



Integriertes Klimaanpassungskonzept

für den Landkreis München

Förderprojekt

Erstellung eines integrierten Klimaanpassungskonzepts für den Landkreis München und kreisangehörige Kommunen

Förderkennzeichen: 67DAA01231

Laufzeit/Vertragsdatum: 01.01.2024 – 31.12.2025



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

Projektbeteiligte

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit des Landkreises München und der energienker projects GmbH sowie der alpS GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Landratsamt München

Mariahilfplatz 17

81541 München

Ansprechpersonen:

Fr. Ehmke, Hr. Münchow



Landratsamt
München

Auftragnehmer

energienker projects GmbH

Richard-Strauss-Str. 71

81679 München

Ansprechpersonen:

Fr. Zauner, Fr. Patt



Auftragnehmer

alpS GmbH

Technikerstraße 21a

6020 Innsbruck

Österreich

Ansprechperson:

Fr. Hohenwallner-Ries



Liebe Leserinnen und Leser, sehr geehrte Bürgerinnen und Bürger,



Christoph Göbel
Landrat des Landkreises München
@Christoph Gramann Fotografie

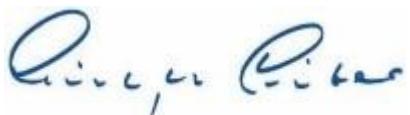
der Klimawandel ist längst in unserem Landkreis angekommen. Heiße Sommer, lange Trockenperioden, Starkregenereignisse und milde Winter prägen zunehmend unseren Alltag und verändern unsere Umwelt. Die Beobachtungen der letzten Jahre machen deutlich: Klimaanpassung ist keine Zukunftsaufgabe, sondern eine Verantwortung, der wir uns heute stellen müssen. Das Klimaanpassungskonzept für den Landkreis München wurde 2020 in Auftrag gegeben, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit, und gemeinsam mit den Städten und Gemeinden im Landkreis entwickelt. Es bündelt die Erkenntnisse, Erfahrungen und Ideen unserer Region und zeigt Wege auf, wie wir die Folgen des Klimawandels sichtbar machen und aktiv begegnen können.

Das Konzept basiert auf einer systematischen Analyse der Klimafolgen und ihrer Auswirkungen auf verschiedene Bereiche: Auf besonders verletzliche Gruppen wie Kinder, ältere oder gesundheitlich eingeschränkte Menschen, auf unsere Wälder, landwirtschaftlichen Flächen und die kommunale Infrastruktur sowie auf die Versorgung mit Wasser. Gleichzeitig definiert es ein klares Bild eines Landkreises, der sich den klimatischen Veränderungen anpasst, in dem natürliche Ressourcen geschützt, kühle Rückzugsorte für Hitze geschaffen und innovative Lösungen in Verbindung mit Tradition umgesetzt werden.

Die Umsetzung der Maßnahmen ist eine Aufgabe, die uns alle betrifft: Verwaltung, Kommunen, Wirtschaft, Vereine und Bürgerinnen und Bürger. Ob die Förderung von Grün- und Freiflächen, die Integration von Klimaanpassung in die Bauleitplanung, Hitzeschutz an Gebäuden oder die Sensibilisierung der Bevölkerung – jeder Schritt stärkt die Widerstandsfähigkeit unseres Landkreises. Dabei zeigt das Konzept: Wir können die Zukunft aktiv gestalten, wenn wir Wissen teilen, Erfahrungen austauschen und gemeinsam handeln.

Dieses Klimaanpassungskonzept ist mehr als ein Leitfaden – es ist ein Aufruf zum Mitwirken. Es lädt dazu ein, Klimaanpassung als selbstverständlichen Teil unseres Handelns zu verstehen und den Landkreis München lebenswert für kommende Generationen zu erhalten. Ich danke allen, die an der Erarbeitung und Umsetzung beteiligt sind und sein werden. Nur gemeinsam können wir die Lebensqualität unseres Landkreises sichern, die Natur bewahren und die Widerstandsfähigkeit unserer Region stärken.

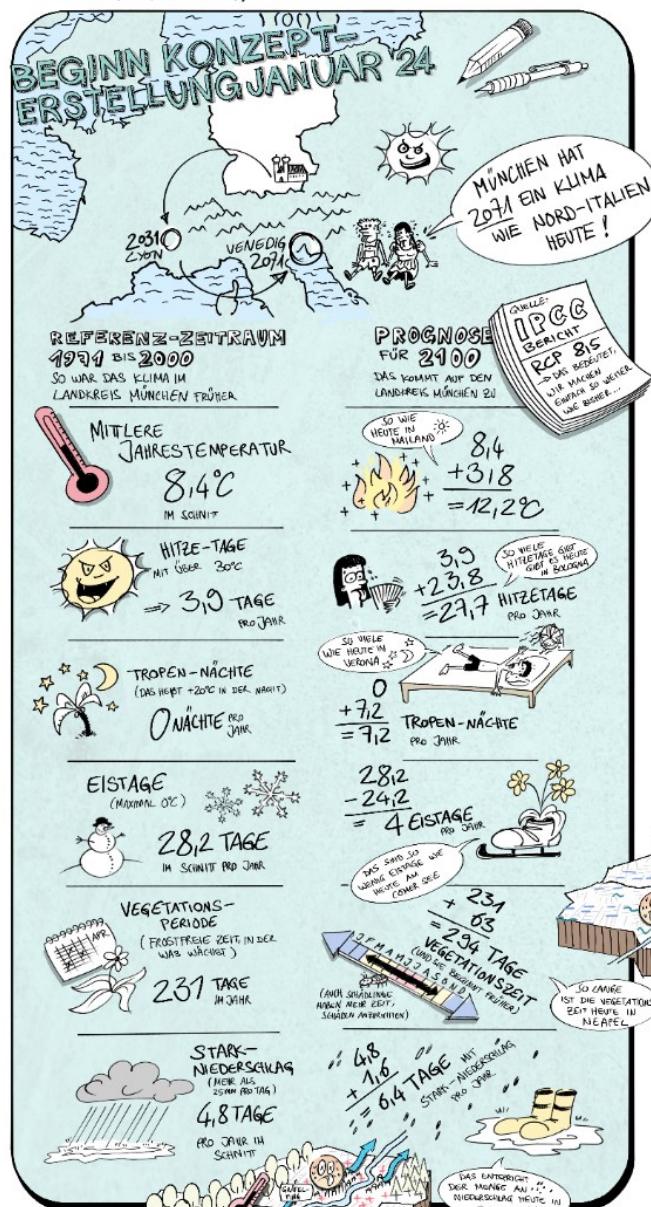
Mit herzlichen Grüßen,



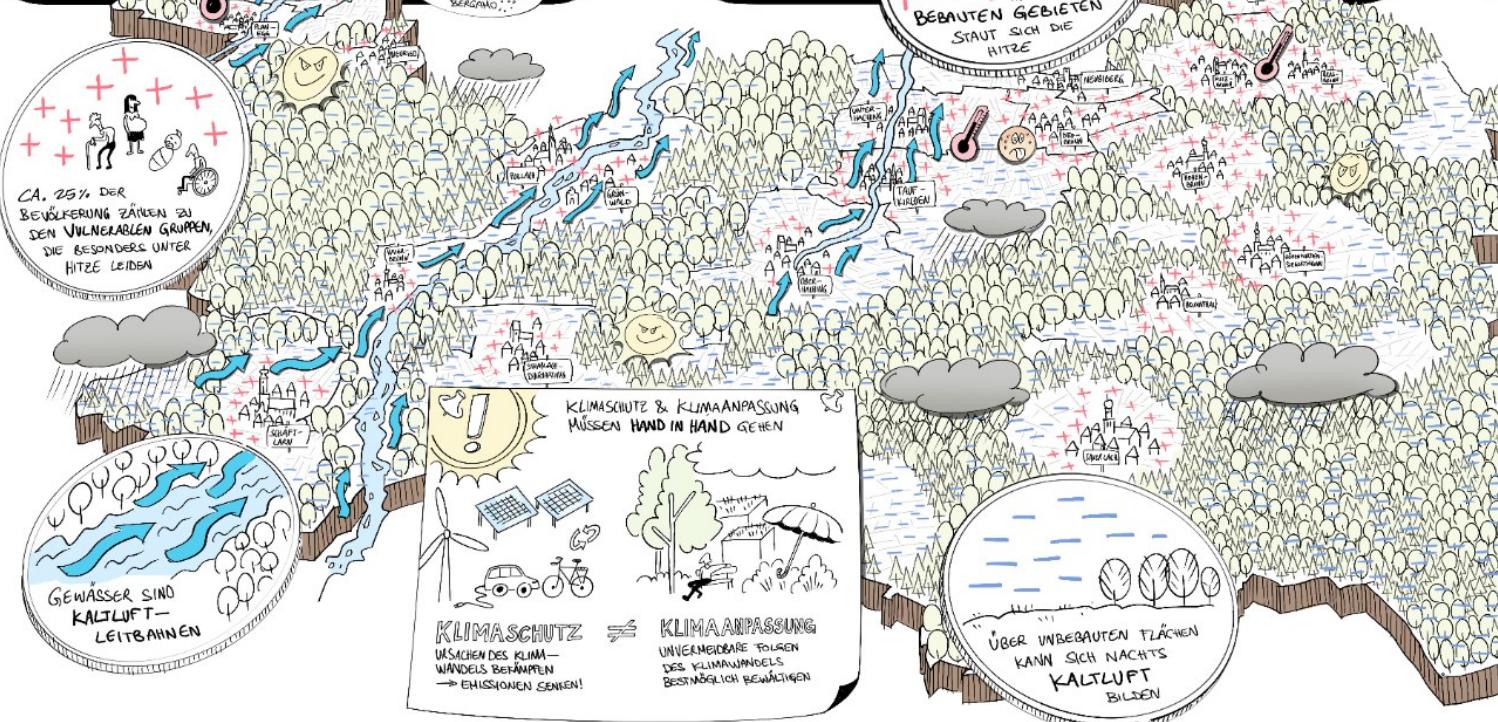
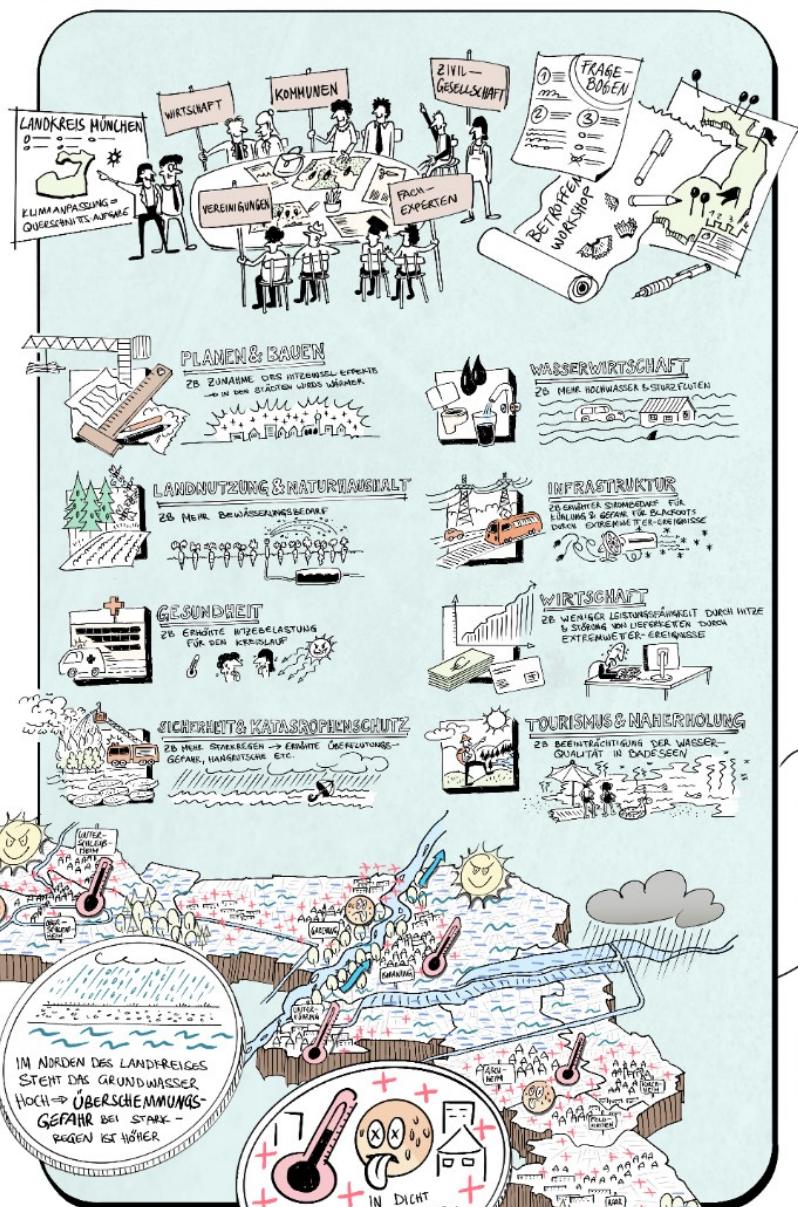
Ihr Christoph Göbel
Landrat des Landkreises München

KLIMAANPASSUNG IM

BESTANDSAUFNAHME

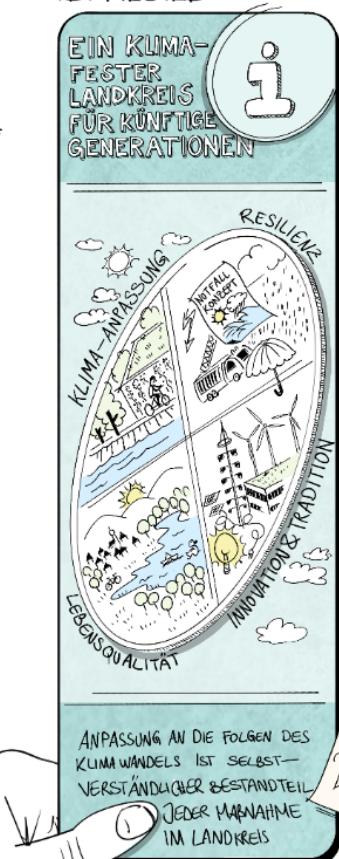


BETROFFENHEITSANALYSE



LANDKREIS MÜNCHEN

IDEALBILD



MAßNAHMEN-ENTWICKLUNG



UMSETZUNG & VERSTETIGUNG



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Inhaltsverzeichnis	5
1. Gesamtstrategie	9
1.1. Hintergrund	11
1.2. Idealbild	13
1.2.1. Konzepterstellung	17
2. Bestandsaufnahme Klima	23
2.1. Klimatische Ist-Situation und Veränderungen der letzten Jahrzehnte	24
2.2. Klimaprojektionen	34
3. Betroffenheitsanalyse	41
3.1. Vorgehen und Methodik	43
3.2. Betroffenheiten auf Landkreisebene	44
3.2.1. Planen und Bauen	44
3.2.2. Wasserwirtschaft	54
3.2.3. Landnutzung und Naturhaushalt	57
3.2.4. Infrastruktur	73
3.2.5. Gesundheit	79
3.2.6. Wirtschaft	83
3.2.7. Sicherheit und Katastrophenschutz	86
3.2.8. Tourismus und Naherholung	91
3.3. Hotspotanalyse auf Landkreisebene	93
3.3.1. Voranalyse und Auswahl der betrachteten Kommunen	93
3.3.2. Klimaanalysekarten für den Landkreis München	98
4. Maßnahmenkatalog	105
4.1. Vorgehen und Methodik	105
4.2. Synergien zum Natürlichen Klimaschutz und zur Stärkung der Biodiversität	106
4.3. Maßnahmenkatalog auf Landkreisebene	107
4.4. Maßnahmenspeicher auf Landkreisebene	109

5. Konzept zur Akteursbeteiligung	111
5.1. Analyse der Akteurinnen und Akteure	111
5.2. Akteursbeteiligung bei der Konzepterstellung	112
5.3. Akteursbeteiligung bei der Konzeptumsetzung	113
6. Öffentlichkeits- und Kommunikationskonzept	115
6.1. Kommunikationsstrategie zur Umsetzung des Konzepts	115
6.1.1. Zielgruppen und Kommunikationskanäle	115
6.1.2. Kommunikator: Landratsamt	118
6.1.3. Kommunikator: Kommunen	119
6.2. Information und Beteiligung während der Konzepterstellung	119
7. Verstetigungsstrategie	123
7.1. Strukturen zur nachhaltigen Verankerung	123
7.2. Verankerung auf den unterschiedlichen Ebenen im Landkreis	123
8. Controllingkonzept	129
8.1. Controlling-Systematik	129
8.2. Berichtsstruktur	131
8.3. Tool zur Datenerfassung	131
8.4. Controlling als wichtiges Element der Verstetigung	132
9. Ausblick	135
10. Glossar	139
11. Verzeichnisse	143
11.1. Abbildungsverzeichnis	143
11.2. Tabellenverzeichnis	148
11.3. Literaturverzeichnis	151
Anhang	157
Anhang 1: Klimaentwicklung Raum LK München 1955-2023	157
Anhang 2: Übersichtstabellen Klimaindizes	171
Impressum	178

Gesamtstrategie

01

1. Gesamtstrategie

Die Erkenntnis, dass nicht nur die Ursachen, sondern auch die Symptome des sich bereits verändernden Klimas behandelt werden müssen, erreicht zunehmende gesamtgesellschaftliche Akzeptanz. Wachsende Bereitschaft, neue Wege zu gehen, um die Herausforderungen des Klimawandels gemeinsam zu bewältigen wird auf unterschiedlichen Ebenen sichtbar: Politische Akteure, Unternehmen, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Bürgerinitiativen und zahlreiche internationale Projekte haben die Frage nach dem „Ob“ bereits hinter sich gelassen und richten ihren Fokus darauf, wie Lösungen entwickelt und umgesetzt werden können. Dies geschieht durch Zusammenschlüsse und Finanzierungsmöglichkeiten auf politischer Ebene, zivilgesellschaftliches Engagement, Investitionen in Innovationen in Forschung und Wirtschaft sowie durch Bildungsangebote im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung. Gemeinsam wird daran gearbeitet, die Auswirkungen des Klimawandels zu minimieren und gleichzeitig die Chancen für eine widerstandsfähige, lebenswerte Zukunft zu nutzen.

