaesserungsarten-gibt-es-und-welche-eignet-sich-am-besten-fuer-mich/> (Stand: 31.07.2023).
- Jeske, P. (2023): Sulzmoosbach (Stand: 2023).
- Kleist-Heinrich, K. (2016): Urban Gardening in Berlin-Wedding: Im Himmelbeet grünt's aus allen Kisten. URL: <https://www.tagesspiegel.de/berlin/im-himmelbeet-grunts-aus-allen-kisten-4901890.html> (Stand: 31.07.2023)
- Koch, S. (2021): Unterrichtsort für verhaltensauffällige Kleinkinder: Schulgemeinde Frauenfeld plant einen Waldkindergarten mit Feuerstelle, Buddelplatz und Rutschhang. In: St. Galler Tagblatt. URL: <https://www.tagblatt.ch/ostschweiz/frauenfeld/bildung-unterrichtsort-fuer-verhaltensauffaellige-kleinkinder-schulgemeinde-frauenfeld-plant-einen-waldkindergarten-mit-feuerstelle-buddelplatz-und-rutschhang-ld.2164952> (Stand: 31.07.2023)
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2023): URL: <https://www.landwirtschaftskammer.de/fotos/zoom/e/erosionsschutzstreifen.jpg> (Stand: 31.07.2023).
- Müller-Kroehling, S.; Zollner, A. (2015): Multifunktionaler Moorschutz im Wald. URL: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/naturschutz/moorschutz-im-wald> (Stand: 31.07.2023)
- Netzwerk Lebensraum Feldflur (2020): URL: <https://www.energie-aus-wildpflanzen.de/biogas-aus-wildpflanzen/wildpflanzen-fuer-den-boden-und-gewaesserschutz/> (Stand: 31.07.2023).
- PHILIPP Forst Werkzeuge GmbH (2023): CLARK TRACKS Bogie-Bänder: Hangeinsatz. URL: <https://philippforstwerkzeuge.com/de/produkte/clark-tracks-bogie-baender/baender-fuer-hangeinsatzschnee/> (Stand: 31.07.2023)
- Pixabay (2023): URL: <https://pixabay.com> (Stand: 31.07.2023).
- Redaktion Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (2013): Auf den Boden achten. URL: <https://www.waldwissen.net/de/technik-und-planung/forsttechnik-und-holzernte/bodenschutz/auf-den-boden-achten?L=2> (Stand: 31.07.2023)
- Schuster, S. (2023): Wassersensible Gewerbegebietsplanung in Garching. URL: [https://www.stadtklimanatur.bayern.de/umsetzung/praxisbeispiele/kommunen\\_in\\_aktion/index.html](https://www.stadtklimanatur.bayern.de/umsetzung/praxisbeispiele/kommunen_in_aktion/index.html) (Stand: 31.07.2023)



- Stadt Aachen (2020): FLÄCHENNUTZUNGSPLAN AACHEN 2030. URL: [https://kim.regioit.de/GIS/STAC/FNP/FNP\\_AACHEN2030.zip](https://kim.regioit.de/GIS/STAC/FNP/FNP_AACHEN2030.zip) (Stand: 31.07.2023)
- Stadt Dresden (2021): Bebauungsplan Nr. 40, Dresden-Räcknitz – Südpark. URL: [https://buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/download/datei/1579018\\_0/Gr%C3%BCnordnung-splan+und+Gr%C3%BCnordnungsbericht\\_25.07.2019\\_aktualisiert\\_01-2021.pdf](https://buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/download/datei/1579018_0/Gr%C3%BCnordnung-splan+und+Gr%C3%BCnordnungsbericht_25.07.2019_aktualisiert_01-2021.pdf)
- Stadt Meersbusch (2022): Förderung für Gründächer. Mehr grüne Dächer und Fassaden im Stadtgebiet! URL: <https://meerbusch.de/wir-in-meerbusch/umwelt-und-klimaschutz/kommunale-foerderprogramme.html> (Stand: 31.07.2023)
- Stadt Neumünster / Schirrmacher, J. (2022): Wochenmarkt-Aktion zu Klimaanpassung am 16. September 2022. URL: <https://www.neumuenster.de/verkehr-umwelt/klima-umweltqualitaet/strategie-und-massnahmen-neu-kas/wochenmarkt-aktion-zu-klimaanpassung> (Stand: 31.07.2023)
- Stadtplanungsamt Regensburg (2023): Begrünung des Schwanenplatzes in der denkmalgeschützten Regensburger Altstadt. URL: [https://www.stadtklimanatur.bayern.de/umsetzung/praxisbeispiele/kommunen\\_in\\_aktion/index.html](https://www.stadtklimanatur.bayern.de/umsetzung/praxisbeispiele/kommunen_in_aktion/index.html) (Stand: 31.07.2023)
- Stankovic, I. (2018): Durch die Ravensburger Tobellandschaft: Schmalegger und Hölltobel. URL: <https://www.outdooractive.com/de/route/wanderung/oberschwaben/durch-die-ravensburger-tobellandschaft-schmalegger-und-hoelltobel/1513257/> (Stand: 31.07.2023)
- SWR4 BW Regional (2022): Rückepferd Mira zieht im Wald die schwersten Stämme. URL: <https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/mannheim/rueckepferd-im-odenwald-im-einsatz-100.html> (Stand: 31.07.2023)
- UBA (2005): <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgenanpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank/ausklappbare-hochwasserschutzwand-weiterentwicklung> (Stand: 31.07.2023).
- UBA (2013) URL: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/styles/800w400h/public/medien/portale/kompass/massnahmen/bilder/oeko-hw-werse\\_2.jpg?itok=94yrpOu0](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/styles/800w400h/public/medien/portale/kompass/massnahmen/bilder/oeko-hw-werse_2.jpg?itok=94yrpOu0) (Stand: 31.07.2023).
- UFA-Revue (2020): URL: <https://www.ufarevue.ch/landtechnik/maehdrescher> (Stand: 31.07.2023).
- Wald und Holz NRW (2022): Heli-Logging in Winterberg. URL: <https://www.wald-und-holz.nrw.de/waldblatt/rfa-10/2206-heli-logging-in-winterberg> (Stand: 31.07.2023)
- Wald-Prinz (2012): Rückegassen anlegen: Feinerschließung sichert bodenschonende Holzernte. URL: <https://www.wald-prinz.de/ruckegassen-anlegen-feinerschliessung-sichert-bodenschonende-holzernte/3436> (Stand: 31.07.2023)
- Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt (2021): Flutpolder Riedensheim. URL: <https://www.wwa-in.bayern.de/hochwasser/hochwasserschutzprojekte/riedensheim/index.htm> (Stand: 31.07.2023).
- Wendt, U. (2023): MooReSax. Moorwissen umsetzen - Moorrevitalisierung in der Modellregion Westergebirge/Sachsen. URL: <https://www.wald.sachsen.de/mooresax.html> (Stand: 31.07.2023)
- WFMG/ Baum, A. (2019): Neubau in Mönchengladbach. Venloer Vorbild für Rathaus-Neubau. URL: [https://rp-online.de/nrw/staedte/moenchengladbach/moenchengladbach-gesundes-rathaus-in-venlo-ist-vorbild-fuer-neubau-in-rheydt\\_aid-36931613](https://rp-online.de/nrw/staedte/moenchengladbach/moenchengladbach-gesundes-rathaus-in-venlo-ist-vorbild-fuer-neubau-in-rheydt_aid-36931613) (Stand: 31.07.2023)