Auch der Landkreis München und seine Kommunen orientieren sich an diesen Positivbeispielen und streben eine aktive Rolle in der regionalen Klimaanpassung an. Die Notwendigkeit, sowohl die Ursachen des Klimawandels als auch seine bereits spürbaren Auswirkungen zu adressieren, ist offensichtlich. Der menschengemachte Klimawandel schreitet voran, seine Folgen sind längst keine abstrakten Zukunftsszenarien mehr: Die Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für das Jahr 2024 zeigen erneut eine Beschleunigung der Entwicklungen. Wie bereits 2023 wurde auch das Jahr 2024 als Rekordjahr ausgewiesen. Seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 war es das wärmste Jahr. Zugleich fiel das Jahr 2024 deutlich zu nass aus.

Warnungen vor den Folgen des Klimawandels begegnen uns in unterschiedlichsten Kontexten. Extreme Wetterereignisse wie Starkregen, Hitzewellen und Dürreperioden machen auch vor dem Landkreis München nicht halt. Vor diesem Hintergrund widmet sich das vorliegende Konzept der Klimaanpassung, also der vorsorgenden und strategischen Reaktion auf bestehende und zukünftige Klimafolgen. Im Gegensatz dazu zielt der Klimaschutz auf die Ursachenbekämpfung, insbesondere die Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Um den Landkreis auf diese Herausforderungen vorzubereiten, die Schäden und Risiken durch Klimafolgen zu minimieren und gleichzeitig die Lebensqualität der Bevölkerung zu sichern, ist ein gesamtstrategisches Vorgehen erforderlich. Mit dem vorliegenden Konzept zur Klimaanpassung wurde in Zusammenarbeit mit den Kommunen eine fundierte und vorausschauende Grundlage geschaffen.

Ziel ist es, klimatische Risiken systematisch zu bewerten, geeignete Anpassungsmaßnahmen abzuleiten und diesen Schritt für Schritt umzusetzen. Dabei steht die Stärkung der Resilienz des Landkreises, die Nutzung von Chancen für nachhaltige Entwicklung sowie der Erhalt des sozialen Zusammenhalts im Zentrum, auch unter sich verändernden klimatischen Bedingungen. Das Konzept ist als lernender Prozess angelegt, der wissenschaftliche Erkenntnisse mit kommunalem Wissen, politischer Steuerung und gesellschaftlicher Beteiligung verbindet.

Insgesamt versteht sich das Konzept dabei als strategisches Steuerungsinstrument mit klarem Rahmen und definiertem Anspruch: Es bietet eine strukturierte Einschätzung klimatischer Risiken, zeigt Handlungsfelder auf und leitet auf Basis vorhandener Erkenntnisse und kommunaler Beteiligung prioritäre Maßnahmen ab. Im Vordergrund steht eine konzeptionelle Flughöhe, die sowohl eine koordinierte Strategie auf Landkreisebene als auch eine praxisnahe Orientierungshilfe für die Kommunen bietet. Detaillierte Fachgutachten, Umsetzungsplanungen oder investive Maßnahmen sind nicht Gegenstand des Konzepts und können im Rahmen dieser Phase nicht geleistet werden. Stattdessen gibt das Konzept Orientierung, priorisiert Handlungsfelder und Maßnahmen und schafft Anknüpfungspunkte zu fachlichen und fördertechnischen Schnittstellen. Damit wird eine belastbare und von allen Beteiligten mitgetragene Grundlage für den weiteren Anpassungsprozess geschaffen.

Die entwickelten Maßnahmen unterstützen zudem die Umsetzung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) und leisten konkrete Beiträge zu deren Zielen, etwa in den Bereichen Hitzeschutz, Hochwasservorsorge, Biodiversität, Luftqualität und Umweltgerechtigkeit. Außerdem orientiert sich das Konzept am gemeinsam entwickelten Idealbild für einen klimafesten Landkreis: ein Landkreis, der bei Hitze Rückzugsorte bietet, natürliche Ressourcen schützt, in dem Innovation und Tradition zusammenwirken und in dem Klimaanpassung ein selbstverständlicher Teil des Alltags ist. Dieses Idealbild fungiert als strategischer Anker des gesamten Konzepts.

1.1. Hintergrund

Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) weist in seinen Sachstandsberichten regelmäßig auf die Folgen der menschengemachten Klimakrise hin und betont den dringlichen Handlungsdruck. Laut dem aktuellen Bericht aus dem Jahr 2022 werden mehr als 3,3 Milliarden Menschen in hohem Maße von den Klimaveränderungen betroffen sein. Insbesondere in urbanen Gebieten sind die Gesundheit, das Leben und die Lebensgrundlagen der Menschen, aber auch die baulichen Strukturen und kritischen Infrastrukturen, einschließlich Energie- und Verkehrssysteme, durch Hitzewellen, Stürme, Dürren und Überschwemmungen bedroht. Selbst bei einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C werden Menschen und Ökosysteme stark belastet [1].

Der zweite Teil des sechsten Sachstandsberichtes zeigt noch eindrücklicher als frühere Berichte die Wechselwirkungen zwischen Klimaveränderungen, der Artenvielfalt und den Menschen auf [2]. So spielen der Schutz und die Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme bei der Abmilderung extremer Wetterereignisse eine besonders große Rolle. Der Mensch ist Teil des Systems, das er beeinflusst und trägt damit Verantwortung für eine lebenswerte und klimagerechte Zukunft.

Die klimapolitischen Zielvorgaben werden auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene definiert. Einen wichtigen Bestandteil auf globaler Ebene bildet das Pariser Klimaabkommen von 2015. 195 Staaten einigten sich auf das Ziel, den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur auf 1,5 °C zu begrenzen, da dies die klimawandelbedingten Folgen und Risiken deutlich vermindern würde.

Im Rahmen dessen haben die Länder nationale Klimaschutzpläne zur Emissionsminderung aufgestellt, die zur Erreichung des 1,5 °C Ziels beitragen sollen. Darüber hinaus soll die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel erhöht werden, damit die Auswirkungen des Klimawandels minimiert und ggf. vorgebeugt werden können.

Insbesondere Regionen, Landkreise und Gemeinden spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle. Sie sind dazu aufgerufen, die Anstrengungen und Maßnahmen zur Emissionsminderung zu unterstützen. Auch sollen sie ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Veränderungen erhöhen sowie ihre Anfälligkeit verringern. Der verantwortungsvolle Umgang mit Natur und Umwelt, die Reduktion der CO₂-Emissionen sowie ein effizienter Einsatz von Energie sowie die Förderung erneuerbarer Energien sind maßgeblich.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt besteht in der vorausschauenden Anpassung bestehender Strukturen an die Folgen und Auswirkungen des fortlaufenden Klimawandels. So ist im Falle eines ungebremsten Klimawandels, im Jahr 2080 in Deutschland, z. B. durch Reparaturen nach Stürmen oder Hochwassern und Mindereinnahmen der öffentlichen Hand, mit einer Zunahme der Kosten je nach Klimaszenario auf jährlich 0,3 bis 0,75 % des Bruttoinlandsproduktes (BIP) zu rechnen. Umgerechnet auf das heutige BIP in Deutschland entspricht dies jährlichen Kosten von etwa 8 bis 21 Milliarden Euro [3]. Die Bezifferung der Kosten wird dabei im Zeitraum von 2022 bis 2050 auf knapp 900 Milliarden Euro geschätzt [4]. Der Klimawandel weist neben den ökologischen Herausforderungen

insbesondere Problemstellungen in ökonomischer Hinsicht auf.

Sowohl auf EU-Ebene mit der „EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ von 2023 als auch auf nationaler Ebene mit der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024“ gibt es bereits Konzepte. Auch der Freistaat Bayern hat mit seiner aktualisierten „Bayerischen Klima-Anpassungsstrategie (BayKLAS)“ von 2016 einen Pfad zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels aufgezeigt. [5] [6] [7].

Unterstützt durch gesetzliche Vorgaben, wie das Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG) [8], dem Angebot von Fördermitteln und aus Sorge um Lebensqualität und öffentliche Sicherheit befassen sich Landkreise, Städte und Gemeinden zunehmend mit den Fragen der Adaption an den Klimawandel:

- Welche Änderungen sind zu erwarten?
- Wo entstehen Risiken und Gefahren?
- Wie können wir uns darauf vorbereiten?

Die klimabezogenen Prognosen zeigen, dass auch der Landkreis München von diesen

Entwicklungen nicht verschont bleibt. Bereits heute ist der Klimawandel im Landkreis deutlich spürbar, wie die steigende Anzahl extremer Wetterereignisse, zum Beispiel die Starkregenereignisse im Sommer 2024, welche zu Schäden in mehreren Kommunen des Landkreises geführt haben, zeigen.

Durch die Erarbeitung eines Konzeptes zur Klimafolgenanpassung für den Landkreis wird in einem partizipativen Prozess ein abgestimmter und umsetzungsorientierter Handlungsrahmen für die zukünftige Entwicklung und Anpassung im Hinblick auf den Klimawandel geschaffen.

Das Konzept wurde in enger Zusammenarbeit mit den Verwaltungen des Landkreises und der beteiligten Kommunen erstellt. Es wird nach den Vorgaben des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) erarbeitet sowie nach der Richtlinie „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ mit dem Förder schwerpunkt A.1 „Erstellung eines Nachhaltigen Anpassungskonzepts“ gefördert.

1.2. Idealbild

Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellt den Landkreis München vor komplexe Herausforderungen, die ein langfristiges und zielgerichtetes Vorgehen erfordern. Hierzu werden im Zuge der Konzepterstellung gemeinsame Ziele formuliert: Diese finden sich in einem übergeordneten Idealbild sowie in acht themenspezifischen Leitlinien (je Themenschwerpunkt eine Leitlinie) wieder. Sie dienen sowohl als Handlungsrahmen für strategische Entscheidungen auf politischer Ebene als auch als Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung konkreter Anpassungsmaßnahmen.

Im Rahmen von Workshops bringen

Vertreterinnen und Vertreter der Verwaltungen des Landkreises und der beteiligten Kommunen ihre Vorstellungen und Anregungen für einen klimaresilienten Landkreis München ein. Diese fließen in die Entwicklung des Idealbilds und der Leitlinien ein. Ziel ist es, eine gemeinsame Vision für eine nachhaltige, widerstandsfähige und lebenswerte Zukunft zu formulieren, unter Berücksichtigung gemeinsamer Werte und der regionalen Identität. Der Ausschuss für Energiewende, Landwirtschafts- und Umweltfragen beschließt das Idealbild und die Leitlinien für den Landkreis München (DS 15/1180-1).

.....

29++



IDEALBILD

Klimaanpassungskonzept des LK München und 27 beteiligten Kommunen

Ein klimafester Landkreis für künftige Generationen

Durch Klimaanpassung haben wir eine resiliente und zukunftsfähige Region geschaffen. Der Landkreis ist vorbereitet und geht routiniert souverän mit den veränderten Klimabedingungen und Extremwetterereignissen um. Die hohe Lebensqualität der Menschen sowie die ökologischen und wirtschaftlichen Grundlagen sichern wir im Zukunftsstandort Landkreis München durch Innovation und Tradition. Die Kommunen und der Landkreis etablieren die Anpassung an die Folgen des Klimawandels als integralen Bestandteil ihres Handelns; wir denken und bearbeiten das Thema selbstverständlich mit. Durch ein stetiges Controlling stellen wir die Umsetzung und den Erfolg der Maßnahmen sicher. Maßnahmen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes ergänzen sich zielführend.



Die Anpassung wird maßgeblich in acht Themenschwerpunkten erfolgen, ausgerichtet an folgenden Leitlinien:

Planen und Bauen – Klimaresilient planen, bauen und begrünen

Wir gestalten unsere gebaute Umwelt klimaresilient, indem wir Hitzeschutz und Starkregenvorsorge umsetzen, Freiräume und Retentionsflächen sichern und neu schaffen, Nutzungskonflikte vorausschauend vermeiden und öffentliches Grün an die neuen Herausforderungen anpassen. Klimaanpassung wird als Querschnittsaufgabe in den planenden Bereichen verankert, Lösungsansätze werden fachübergreifend entwickelt.

Wasserwirtschaft – Wasser als kostbares Gut

Wir stärken die Wasserwirtschaft durch gezielte Maßnahmen zur effizienten Nutzung von Wasser. Wir entwickeln Strategien zum nachhaltigen (Regen-)Wassermanagement sowie zum Umgang mit Trockenheit und Hochwasser bzw. Überflutungen nach Extremwetterereignissen und setzen diese um. Um den wasserbezogenen Herausforderungen im Klimawandel gemeinsam zu begegnen, fördern wir die fachübergreifende Zusammenarbeit sowie die gemeinschaftliche Verantwortung zwischen Kreis und Kommunen.



Landnutzung & Naturhaushalt – Natürliche Ressourcen und Ökosysteme erhalten und stärken

Unsere Wälder und (Acker-)Böden schützen wir vor Austrocknung, Erosion und weiteren klimabedingten Schäden, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betroffenheiten im Landkreis. Durch den bewussten Umgang mit Gewässern und Freiflächen sowie der Regulierung invasiver Arten stärken wir unsere natürliche Umwelt. Wir etablieren Strategien zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen, Tiere und Kulturen vor klimabedingten Schäden und unterstützen die Umsetzung.



Gesundheit – Gesundheitsschutz und Prävention fördern

Wir schützen die Gesundheit der Bevölkerung im Landkreis unter besonderer Berücksichtigung vulnerabler Gruppen. Durch zielgerichtete Information, Frühwarnsysteme und umfassende planerische Vorsorgemaßnahmen wird die Lebensqualität erhalten und verbessert. Die Bürgerinnen und Bürger sind für Klimarisiken sensibilisiert und wissen, wie sie sich und ihren Mitmenschen helfen können und wo sie im Akutfall Hilfe erhalten.



Infrastruktur – Infrastruktur resilient gestalten

Wir sichern die Infrastruktur und gestalten den Verkehrsraum resilient gegenüber den Folgen des Klimawandels. Gleichzeitig gestalten wir die digitale Infrastruktur und die Energieinfrastruktur widerstandsfähig gegenüber Extremwetterereignissen, um Ausfälle zu verhindern.



Wirtschaft – Unternehmensstandorte und Arbeitsbedingungen anpassen

Wir unterstützen unsere regionalen Unternehmen bei ihren Bestrebungen sowohl die Unternehmensstandorte als auch die Arbeitsbedingungen an die klimabedingten Herausforderungen anzupassen. Wir fördern Innovationen, die die Resilienz der Wirtschaft erhöhen, Arbeitsplätze sichern und einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung leisten. Zudem sind die Unternehmen für die Folgen des Klimawandels sensibilisiert und durch ein nachhaltiges Risikomanagement zukunftsorientiert aufgestellt.



Sicherheit und Katastrophenschutz – Im Ernstfall reagieren können

Wir sind auf die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen eingestellt und können Ereignisse bestmöglich bewältigen. Der Einsatz von Warnsystemen und die fachübergreifende Kommunikation und Kooperation werden in diesem Zusammenhang kritisch hinterfragt und soweit nötig optimiert. Dadurch sichern wir auf allen Ebenen eine schnelle und koordinierte Reaktion im Ernstfall, um die öffentliche Sicherheit aufrecht zu erhalten und Folgen von Extremwetterereignissen so weit wie möglich abzumildern. Gleichzeitig stärken wir die Eigenvorsorge und den Eigenschutz der Bürgerinnen und Bürger, insbesondere durch eine fortlaufende Öffentlichkeitsarbeit.



Tourismus und Naherholung – Attraktive Naherholung stärken

Wir sichern die Naherholung, die Freizeitangebote und den Tourismus. Die Attraktivität unserer Erholungsgebiete bleibt trotz klimabedingter Veränderungen und steigendem Nutzungsdruck erhalten.

1.2.1. Konzepterstellung

Die Erstellung des Klimafolgenanpassungskonzepts für den Landkreis München und die beteiligten Kommunen erfolgt als strukturierter und mehrstufiger Prozess. Ein zentraler Bestandteil ist die breite Beteiligung sowie der kontinuierliche Austausch mit den Kommunen, dem Landratsamt und externen Fachstellen. Ziel ist es, Strategien und Maßnahmen zu entwickeln, um auf bereits beobachtete und zukünftig erwartete Klimaveränderungen im Landkreis zu reagieren. Das Klimaanpassungskonzept bietet dem Landkreis München und seinen kreisangehörigen Kommunen eine zentrale konzeptionelle Grundlage und ein strategisches Instrument zur zielgerichteten Anpassung an fortschreitende Klimaveränderungen. Es unterstützt die Verankerung von Klimaanpassung im kommunalen Handeln und trägt zur Stärkung der Anpassungskapazitäten bei – etwa durch verbesserte Reaktionsfähigkeit bei Extremwetterereignissen, den Erhalt der kommunalen Leistungsfähigkeit und die Reduktion möglicher Personen-, Sach- und Vermögensschäden. Die Konzepterstellung gliedert sich in folgende aufeinander aufbauende Phasen:

Bestandsaufnahme:

Die erste Phase dient der Analyse des Ist-Zustands. Dabei werden relevante Grundlagen und Daten zusammengetragen, die bisherigen Erfahrungen ausgewertet und vergangene und künftige Klimaveränderungen sowie deren Auswirkungen untersucht. Auf dieser Grundlage entsteht eine belastbare Datenbasis für die zielgerichtete Auseinandersetzung mit den spezifischen Herausforderungen und Bedarfen des Landkreises und seiner Kommunen.

Betroffenheits- und Hotspotanalyse:

In dieser Phase erfolgt die Analyse der Betroffenheiten sowie die Priorisierung der Handlungsfelder. Ergänzt wird die Analyse durch gemeinsame Workshops. Darüber hinaus werden für ausgewählte Kommunen Hotspot-Karten erstellt, um besonders sensible Bereiche zu identifizieren.

Maßnahmenentwicklung:

Aufbauend auf der Betroffenheits- und Hotspotanalyse liegt der Fokus dieser Phase auf der Konzeption und Konkretisierung von Anpassungsmaßnahmen. Ziel ist die Entwicklung einer übergreifenden Strategie sowie die Ableitung und Priorisierung konkreter Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung. Workshops auf Landkreis- und Clusterebene unterstützen diesen Prozess und sichern eine hohe Praxisnähe sowie Akzeptanz der erarbeiteten Maßnahmen.

Umsetzungsvorbereitung und Verfestigung:

In der abschließenden Phase liegt der Schwerpunkt auf der Verankerung der Ergebnisse und der Vorbereitung der Umsetzung. Dazu werden eine umfassende Verfestigungsstrategie sowie begleitende Konzepte für Kommunikation und Controlling erarbeitet.

Veröffentlichung des Konzepts:

Nach Abschluss der Konzeptentwicklung wird das Klimafolgenanpassungskonzept veröffentlicht. Dies stellt die Basis für eine koordinierte und effektive Anpassung an die Klimafolgen im Landkreis München dar und ermöglicht eine nachhaltige Weiterentwicklung sowohl auf Landkreisebene als auch in den beteiligten Kommunen.

KLIMAOLGENANPASSUNG - PROZESS DER KONZEPTERSTELLUNG

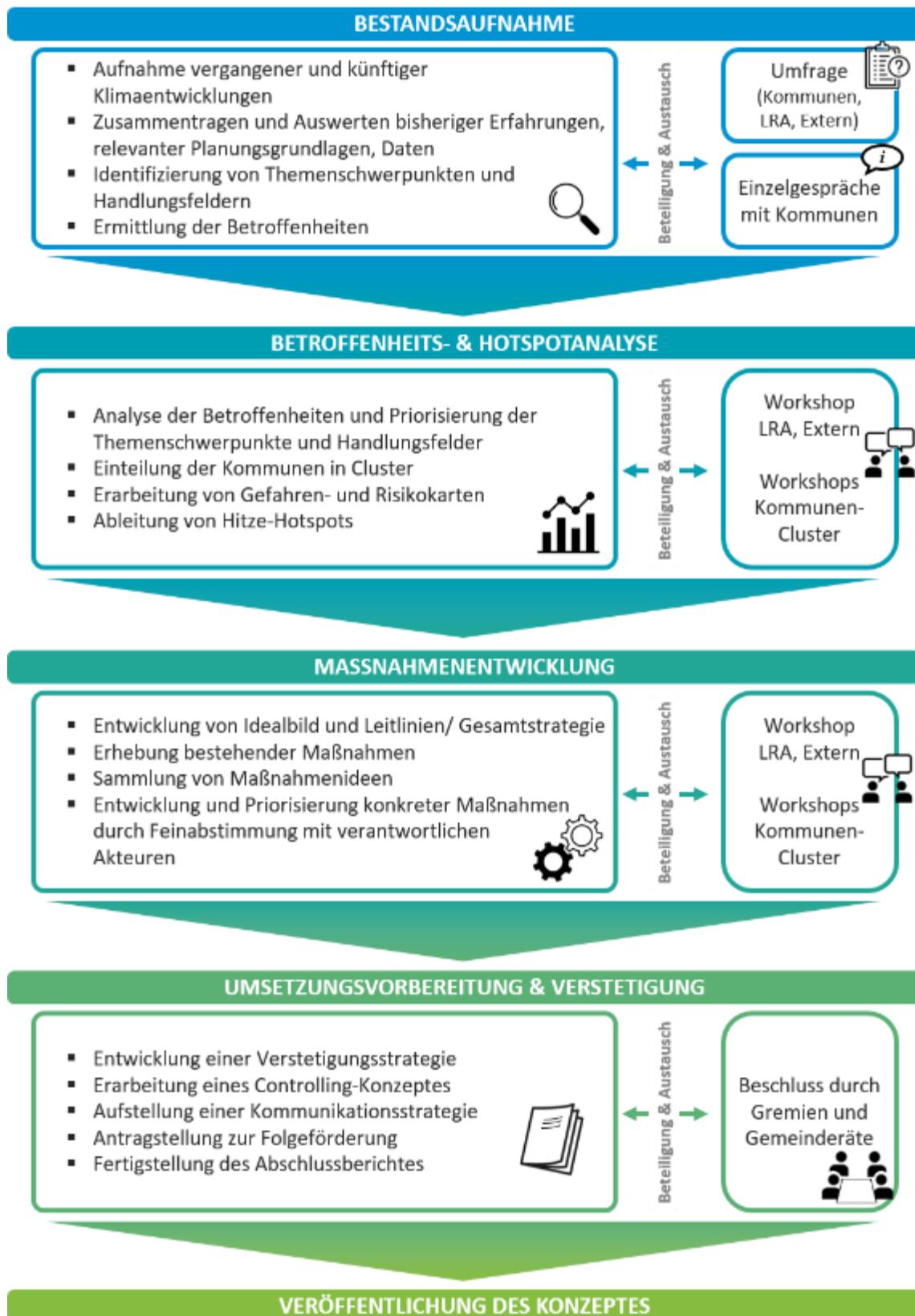


Abbildung 1: Inhalte der Konzeptarbeit

Auswahl der Themenschwerpunkte

Die direkten und indirekten Folgen des Klimawandels sind vielfältig und betreffen zahlreiche gesellschaftliche und wirtschaftliche Bereiche. Dementsprechend ist Klimaanpassung nicht isoliert zu betrachten, sondern als Querschnittsaufgabe zu verstehen. Im Rahmen der Konzeptionierung werden daher die für den Landkreis München relevanten Bereiche – im Folgenden „Handlungsfelder“ genannt – identifiziert.

Die Auswahl erfolgt in Anlehnung an die bestehenden Handlungsfelder der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) sowie der Bayerischen Klimaanpassungsstrategie (BayKLAS), die jeweils 15 Handlungsfelder benennen. Die Orientierung an den Strategien von Bund und Land stellt zudem die Anschlussfähigkeit an übergeordnete Programme und Maßnahmen

sicher. Im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts werden diese Handlungsfelder auf ihre Relevanz für den Landkreis München geprüft. Ziel ist es, jene Bereiche zu identifizieren, in denen klimabedingte Auswirkungen zu erwarten sind und Anpassungsbedarf besteht. Grundlage hierfür sind die erstellten Klimaanalysen sowie lokale Gegebenheiten wie Bevölkerungsstruktur, geografische Lage, Naturraum, Infrastruktur und wirtschaftliche Situation.

Aus dieser Analyse ergeben sich 14 relevante Handlungsfelder. Um eine übersichtliche und strukturierte Bearbeitung zu ermöglichen, werden thematisch verwandte Felder in acht Themenschwerpunkte gebündelt. Die Themenschwerpunkte mit den jeweils zugeordneten Handlungsfeldern lauten:



Abbildung 2: Themenschwerpunkte und Handlungsfelder des Klimafolgenanpassungskonzeptes

Clustereinteilung

Im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts schließen sich 27 Kommunen des Landkreises zur gemeinsamen Konzepterstellung zusammen. Zur Gewährleistung einer strukturierten und effektiven Zusammenarbeit werden die Kommunen in Cluster eingeteilt, jeweils bestehend aus vier bis fünf Gemeinden.

Die Clustereinteilung basiert auf mehreren Parametern. Zum einen wird ein datenbasierter Ansatz verwendet, der strukturelle Gemeinsamkeiten berücksichtigt: Die Gruppierung erfolgt mithilfe eines k-Means-Algorithmus. Der Algorithmus identifiziert Muster durch ein iteratives Verfahren und bildet Gruppen mit möglichst homogener interner Struktur (geringe Varianz innerhalb eines Clusters) und möglichst großer Differenz

zwischen den Clustern. Berücksichtigt werden dabei die Anteile von Siedlungs-, Verkehrs-, Landwirtschafts-, Forst-, Gewässer- und Industrieflächen an der Gesamtfläche der jeweiligen Kommune. Ergänzend wird die Anzahl der Übernachtungen im Tourismussektor (Stand: 2023) einbezogen.

Ergänzend zu den quantitativen Daten fließen qualitative Kriterien in die Clusterbildung ein, darunter: räumliche Nähe, bestehende Kooperationen (z. B. Nord- oder Ostallianz, Hachinger-Bach-Gemeinden), ähnliche Betroffenheiten durch Klimafolgen (z. B. Hitze, Trockenheit, Starkregen, Überflutungen) sowie Synergiepotenziale für gemeinsame Maßnahmen und Ressourcennutzung. Die Einteilung der Cluster ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Einteilung der Cluster

Cluster 1	Cluster 4
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Stadt Garching b. München ▶ Gemeinde Ismaning ▶ Gemeinde Oberschleißheim ▶ Stadt Unterschleißheim 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gemeinde Neubiberg ▶ Gemeinde Oberhaching ▶ Gemeinde Taufkirchen ▶ Gemeinde Unterhaching
Cluster 2	Cluster 5
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gemeinde Aschheim ▶ Gemeinde Feldkirchen ▶ Stadt Haar ▶ Gemeinde Kirchheim b. München ▶ Gemeinde Unterföhring 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gemeinde Aying ▶ Gemeinde Baierbrunn ▶ Gemeinde Schäftlarn ▶ Gemeinde Straßlach-Dingharting
Cluster 3	Cluster 6
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gemeinde Brunnthal ▶ Gemeinde Grasbrunn ▶ Gemeinde Hohenbrunn ▶ Gemeinde Höhenkirchen-Siegertsbrunn ▶ Gemeinde Putzbrunn 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gemeinde Gräfelfing ▶ Gemeinde Grünwald ▶ Gemeinde Neuried ▶ Gemeinde Planegg ▶ Gemeinde Pullach i. Isartal



Abbildung 3: Einteilung der Kommunen in Cluster zur Bearbeitung des Konzepts

Die resultierende Einteilung in sechs Cluster mit ähnlichen Strukturen, Herausforderungen und Potenzialen ermöglicht eine differenzierte Bearbeitung auf kommunaler Ebene. Sie erleichtert die Durchführung zielgerichteter Workshops und unterstützt die Kommunen dabei, Synergien zu

nutzen und gemeinsam nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

Bestandsaufnahme Klima

02

2. Bestandsaufnahme Klima

Zur Einschätzung zukünftiger Klimarisiken und möglicher Folgen des Klimawandels im Landkreis München ist zunächst eine umfassende Analyse des Klimas erforderlich. Die folgenden Kapitel betrachten sowohl vergangene als auch zukünftige klimatische Entwicklungen in der Region.

Eine erste Orientierung bietet die vom Umweltbundesamt entwickelte Karte der Klimaraumtypen, die Deutschland anhand klimatischer Merkmale in sieben Regionen unterteilt. Der Landkreis München zählt demnach zum Klimaraumtyp „Südosten“, der sich durch stark ausgeprägte Unterschiede zwischen Sommer- und Wintertemperaturen auszeichnet. Zukünftig wird sich dieser Klimaraumtyp im Zuge des Klimawandels im deutschlandweiten Vergleich voraussichtlich mit am stärksten erhöhen. In diesem Zusammenhang werden ein deutlicher Anstieg an Hitzetagen, eine Abnahme von Niederschlägen im Sommer und eine Zunahme der Häufigkeit von Trockenperioden erwartet [9].

Um die erwarteten klimatischen Veränderungen besser greifbar zu machen, hat das Umweltbundesamt die Analogie der Klimazwillingsstädte für einige deutsche Städte entwickelt (s. Abbildung 4). Über einen räumlichen Vergleich mit einer anderen europäischen Stadt wird vermittelt, welches Klima deutsche Städte in Zukunft haben könnten: Beispielsweise wird für die Stadt München für den Zeithorizont 2031-2060 ein Klima ähnlich wie in der französischen Stadt Lyon prognostiziert, für den Zeitraum 2071-2100 erwarten die Forschenden Klimabedingungen wie an der norditalienischen Adriaküste (z. B. Venedig oder Bibione) [10].

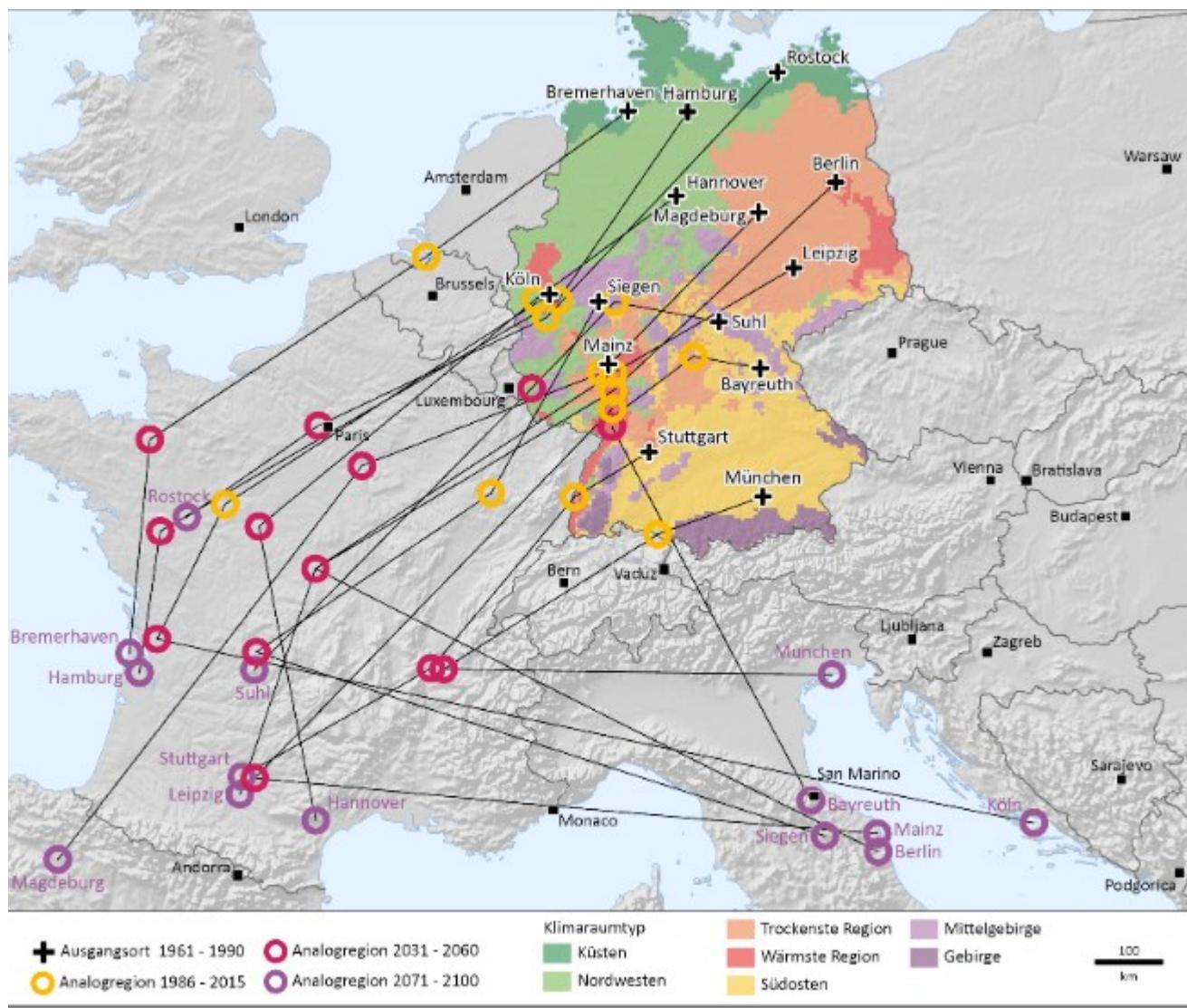


Abbildung 4: Verschiebung klimatischer Bedingungen deutscher Städte in den Zeiträumen Vergangenheit, Gegenwart, nahe Zukunft, ferne Zukunft. Die Darstellung bezieht sich auf die Kombination der Klimaparameter saisonale mittlere Temperaturen, sommerliche Maximum- und winterliche Minimumtemperaturen sowie mittlere saisonale Niederschläge [10].

2.1. Klimatische Ist-Situation und Veränderungen der letzten Jahrzehnte

Der Landkreis München liegt im Übergangsreich zwischen dem feuchten, atlantischen und dem trockenen Kontinentalklima. Er befindet sich in der Klimaregion Südbayerisches Hügelland (s. Abbildung 5), dessen Klima als kühlgemäßigt mit ganzjährigen Niederschlägen definiert wird. Topographisch schwankt die Klimaregion zwischen 347 und 930 m über NN. Im Hinblick auf die

Entwicklung der Jahresmitteltemperatur konnte in den vergangenen 70 Jahren (1951-2019) eine Zunahme um 2,0 °C verzeichnet werden. Heißere und trockenere Sommer sind charakterisiert durch einen Anstieg der Sommer- (Tage pro Jahr mit einem Temperaturmaximum größer als 25 °C: +26 Tage) und der Hitzetage (Tage pro Jahr mit einem Temperaturmaximum von mindestens

30 °C: +8,8 Tage) [11]. Gleichzeitig haben für den gleichen Zeitraum die Anzahl der Frosttage (Tage pro Jahr mit Temperaturminimum unter 0 °C: -25 Tage) und die Anzahl der Eistage (Tage pro Jahr mit Temperaturmaximum kleiner als 0°C: -14 Tage) abgenommen. Die beschriebenen Trends sind dabei alle hochsignifikant [11]. Im Gegensatz dazu ist in Bezug auf die Veränderung des Jahresniederschlags kein signifikanter Trend im Südbayerischen Hügelland zu erkennen. Dies trifft für Winter-, Frühjahr-, und Herbstniederschläge im

Zeitraum 1951-2019 zu. Lediglich die Abnahme des Sommerniederschlags um -13 % ist für den gleichen Zeitraum signifikant [11]. In Bezug auf Starkniederschlagstage (≥ 30 mm) kann eine – nicht signifikante – Zunahme um 0,04 Tage festgestellt werden [11]. Gerade bei dieser Kenngröße ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Anzahl solcher Tage von Jahr zu Jahr stark variieren kann und der Trend keine Rückschlüsse auf einzelne Jahre zulässt.



Abbildung 5: Die sieben Klimaregionen Bayerns [12]. Um das heterogene Klima in Bayern treffend abbilden zu können, wurde das Bundesland in 7 Klimaregionen mit möglichst ähnlichen Temperatur- und Niederschlagsmustern unterteilt.

Datenquellen für den Landkreis München

Für die Beschreibung der bisherigen klimatischen Situation des Landkreises Münchens werden drei Datensätze herangezogen:

1. Der Bayerische Beobachtungsdatensatz (BayObs) des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) [13] umfasst die Variablen Niederschlag, Minimal-, Maximal- und Tagesmitteltemperatur als in die Fläche gebrachte Beobachtungen, sodass sie auf einem 5 km x 5 km Gitter vorliegen. Die Ergebnisse sind über das bayerische Klimainformationssystem für Gruppen von Landkreisen abrufbar [14]. Der Landkreis München wird in Kombination mit dem Landkreis Ebersberg (im Folgenden "Gebietsmittel München-Ebersberg" genannt) hinsichtlich Klimainformationen dargestellt. Ein Gebietsmittel über eine derart heterogene Gruppe aus städtischem und ländlichem Raum kann deren Extreme nicht wiedergeben, bietet aber einen wertvollen Rahmen zur Einordnung der ebenfalls diskutierten Stationsmessungen. Die Gebietsmittel München-Ebersberg werden mit den ebenfalls modellierten Gebietsmitteln der Klimaregion Südbayerisches Hügelland und den Freistaat Bayern kontextualisiert.
2. Mit dem "Catalogue of radar-based heavy rainfall events" (CatRaRE) liegt ein Katalog vor, der mittels Radar gemessene Starkregenereignisse für die letzten 20 Jahre mit einer horizontalen Auflösung von 1 km darstellt [15].
3. Die Stationsmessungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) an der Station München-Stadt (48,16°N; 11,54 °E), sowie an der Station Attenkam (48,88 °N; 11,36 °E) vervollständigen das Bild [16]. Für beide Stationen liegen lange Zeitreihen vor. Für München-Stadt sind Messungen seit 1955 verfügbar. Für die Station Attenkam liegt eine Zeitreihe ab 1941 bereit. Dargestellt wird eine Zeitreihe von 1955 bis 2023, um eine visuelle Vergleichbarkeit zu erreichen. Die Station München-Stadt zeigt dabei in einem urbanen Umfeld gemessene Klimadaten auf, während die Station Attenkam als Referenz für ein ländliches Umfeld verwendet werden kann. Beide Stationen befinden sich nicht im Landkreis München, sind jedoch in unmittelbarer Nähe und in der gleichen Klimaregion verortet. Die Stationen Oberhaching-Laufzorn (48,01 °N; 11,55 °E) und Oberschleißheim (48,24 °N; 11,55 °E) sind beide im Landkreis verortet. Für diese Stationen bestehen jedoch nur kurze Messzeitreihen. Für Oberhaching-Laufzorn ist eine Messzeitreihe von 2007-2024 und für Oberschleißheim von 1976-2006 verfügbar. Aufgrund der Länge der Messzeitreihe werden die Stationen nur vergleichend für die Absolutwerte der mittleren Jahrestemperatur und des jährlichen Niederschlags dargestellt.

Temperatur

BayObs gibt für die Periode 1965 bis 2005 als mittlere beobachtete Temperaturzunahme des Gebietsmittels München-Ebersberg $1,34^{\circ}\text{C}$ an (s. Abbildung 6, 30-jähriges gleitendes Mittel).

Erkennbar ist zwischen 1955 und 2023 ein Anstieg der Lufttemperatur an den DWD Stationen

München-Stadt und Attenkam (s. Abbildung 7). Weitere temperaturbezogene Indizes werden für die Stationen München-Stadt und Attenkam im Anhang 1: Klimaentwicklung Raum LK München 1955-2023 dargestellt.

Mittlere Jahrestemperatur: München-Ebersberg

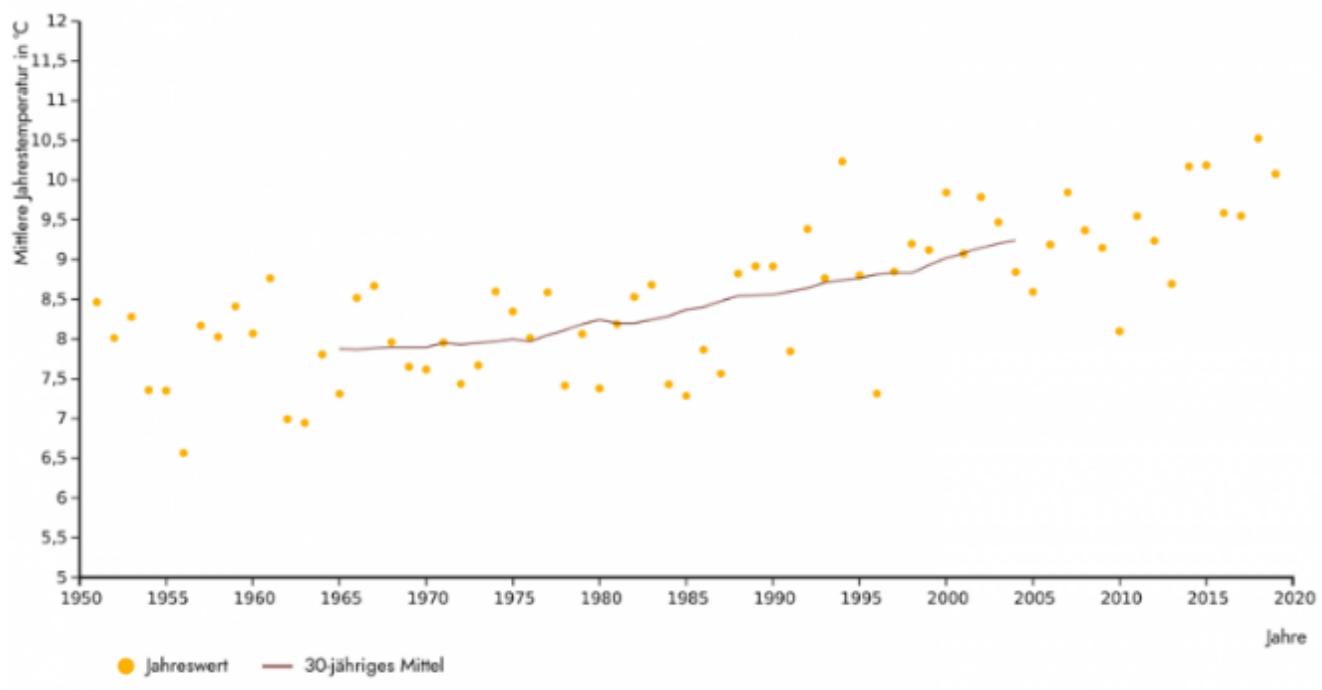


Abbildung 6: Mittlere beobachtete Jahrestemperatur der Landkreise München und Ebersberg [14].

LK-München | Beobachtete Änderung

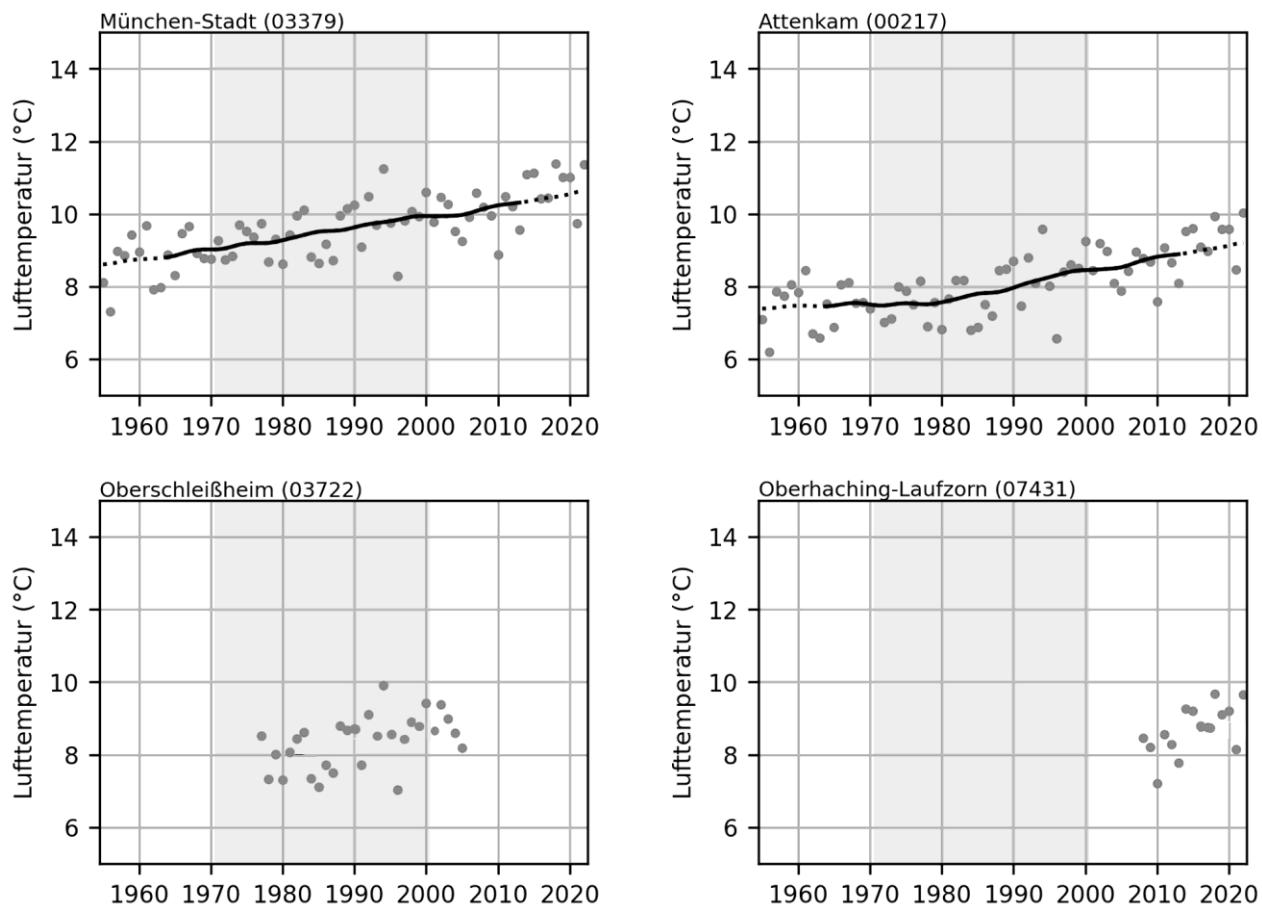


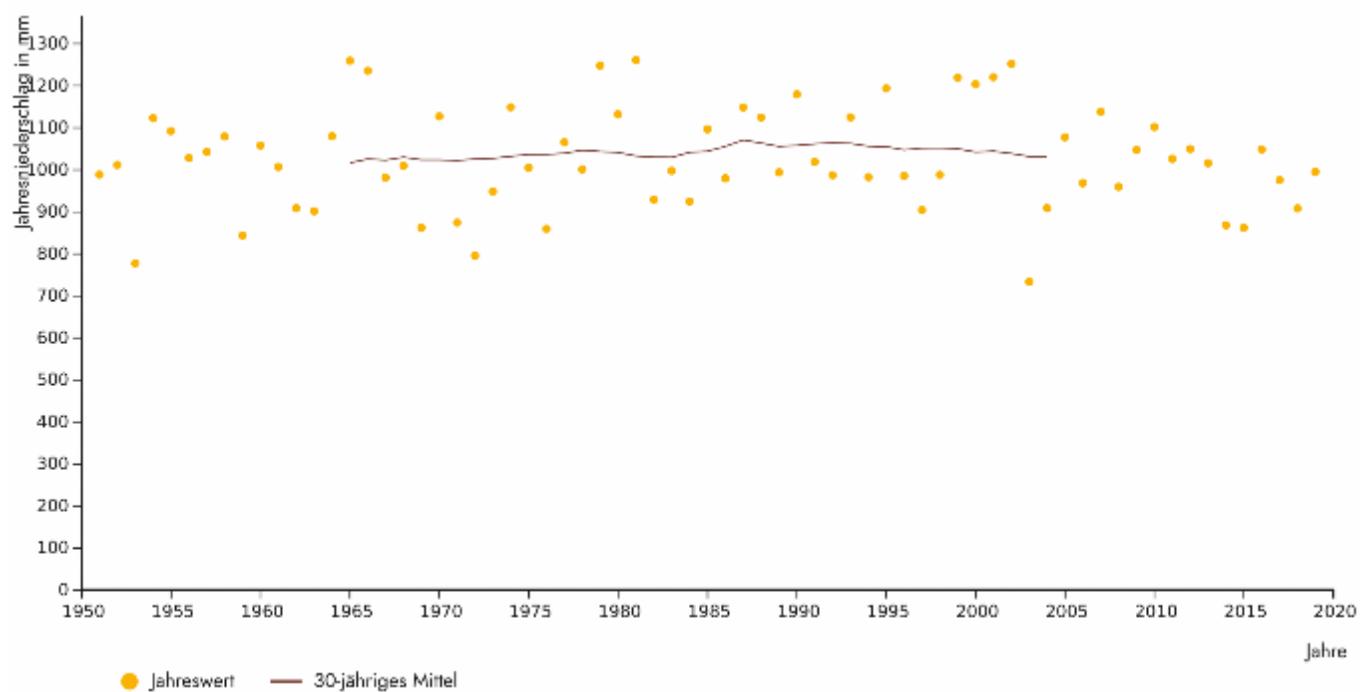
Abbildung 7: Entwicklung der Lufttemperatur (1955-2023) an den DWD-Stationen München-Stadt, Attenkam, Oberschleißheim und Oberhaching-Laufzorn. Der grau hinterlegte Bereich zeigt die Referenzperiode 1971-2000. Die schwarze Trendlinie repräsentiert ein geglättetes Mittel der Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen dabei den unsicheren Bereich der Trendlinie.

Niederschlag

Für das Gebietsmittel München-Ebersberg betrug der Jahresniederschlag im Zeitraum 1965 bis

2005 ohne erkennbaren Trend ca. 1047 mm (s. Abbildung 8).

Jahresniederschlag: München-Ebersberg



© Bayerisches Klimainformationssystem LIU 2022

Abbildung 8: Jährliche Niederschlagssummen für das Gebietsmittels München-Ebersberg [14].

In Bezug auf den Sommerniederschlag zeigt sich für die Station München-Stadt ein leichter Rückgang im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000 (s. Abbildung 54). Im Vergleich dazu ist dieser Rückgang an der Station Attenkam nicht erkennbar (s. Abbildung 56). Weitere Klimaindizes, die Extreme aufweisen, wie Starkniederschlagstage, charakterisiert durch einen

Tagesniederschlag größer 25 mm (s. Abbildung 57) zeigen keine Änderung – dies trifft ebenso auf Trockenperioden (s. Abbildung 59) zu. Weitere niederschlagsbezogene Klimaindizes sind unter Anhang 1: Klimaentwicklung Raum LK München 1955-2023 abgebildet.

LK-München | Beobachtete Änderung

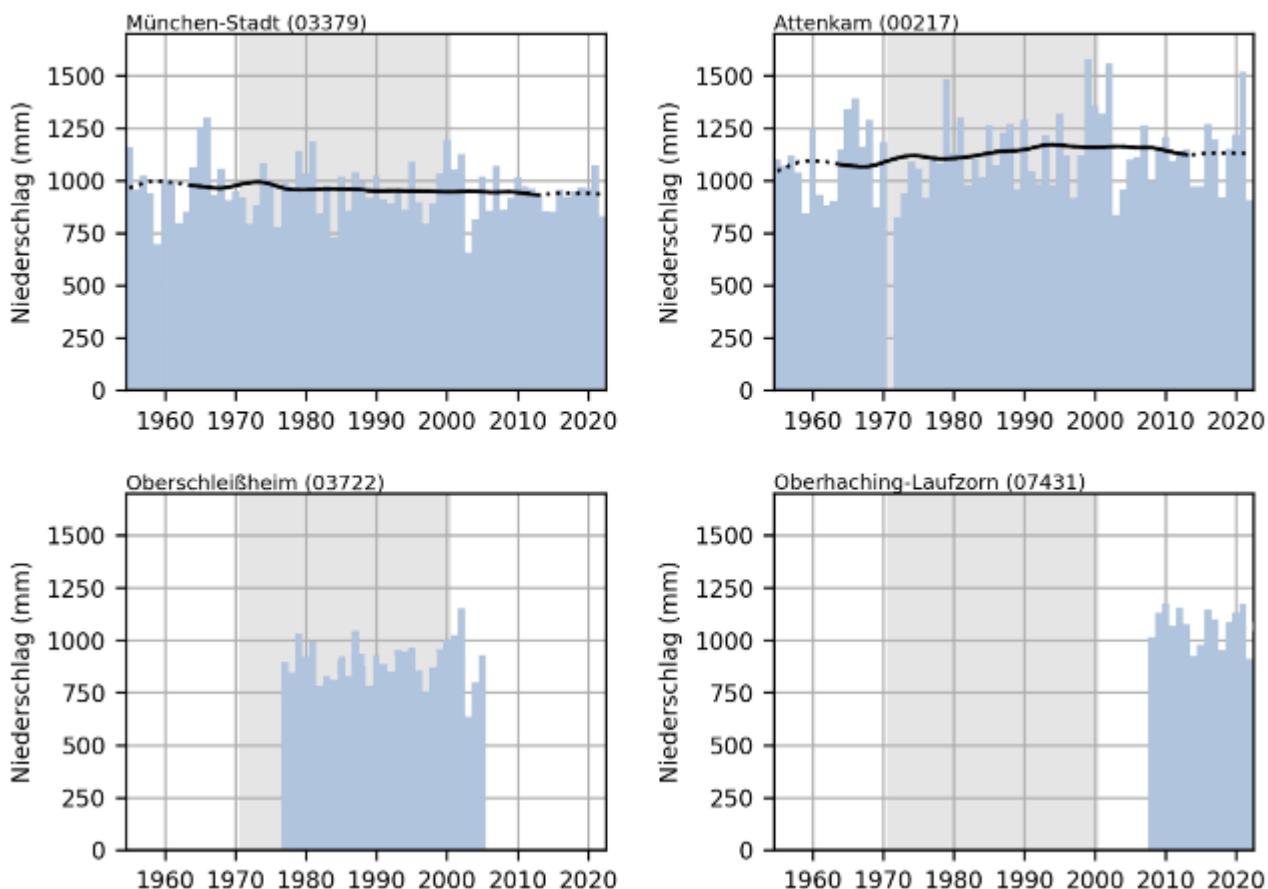


Abbildung 9: Entwicklung des Jahresniederschlags (1955-2023) an den DWD-Stationen München-Stadt, Attenkam, Oberschleißheim und Oberhaching-Laufzorn. Der grau hinterlegte Bereich zeigt die Referenzperiode 1971-2000. Die schwarze Trendlinie repräsentiert ein geglättetes Mittel der Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen dabei den unsicheren Bereich der Trendlinie.

Starkniederschlag

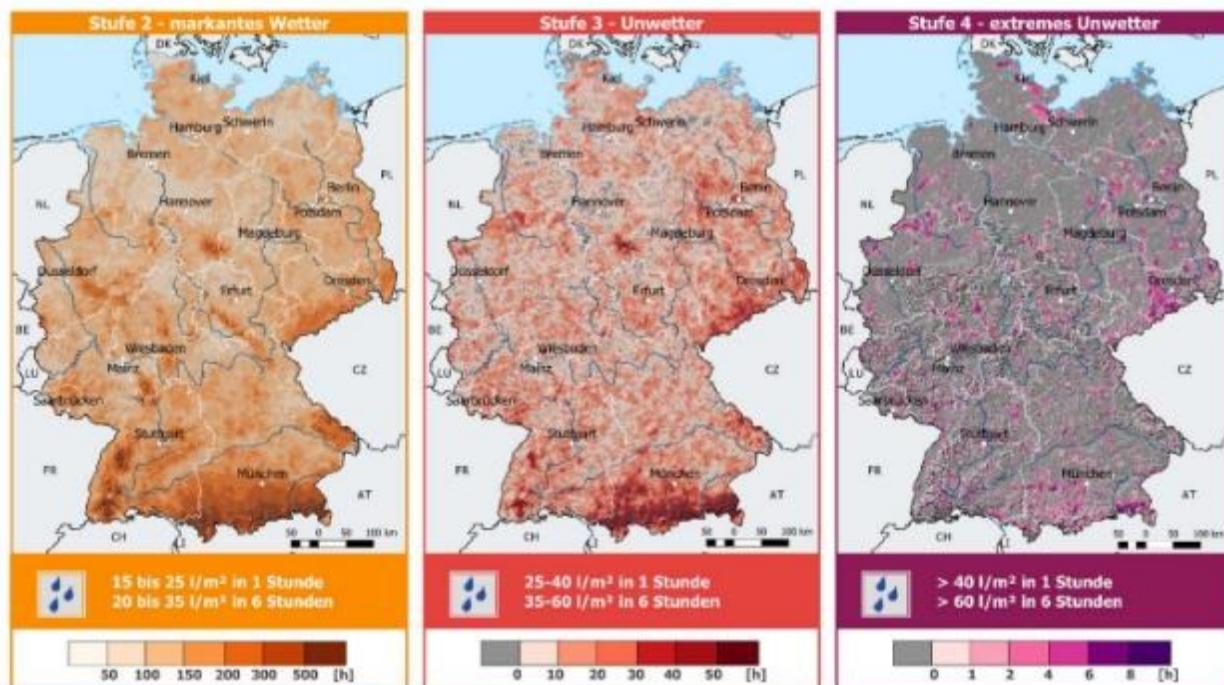
Die Alpen und das Alpenvorland sind die in Deutschland am häufigsten von Starkniederschlägen betroffenen Regionen. Auch für das Südbayerische Hügelland liegt die Wiederkehrzeit einer sechsstündigen Niederschlagssumme von mindestens 35 mm - das ist die Warnstufe für "Unwetter" des DWD - bei ein bis zwei Jahren [17]. Demgegenüber beträgt die Wiederkehrzeit eines solchen Ereignisses für Norddeutschland ca. 5 Jahre.

Die Nähe zu Gebirgen verursacht nicht nur eine hohe Exponiertheit gegenüber Starkniederschlägen aus konvektiver Bewölkung, wie z. B. Gewittern, der stauende Effekt der Berge bedingt auch eine hohe Exponiertheit gegenüber Dauerniederschlägen aus großflächiger Bewölkung (stratiformer Dauerniederschlag). Auch zukünftig werden Stark- und Dauerniederschläge die dominierende Klimafolge sein. Die Konzentration von Starkniederschlägen schwächer und mittlerer Intensität sowie von Dauerniederschlägen aller Intensitäten

in den Alpen und bis in das südbayerische Hügelland wird in Abbildung 10 dargestellt. Aufgrund ihrer Komplexität, Kleinräumigkeit und Kurzlebigkeit sind konvektive Starkniederschläge schwer

zu simulieren Daher sind hier Beobachtungen, z. B. mittels Radars, den Realanalysen vorzuziehen.

STARKREGEN



DAUERREGEN

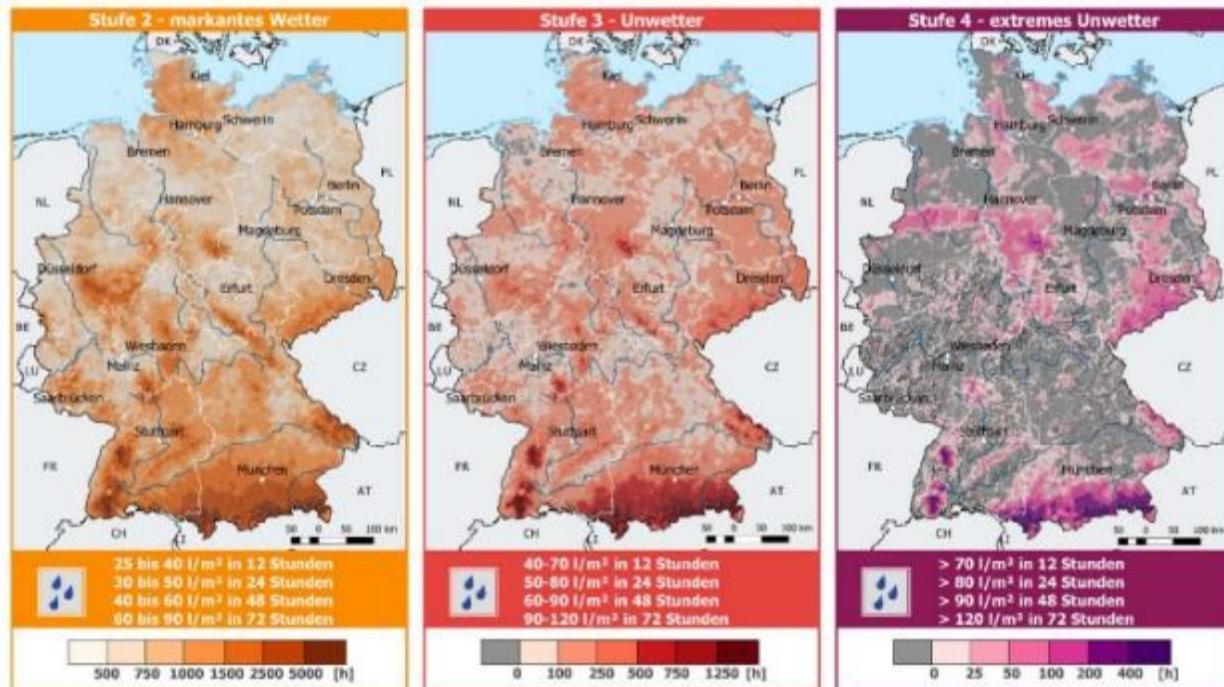


Abbildung 10: Niederschlagsstundenanzahl mit Überschreitung der Warnschwellen für Starkregen und Dauerregen unter Angabe der Gesamtzahl der Niederschlagsstunden über den Beobachtungszeitraum der Jahre 2001 bis 2020 [18].

Mit CatRaRE18 liegt ein Katalog der Starkregenereignisse für 21 Jahre mit einer horizontalen Auflösung von 1 km vor. Im Landkreis München kam es im Mittel über den Zeitraum 2001 bis 2021 zu 7,2 Starkregenereignissen, die die DWD-Warnstufe 3 für Unwetter auslösten und Dauerstufen

von sechs Stunden nicht überschritten. Die Starkregenereignisse mit Dauerstufen von neun bis 72 Stunden nahmen für den Landkreis München von ca. 2 Ereignissen pro Jahr auf ca. 7 zu (s. Abbildung 11). Generell häufen sich Starkniederschlagsereignisse im Sommer [19].

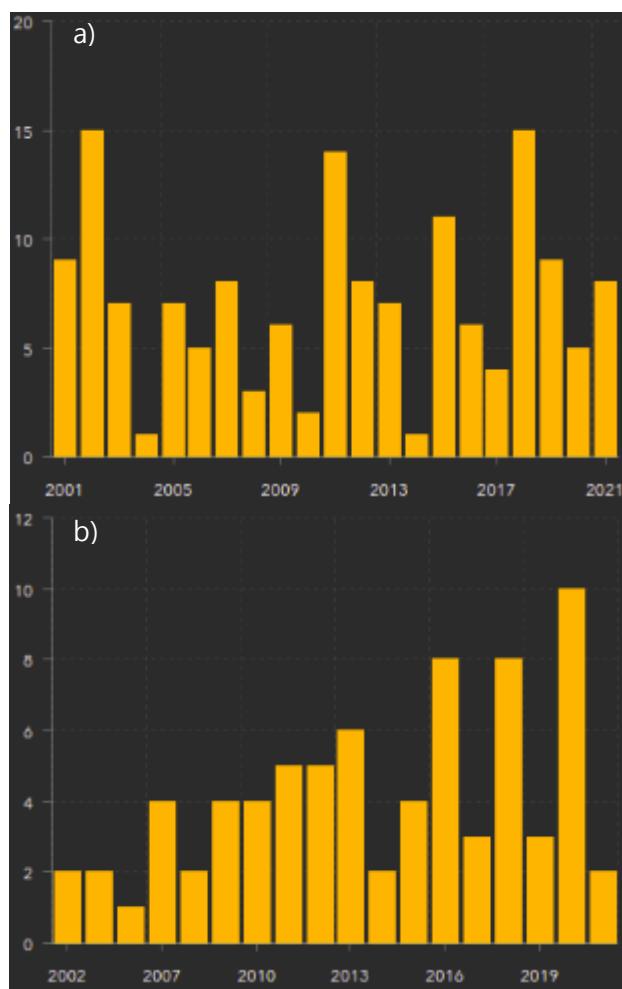


Abbildung 11: Jährliche Ereignisanzahl von Starkregen mit Überschreitung der DWD-Warnstufe 3 für Unwetter mit Dauerstufen ≤ 6 Stunden (a) und Dauerstufen von 9 bis 72 Stunden (b) des Landkreises München aus CatRaRE [19].

So hat sich das Klima im Landkreis München verändert: Trend* von 1971-2000



* Veränderung des 30-jährigen Mittelwerts

Abbildung 12: Veränderungen im Landkreis: Trend von 1971-2000 (30-jährige Mittelwerte 1956-1985 und 1985-2014), eigene Auswertung basierend auf [14]

Hintergrund zur Referenzperiode 1971-2000

Als Referenzperiode hinsichtlich des Klimas möchte man möglichst eine Referenzperiode, die so wenig wie möglich vom aktuellen Klimawandel enthält, diese muss mindestens 30 Jahre lang sein (Definition von Klima). Die Referenzperiode der World Meteorological Organization (WMO) für regionale Betrachtungen ist hier 1961-1990. Weltweit wird sogar meist 1851-1880 oder 1900 verwendet. Da viele der regionalen Klimaprojektionsdaten aber erst 1971 starten, war eine Verwendung der Referenzperiode der WMO für Bayern für die aktuell verwendeten Daten nicht möglich, daher wurde sich für den nächstmöglichen Zeitraum 1971-2000 entschieden. Würde man eine aktuellere Referenzperiode verwenden, dann würde man gegenüber einem Zeitraum vergleichen, der schon einen beträchtlichen Teil an Klimawandel enthält und somit die Entwicklung verharmlosen.

2.2. Klimaprojektionen

Um den Unsicherheiten zukünftiger Emissionen Rechnung zu tragen, werden die beiden Emissionsszenarien RCP4.5 und RCP8.5 gegenübergestellt.

- ▶ RCP4.5 stellt eine moderate Entwicklung des CO₂-Anstieges durch vermehrten Klimaschutz dar.
- ▶ RCP8.5 beschreibt das Szenario „Weiter wie bisher“, was gleichbleibende Klimaschutz-Bemühungen und einen starken Anstieg der CO₂-Konzentration modelliert.

Aussagen zur Klimazukunft werden meist anhand von Simulationen mit einer Modellkette aus Global- und Regionalmodell ermöglicht. Dabei erfüllen die beiden Modelle unterschiedliche Aufgaben: Das Globalmodell simuliert langfristig und großräumig bedeutsame Prozesse einzelner Subsysteme des Klimasystems (Atmosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, Kryosphäre).

Datenquellen für den Landkreis München

Grundlage für die Beschreibung der zukünftigen klimatischen Situation des Landkreises München sind die im Bayerischen Klimaprojektionsensemble des LfU bereitgestellten acht Projektionen [13]. Hierbei handelt es sich um eine Auswahl von für Bayern optimale Simulationen aus den Projekten "Coordinated Downscaling Experiment for Europe" und "Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland". Sie wurden unter Berücksichtigung der Geländehöhe auf ein feineres 5 km x 5 km - Gitter interpoliert und Bias-korrigiert.

Aufgrund der groben Auflösung dieser Globalmodelle können viele kleinräumige Prozesse aber nicht explizit berechnet werden. Diese Aufgabe übernehmen Regionalmodelle. Sie berechnen auf einem feineren Raster regionalklimatisch bedeutsame Prozesse.

Für die Interpretation einer Simulation des zukünftigen Klimas ist die Abschätzung ihrer Unsicherheit grundlegend. Modellunsicherheiten werden mittels der Bandbreite eines Ensembles von Modellergebnissen quantifiziert. Hierzu werden unterschiedliche Global- und Regionalmodelle kombiniert. Interne Klimaschwankungen werden durch Mittelung über 30 Jahre beseitigt. Erst diese statistische Betrachtung des Wetters definiert das Klima. Schon in naher Zukunft dominiert allerdings die Unsicherheit resultierend aus den ungewissen zukünftigen Treibhausgasemissionen.

Das räumliche Mittel der Klimaindizes (Mittlere Jahrestemperatur, Sommertage, etc.) wurde über die sich im Gebietsmittel München-Ebersberg befindlichen Gitterpunkten als Änderungen gegenüber der Referenzperiode 1971-2000 berechnet. Um eine statistisch belastbare Beschreibung des Klimas zu gewährleisten, wird ein 30-jähriges gleiches Mittel verwendet.

Die Modellunsicherheit wird mittels der Bandbreite als Bereich, in dem alle Klimaänderungssignale liegen, angegeben.

Mittlere Jahrestemperatur

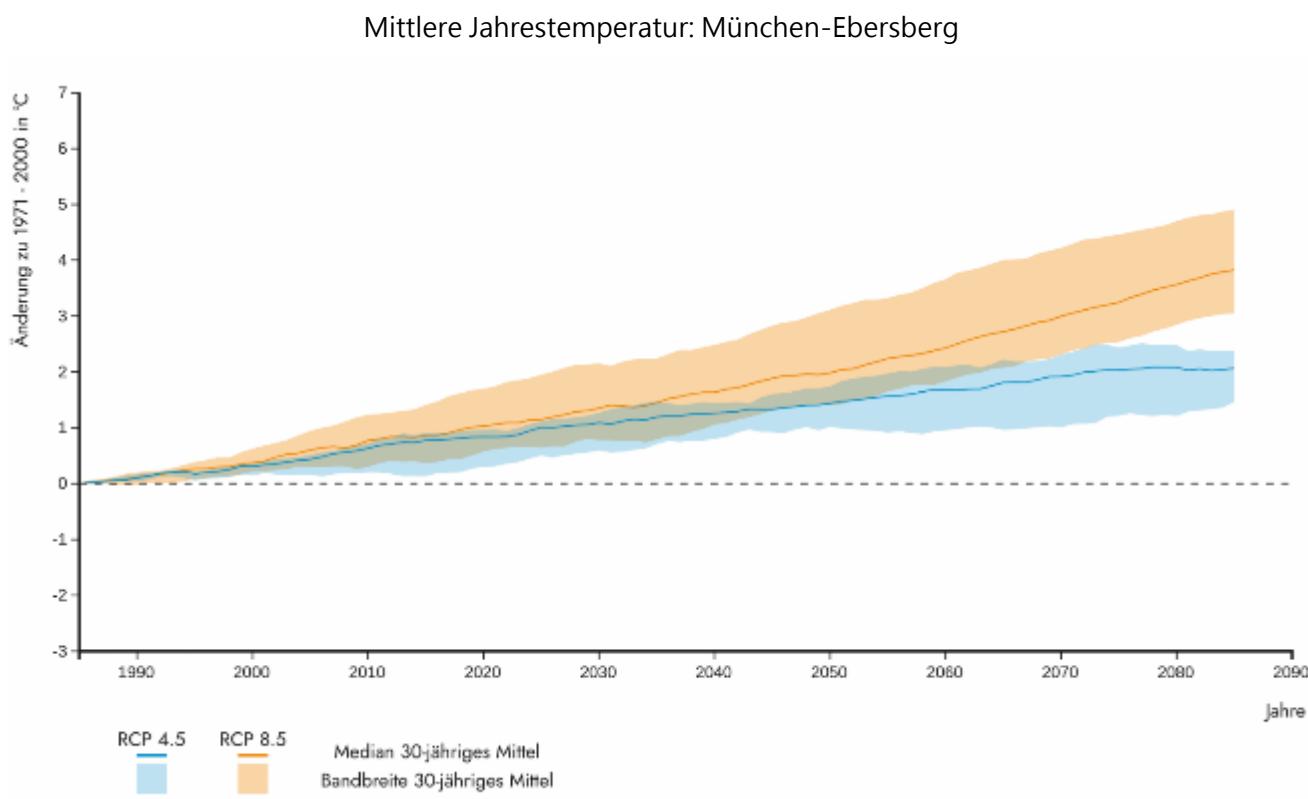


Abbildung 13: Änderung der projizierten Jahrestemperatur des Gebietsmittels München-Ebersberg für RCP4.5 und RCP8.5 [14].

Die für das Gebietsmittel München-Ebersberg projizierten Temperaturzunahmen zum Ende des Jahrhunderts von +2,1 °C (RCP4.5) bzw. +3,8 °C (RCP8.5) (s. Abbildung 13) weichen von jenen des Freistaates und der Klimaregion Südbayerisches Hügelland um weniger als 5 % ab [14]. Mit der Zunahme des Medians ist auch eine Zunahme der Extreme verbunden: Es steigen in beiden Szenarien die Hitzetage an. Das RCP4.5-Szenario modelliert bis Ende des Jahrhunderts einen Anstieg um 5,1 Tage (3,9 Tage auf 9,1 Tage). Für RCP8.5 versechsfacht sich die Anzahl der Hitzetage. Dieser Anstieg übersteigt die Zunahme der Hitzetage im Freistaat um mehr als 5 %. Gleichzeitig geht die Anzahl der Frost- und Eistage stark zurück. So reduziert sich die Anzahl der Frosttage zum Ende des Jahrhunderts, im RCP8.5-Szenario um mehr

als 50 % im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000. Auch für das moderate RCP4.5-Szenario sinkt die Anzahl der Frosttage von 105,6 Tagen in der Referenzperiode auf 66,4 Tage (-39,2 Tage) zum Ende des Jahrhunderts. Die Anzahl der Eistage geht für den gleichen Zeitraum im RCP4.5-Szenario von 28,2 Tage auf 12,6 Tage, respektive im RCP8.5-Szenario auf 4 Tage zurück. Mit den Hitzetagen steigt auch die Anzahl an Tropennächten auf 7,2 Tropennächte im Jahr bei einem RCP8.5-Szenario an. Zusätzlich können städtische Wärmeinseleffekte die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Tropennächten nochmal erhöhen. Das RCP4.5-Szenario zeigt für diesen Parameter einen Anstieg von 0 auf 1,2 Tage zum Ende des Jahrhunderts.

Jahresniederschlag

Jahresniederschlag: München Ebersberg

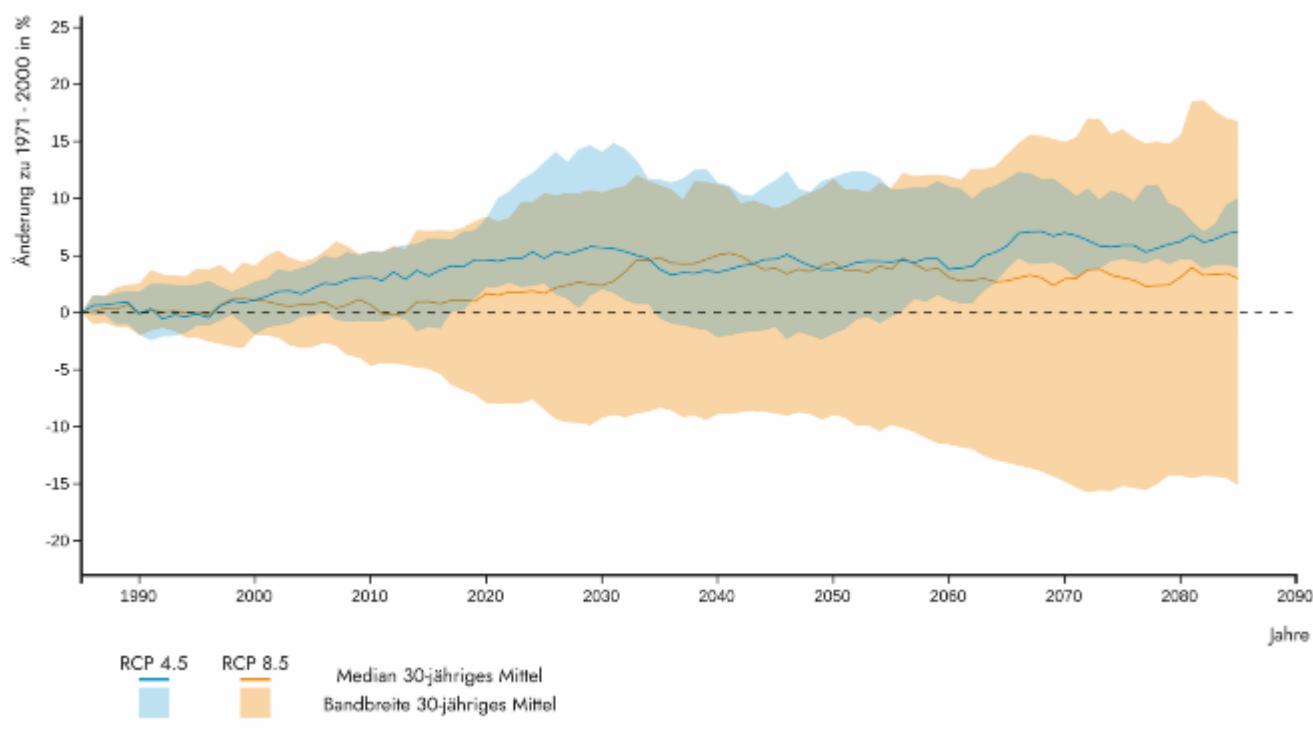


Abbildung 14: Änderung des projizierten Jahresniederschlags des Gebietsmittels München-Ebersberg für RCP4.5 und RCP8.5 [14].

Die Projektionen für den Jahresniederschlag bergen große Unsicherheiten (s. Abbildung 14). Das Änderungssignal ist relativ zur Bandbreite klein und wenig sensitiv gegenüber dem Emissionsszenario. Gleiches gilt für den Sommerniederschlag. Der Winterniederschlag nimmt in der zweiten

Hälfte des Jahrhunderts bei beiden Szenarien tendenziell zu (s. Tabelle 29). Die Anzahl von Trockenperioden steigt bis zum Ende des Jahrhunderts bei RCP8.5 um eine Trockenperiode (7 aufeinanderfolgende Tage mit unter 1 mm Tagesniederschlag) an (s. Tabelle 29).

Vegetationsperiode

Zum Ende des Jahrhunderts verlängert sich die Vegetationsperiode um +37,2 Tage (RCP4.5) bzw. +63 Tage (RCP8.5). Dabei verfrüht sich im Szenario RCP4.5 der Vegetationsbeginn um ca. 23,4 Tage und im RCP8.5 Szenario um 38,7 Tage. Der letzte Frosttag im ersten Halbjahr findet im

RCP4.5 Szenario 22,5 Tage und im RCP8.5 Szenario 38,8 Tage früher statt (s. Abbildung 33). Eine erhöhte Variabilität der Frostereignisse und des Vegetationsbeginns lassen die Wahrscheinlichkeit für Spätfröste ansteigen.

Starkniederschlag

Starkniederschläge werden in Zukunft noch intensiver ausfallen. Ursache dafür ist die erhöhte Wasserdampfmenge, welche die Luft mit zunehmender Temperatur aufnehmen kann [20]. Pro 1°C nimmt die maximale Wasserdampfmenge in der Luft um 7 %, die beobachtete Niederschlagsintensität sogar um 14 % zu. Die nahen Alpen werden zukünftig konvektive Niederschläge stärker als bisher antreiben können. Außerdem gibt es Hinweise darauf, dass die Großwetterlage "Tief Mitteleuropa", welche Starkregenereignisse begünstigt, als Folge des Klimawandels häufiger auftreten wird [21]. Die projizierte Anzahl an Starkniederschlagstagen nimmt um ca. +0,9 Tage

pro Jahr (RCP4.5) bzw. +1,6 Tage pro Jahr (RCP8.5) bis zum Ende des Jahrhunderts zu, die Zunahme fällt somit stärker aus als im Landesdurchschnitt. Abbildung 15 zeigt die möglichen Veränderungen in den Szenarien RCP 4.5 und 8.5 bis Ende des Jahrhunderts im Vergleich zur Referenzperiode im Überblick. In Anhang 1 (Abbildung 73) sind die Veränderungen bis Mitte des Jahrhunderts aufgeführt. In Anhang 2 (s. Tabelle 28, Tabelle 29, Tabelle 30) sind die zu erwartenden Änderungen hinsichtlich Temperatur, Niederschlag und Vegetationsbedingungen anhand von Klimaindizes detailliert aufgelistet.

Projektion bis Ende des Jahrhunderts

Projektion bis Ende des Jahrhunderts (2071-2100)				
	Referenzperiode 1971 - 2000	„Moderater CO ₂ -Anstieg“ (RCP* 4.5)	„Weiter wie bisher“ (RCP* 8.5)	
	Mittlere Jahrestemperatur	8,4 °C	+ 2,1 °C	+ 3,8 °C
	Hitzetage (Tmax > 30 °C)	3,9 Tage im Jahr	+ 9,1 Tage im Jahr	+ 23,8 Tage im Jahr
	Tropennächte (Tmin > 20 °C)	0 Nächte im Jahr	+ 1,2 Nächte im Jahr	+ 7,2 Nächte im Jahr
	Frosttage (Tmin < 0 °C)	105,6 Tage im Jahr	- 39,2 Tage im Jahr (Verfrühung letzter Frosttag: 22,5 Tage)	- 62,6 Tage im Jahr (Verfrühung letzter Frosttag: 38,8 Tage)
	Eistage (Tmax < 0 °C)	28,2 Tage im Jahr	- 15,6 Tage im Jahr	- 24,2 Tage im Jahr
	Vegetationsperiode	231 Tage im Jahr	+ 37,2 Tage im Jahr (Verfrühung Beginn: 23,4 Tage)	+ 63 Tage im Jahr (Verfrühung Beginn: 38,7 Tage)
	Starkniederschlagstage (Tagessumme > 25 mm)	4,8 Tage im Jahr	+ 0,9 Tage im Jahr	+ 1,6 Tage im Jahr

* Representativ Concentration Pathway: Pfad zur Beschreibung von Szenarien für den Verlauf der absoluten Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre

Quelle: BayKIS 2023

Abbildung 15: Überblick über Veränderungen wichtiger Klimaindikatoren bis Ende des Jahrhunderts für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 im Landkreis München

Die Klimaprojektionen zeigen die möglichen Situationen in einigen Jahrzehnten auf. Die aktuellen Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für das Jahr 2024 verdeutlichen dabei, dass der Klimawandel weiter an Dynamik gewinnt. Sie legen den Schluss nahe, dass die zuvor beschriebenen Szenarien durchaus realistisch sind. Wie bereits in den Jahren 2022 und 2023 wurde auch 2024 als Rekordjahr ausgewiesen. Es war das wärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 – und zugleich mit 903 l/m² Niederschlag eines der niederschlagsreichsten.

Nicht nur deutschlandweit wurden Rekorde verzeichnet, auch in Bayern lag die Jahresmitteltemperatur 2024 mit 10,3 °C auf einem historischen Höchststand. Das Jahr 2024 begann mit einem außergewöhnlich milden Winter, der als der wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnungen gilt. Insbesondere der Februar verzeichnete eine außergewöhnliche Temperaturabweichung von +6,7 °C gegenüber dem langjährigen Mittel. Auch das Frühjahr 2024 wies durchgängig historisch hohe Temperaturmittelwerte auf. Der Mai erwies sich als der zweitnasseste seit 1881, und Anfang Juni führten intensive Regenfälle zu einem



großen Hochwasser an der Donau und ihren südlichen Zuflüssen.

Auch der Herbst 2024 war außergewöhnlich: Auf der Zugspitze blieb die Temperatur zwischen dem 5. Juli und dem 8. September ununterbrochen über dem Gefrierpunkt. Mit 66 frostfreien Tagen hintereinander wurde dort die bisher längste zusammenhängende frostfreie Phase gemessen.

Im September fiel mehr als doppelt so viel Niederschlag wie im langjährigen Durchschnitt, er zählt damit zu den nassesten Monaten seit Beginn der Aufzeichnungen. Trotz der Extreme ist Bayern im bundesweiten Vergleich das „kühlste“ Bundesland [22].

Betroffenheits- analyse

03

3. Betroffenheitsanalyse

Die Betroffenheitsanalyse dient dazu, die spezifischen Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedenste Handlungsfelder des Landkreises München zu identifizieren. Sie hilft, besonders verletzliche Bereiche zu erkennen. So wurden beispielsweise die Intensivierung und Häufung von Extremwetterereignissen wie Hitze oder Starkregen, Veränderungen der Niederschlagsverteilung oder vermehrtes Einsatzgeschehen für Blaulichtorganisationen als Herausforderungen benannt. Darüber hinaus zeigt die Hotspotanalyse in welchem Ausmaß die Kommunen im Hinblick auf die Gefährdung vulnerabler Personengruppen (z. B. Kinder unter sechs Jahren) durch Hitze betroffen sind. Auf Grundlage der Zusammen schau Klimafolgen und Hotspots können gezielte Maßnahmen zur Anpassung und Risikominimierung entwickelt werden.

Zur ersten Einschätzung und Orientierung für die im Folgenden aufgezeigte handlungsfeldspezifische Betroffenheitsanalyse dienen sowohl Flächen- als auch demografische Daten. Sie liefern erste Hinweise auf potenzielle Betroffenheiten sowie relevante Handlungsfelder für die Entwicklung geeigneter Anpassungsmaßnahmen: Landwirtschaftliche Flächen müssen auf Dürreperioden und Extremwetterereignisse vorbereitet werden. Wälder übernehmen als CO₂-Speicher eine zentrale Funktion, spenden Schatten, wirken kühlend und dienen gleichzeitig als wichtige Naherholungsräume. Ihre nachhaltige Bewirtschaftung und der Schutz dieser Flächen sind essenziell. Siedlungs-, Verkehrs- und Industrieflächen fördern aufgrund hoher Versiegelung die Überwärmung und bieten bei Starkregen nur begrenzte Retentions- und Versickerungskapazitäten.

Flächenverteilung im Landkreis München

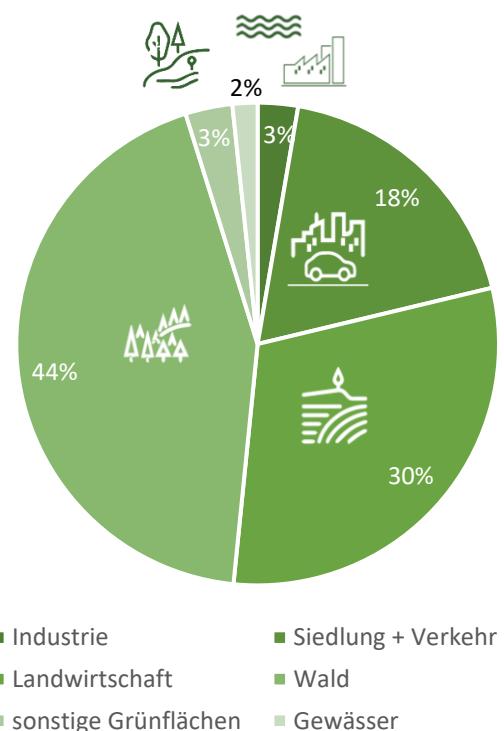


Abbildung 16: Flächenverteilung im Landkreis München [23]

Nicht nur flächenbezogene, sondern auch demografische Daten geben Aufschluss über mögliche Schwerpunkte der Betroffenheit und bilden eine wichtige Grundlage für die Maßnahmenentwicklung: Kinder unter sechs Jahren und Personen über 65 zählen zu den vulnerablen Bevölkerungsgruppen und gelten als besonders schutzbedürftig. Der Schutz dieser Gruppen sowie die klimawandelgerechte Anpassung sozialer Infrastrukturen, Aufenthalts- und Spielbereiche ist daher von zentraler Bedeutung.

Im Landkreis München stellen Forstflächen mit 44 % den größten Flächenanteil dar. Landwirtschaftlich genutzte Flächen machen 30 % der Gesamtfläche aus und bilden den zweitgrößten Flächentyp. Siedlungs- und Verkehrsflächen nehmen 18 % ein. Jeweils 3 % entfallen auf sonstige Grünflächen und Industrieflächen, Gewässer machen lediglich 2 % der Gesamtfläche aus [23].

Aktuell leben 354.396 Personen im Landkreis München (Stand 31.12.2024 [24]). Etwa 26,4 % der Bevölkerung zählen zu den vulnerablen Gruppen: 5,4 % sind unter sechs Jahren, weitere 21,0 % über 65 Jahren. Weitere Gruppen wie Schwangere, Menschen mit Behinderung oder mit chronischen Erkrankungen werden statistisch nicht flächendeckend erfasst, gelten jedoch ebenfalls als vulnerabel und besonders schützenswert. Laut Bevölkerungsprognosen (auf Grundlage der Bev.-Daten 2022) wird die Anzahl vulnerabler Personen im Landkreis bis 2029 weiter steigen, insbesondere

bei den über 65-Jährigen, deren Anteil auf 24 % anwachsen dürfte. Insgesamt werden im Jahr 2039 voraussichtlich 28,7 % der Landkreisbevölkerung zu den vulnerablen Gruppen gehören.

Bevölkerung im Landkreis München

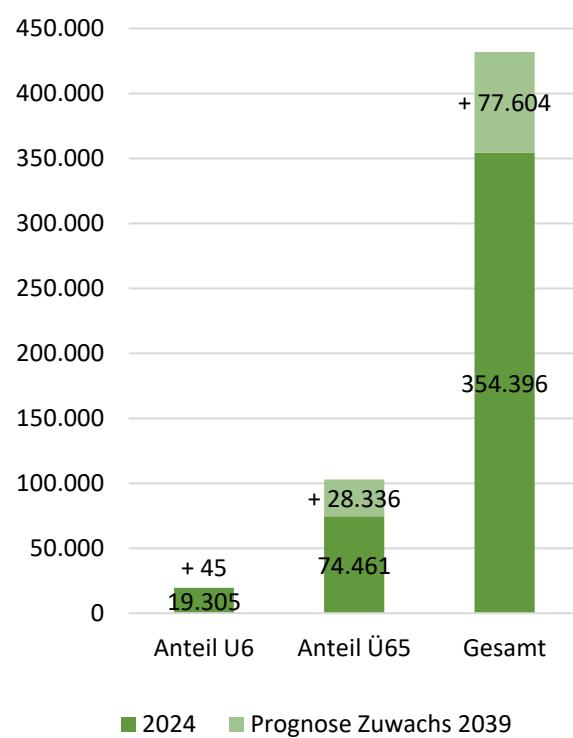


Abbildung 17: Bevölkerungszahlen im Landkreis München nach Altersgruppen im Jahr 2024 [38] sowie prognostizierter Zuwachs bis 2039 [24]

Kapitel 3.2 fasst die analysierten Betroffenheiten zusammen und gibt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen klimawandelbedingten Auswirkungen im Landkreis.

3.1. Vorgehen und Methodik

Die Betroffenheiten werden sowohl auf Ebene des Landkreises als auch in ausgewählten Handlungsfeldern der Kommunencluster analysiert.

Auf Landkreisebene erfolgt die Analyse in folgenden Arbeitsschritten:

1. Online-Fragebogen:

Mittels eines Online-Fragebogens werden die Klimafolgen je Themenschwerpunkt hinsichtlich der aktuellen Betroffenheit des Landkreises bewertet sowie bereits bestehende Klimaanpassungsmaßnahmen erfasst. Die Erhebung erfolgt in Abstimmung mit den zuständigen Fachbereichen durch die Klimaanpassungskoordination im Sachgebiet Energie und Klimaschutz.

2. Workshop Betroffenheit:

Am 27. Juni 2024 werden die erhobenen Klimafolgen in einem Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der Fachbereiche diskutiert und die Betroffenheit des Landkreises gegebenenfalls angepasst. Am Workshop nehmen insgesamt 25 Personen teil.

Für die Kommunencluster wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der Betroffenheit geringfügig angepasst:

1. Online-Fragebogen:

Die Bewertung der Klimafolgen für die Themen schwerpunkte und die Sammlung erster Maßnahmen in den teilnehmenden Kommunen wird von der Kontakt- bzw. Ansprechperson der jeweiligen Kommune koordiniert.

2. Workshop Betroffenheit:

Zur Vorbereitung der sechs Workshops zur Ermittlung der Betroffenheit der Kommunencluster werden alle Kommunen durch die Klimaanpassungskoordination im Rahmen eines persönlichen Termins vor Ort besucht. Die Auswahl relevanter Handlungsfelder für die Workshops erfolgt in Abstimmung mit den Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern der Kommunen. Die sechs Workshops finden im Oktober 2024 statt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse auf Landkreisebene dargestellt.

Betroffenheiten der Kommunen

Die Betroffenheiten der einzelnen Kommunencluster sind in den Cluster-Berichten dokumentiert.

3.2. Betroffenheiten auf Landkreisebene

Im Folgenden werden die Auswirkungen des Klimawandels auf vierzehn Handlungsfelder auf Landkreisebene dargestellt. Klimafolgen, die infolge des Klimawandels mit erheblichen Veränderungen einhergehen und zugleich eine hohe Sensitivität des Landkreises aufweisen, gelten als prioritäre Klimafolgen. Für jedes Handlungsfeld werden diese prioritären Klimafolgen identifiziert. Darauf aufbauend werden die zeitliche Dringlichkeit und die Anpassungskapazität definiert. Die Zusammenschau dieser Bewertungen liefert strategische Anhaltspunkte für die Initiierung konkreter Anpassungsmaßnahmen.

Die beiden zentralen Bewertungsdimensionen, zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität, werden wie folgt definiert:

Die *zeitliche Dringlichkeit* gibt die Notwendigkeit an, kurzfristig auf eine Klimafolge zu reagieren. Die zeitliche Dringlichkeit kann klein, mittel oder groß sein.

Die *Anpassungskapazität* gibt an, ob der Landkreis München in der Lage ist, die Auswirkungen einer Klimafolge zu beeinflussen und ob die dafür notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen vorhanden sind. Die Handlungskompetenz und das Vorhandensein von Ressourcen können klein, mittel und groß sein.

Im Folgenden zeigen die Abbildungen die Auswirkungen des Klimawandels auf das jeweilige Handlungsfeld anhand der Anordnung ausgewählter Klimafolgen in einer 9-Felder-Matrix. Die Anordnung der Klimafolgen auf der Matrix ergibt prioritäre Klimafolgen (von unten links = geringe Priorität, nach oben rechts = hohe Priorität). Die anschließende Tabelle beinhaltet jeweils Erläuterungen zu den Klimafolgen. Die Einstufung der zeitlichen Dringlichkeit und Anpassungskapazität der prioritären Klimafolgen wird auch dargestellt.

3.2.1. Planen und Bauen



Bauen und Wohnen
Raum- und Stadtplanung
Grün- und Freiflächen

Bauen und Wohnen

Der Bausektor trägt nicht nur einen wesentlichen Teil zu den Emissionen, die den Klimawandel vorantreiben, bei, auch in der Anpassung an den Klimawandel bildet das Handlungsfeld „Bauen und Wohnen“ einen wichtigen Bereich. Im Zuge des Klimawandels wird dieser vor steigende Herausforderungen gestellt: So betreffen einige der drängendsten Klimafolgen wie zunehmende

Starkregenereignisse und Hitzewellen die Gebäudesubstanz sowie die Aufenthaltsqualität in Gebäuden maßgeblich und diverse Schutzmaßnahmen müssen getroffen werden, damit größere Schäden vermieden werden können und Räumlichkeiten auch bei Hitze nutzbar bleiben. Darunter fallen beispielsweise technische Maßnahmen zum Überflutungs- und Hitzeschutz von

Gebäuden [25]. Die Betroffenheitsanalyse des Landkreises München (Landratsamt) ergab, dass insbesondere der Faktor Hitze von großer Bedeutung ist und zu einem erhöhten Kühlbedarf im

Sommer sowie einer steigenden Notwendigkeit der Anpassung von Gebäudeplanung und Haustechnik an Sommerhitze führt.

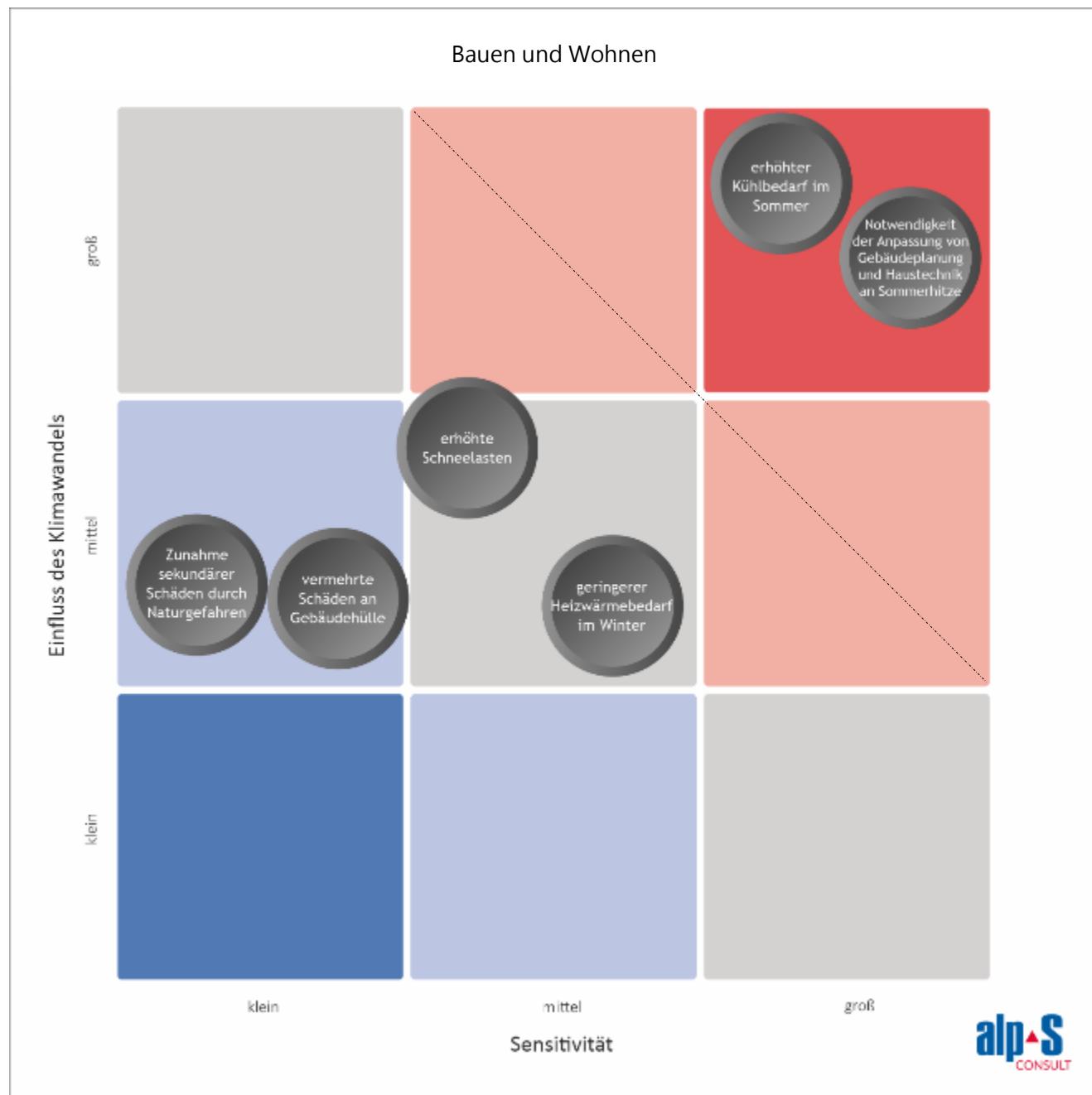


Abbildung 18: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Bauen und Wohnen

Tabelle 1: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Bauen und Wohnen. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
erhöhter Kühlbedarf im Sommer	Groß	Groß	aufgrund des Anstiegs von Hitzetagen bzw. Hitzeperioden in den Sommermonaten
Notwendigkeit der Anpassung von Gebäudeplanung und Haustechnik an Sommerhitze	Groß	Groß	Zunahme der Durchschnittstemperaturen sowie Intensivierung und Häufung von Hitzeperioden ziehen Maßnahmen bei Planung und Betrieb von Gebäuden nach sich
erhöhte Schneelasten	Mittel	Mittel	aufgrund milderer Winter kommt es vermehrt zu Nassschneereignissen
geringerer Heizwärmebedarf im Winter	Mittel	Mittel	aufgrund des Anstiegs der Temperatur und besserer Bausubstanz (z. B. Niedrigenergie-, Passivhausstandard); weniger Heizgradtage durch milderer Winter
vermehrte Schäden an der Gebäudehülle	Klein	Mittel	z. B. Schäden an der Bausubstanz, die durch Hagel, Sturm, Schneelasten, Starkniederschläge entstehen
Zunahme sekundärer Schäden durch Naturgefahren	Klein	Mittel	wie z. B. Schimmelbildung nach Hochwassereignissen

Tabelle 2: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Bauen und Wohnen

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
erhöhter Kühlbedarf im Sommer	hoch	mittel	klein
Notwendigkeit der Anpassung von Gebäudeplanung und Haustechnik an Sommerhitze	mittel	mittel	klein

Raum- und Stadtplanung/-entwicklung

Als ein Handlungsfeld, das sektorenübergreifend in seiner Bedeutung zum Tragen kommt und Themen wie Hochwasserschutz, Naturschutz aber auch die Bedürfnisse und Ansprüche von Anwohnenden verbindet, ist die Raum und Stadtplanung/-entwicklung ein wichtiges Werkzeug, das für die Anpassung an den Klimawandel genutzt werden kann und muss. Dazu gehören unter anderem die vorausschauenden Planungen zur Reduktion potenzieller Nutzungskonflikte, die Reduktion von Schadenspotentialen und das Planen und Umsetzen von vorbeugenden Maßnahmen zum Schutz von Ressourcen und Biodiversität. Dabei fungiert die Raum- und Stadtplanung als vermittelndes Bindeglied zwischen privaten und öffentlichen Akteuren sowie unterschiedlichen

Planungsebenen [26]. Für den Landkreis München (Landratsamt) wurden in diesem Handlungsfeld die stärkere Auswirkung von Extremerignissen im Hinblick auf das Retentionsvermögen sowie die Zunahme des Hitzeinseleffektes durch Bodenversiegelung als prioritäre Klimafolgen identifiziert. Auch bezüglich der Zunahme des Bedarfs und damit einhergehender erforderlicher Regelungen von Freiräumen durch veränderte Ansprüche an öffentliche Plätze und Grünflächen wird eine hohe Betroffenheit im Landkreis festgestellt. Ebenso in Bezug auf den Anstieg bioklimatisch belasteter Gebiete und die Veränderung von Flächen mit günstiger lufthygienischer Wirkung.

Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung

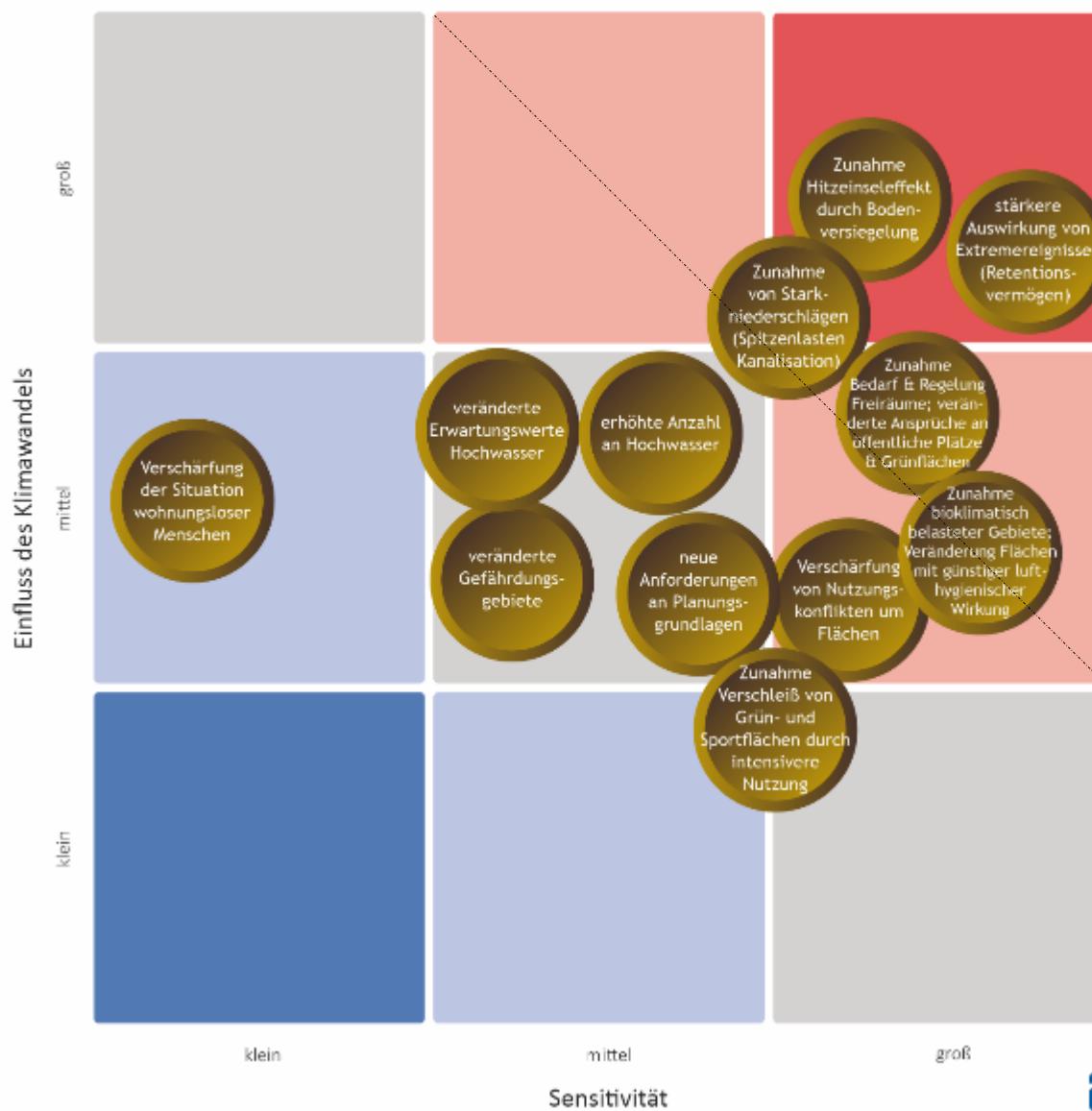


Abbildung 19: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung

Tabelle 3: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
stärkere Auswirkungen von Extremereignissen (Retentionsvermögen)	Groß	Groß	wie beispielsweise Starkregenereignisse oder Hagel
Zunahme Hitzeinseleffekt durch Bodenversiegelung	Groß	Groß	Zunahme von heißen Tagen und Hitzeperioden führt in Relation zur baulichen Dichte zu höheren Temperaturen in Innenstadtbereichen (städtischer Wärmeinseleffekt)
Zunahme von Starkniederschlägen (Spitzenlasten Kanalisation)	Groß	Groß	höhere Lufttemperaturen ermöglichen eine höhere Wasserdampfkonzentration in der Luft; vermehrte Hitzephasen führen häufig zu konvektiven Niederschlägen (Schauer- oder Gewitterregen)
Zunahme Bedarf & Regelung Freiräume; veränderte Ansprüche an öffentliche Plätze und Grünflächen	Groß	Mittel	Freiräume haben vor allem aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels (z. B. Starkregen, Hitze) eine Vielzahl an Funktionen zu erfüllen – ihnen gilt im Zuge der Planung großes Augenmerk; Grünflächen und öffentliche Plätze müssen neuen klimatischen Anforderungen gerecht werden (Zunahme von Intensität und Frequenz von Hitzewellen und des daraus resultierenden Hitzeinseleffektes)
Zunahme bioklimatisch belasteter Gebiete; Veränderung Flächen mit günstiger lufthygienischer Wirkung	Groß	Mittel	durch hohe Versiegelung und fehlende Berücksichtigung von Frischluftschneisen
erhöhte Anzahl an Hochwasser	Mittel	Mittel	durch eine Zunahme und Intensivierung von Starkregenereignissen
Verschärfung von Nutzungskonflikten um Flächen	Groß	Mittel	Freiräume haben vor allem aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels eine Vielzahl an Funktionen zu erfüllen: Retentionsräume, Frischluftschneisen etc.; die Notwendigkeit des Einsatzes dieser Flächen für verschiedene Nutzungen kann zu Konflikten führen

neue Anforderungen an Planungsgrundlagen (z. B. klimatische Gutachten)	Mittel	Mittel	aufgrund sich verändernder klimatischer Verhältnisse und eines veränderten Naturgefahrenpotentials
Zunahme des Verschleißes von Grün- und Sportflächen	Groß	Klein	durch Extremwetterereignisse wie z. B. Starkregen, Stürme oder Trockenheit sowie durch intensivere Nutzung
veränderte Erwartungswerte Hochwasser	Mittel	Mittel	durch eine Zunahme und Intensivierung von Starkregenereignissen verändern sich Erwartungswerte
veränderte Gefährdungsgebiete	Mittel	Mittel	aufgrund einer Zunahme von Extremwetterereignissen verändert sich die Eignung von Flächen
Verschärfung der Situation wohnungsloser Menschen	Klein	Mittel	länger anhaltende Hitzeperioden gefährden wohnungslosen Menschen im Besonderen aufgrund des Fehlens geeigneter kühler Rückzugsmöglichkeiten

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 4: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
stärkere Auswirkungen von Extremereignissen (Retentionsvermögen)	hoch	mittel	mittel
Zunahme Hitzeinseleffekt durch Bodenversiegelung	hoch	klein	-
Zunahme von Starkniederschlägen (Spitzenlasten Kanalisation)	hoch	klein	-
Zunahme Bedarf & Regelung Freiräume; veränderte Ansprüche an öffentliche Plätze und Grünflächen	mittel	klein	-
Zunahme bioklimatisch belasteter Gebiete; Veränderung Flächen mit günstiger lufthygienischer Wirkung	mittel	klein	-

Grün- und Freiflächen

Grün- und Freiflächen gewinnen im Zuge des Klimawandels an Bedeutung, da sie je nach Lage, Größe und Art u. a. die nächtliche Abkühlung der umliegenden Siedlungsstrukturen maßgeblich beeinflussen und damit positive bioklimatische Effekte erzielen können. Auch tagsüber dienen Grün- und Freiflächen aufgrund ihrer bioklimatischen Vorteile als wichtige kühle Oasen und Aufenthaltsbereiche, vor allem innerhalb dicht besiedelter Strukturen. Neben ihrer kühlenden Wirkung und Funktion als Frischluftschneisen wirken sich Grünflächen positiv auf den (Regen-) Wasserhaushalt und das Retentionsvermögen aus,

womit sie einen positiven Beitrag im Starkregenmanagement leisten. Mit steigendem Bedarf und Nachfrage nach Grün- und Freiflächen, aber auch aufgrund beispielsweise steigender Pflegeanforderungen des Stadtgrüns wird dieser Bereich durch die Folgen des Klimawandels vor neue bzw. weitere Herausforderungen gestellt [27]. So wurden auch für den Landkreis München (Landratsamt) ein erhöhter Pflegeaufwand sowie Wasserbedarf des Stadtgrüns und eine allgemeine Zunahme des Bewässerungsbedarfes als die wichtigsten Klimafolgen dieses Handlungsfeldes herausgearbeitet.

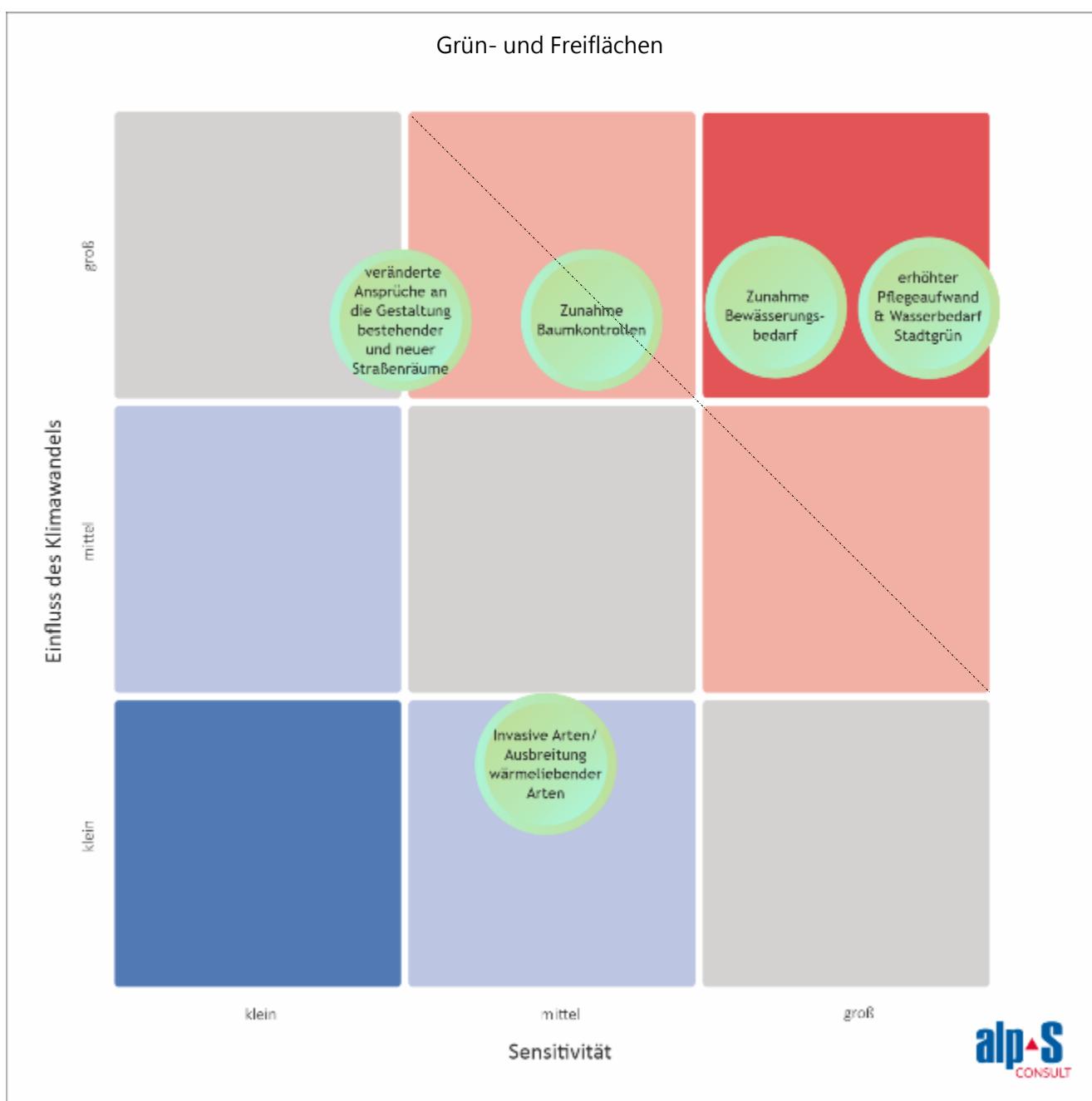


Abbildung 20: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Grün- und Freiflächen

Tabelle 5: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Grün- und Freiflächen. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Zunahme Bewässerungsbedarf	Groß	Groß	aufgrund von intensiveren und längeren Trockenperioden benötigen Grünräume intensive Bewässerung
erhöhter Pflegeaufwand & Wasserbedarf Stadtgrün	Groß	Groß	durch sommerliche Trockenperioden und Ausbildung mehrerer Generationen von Schädlingen erhöht sich der Pflegeaufwand von Stadtgrün
Zunahme Baumkontrollen	Mittel	Groß	Trockenheit und Stürme führen zu erhöhten Schäden an Bäumen
veränderte Ansprüche an die Gestaltung bestehender und neuer Straßenbäume	Mittel	Groß	durch veränderte klimatische Verhältnisse (z. B. Trockenperioden) müssen neue Straßenbäume, die diesen Anforderungen gewachsen sind bei Neupflanzungen zum Einsatz kommen
invasive Arten / Ausbreitung wärmeliebender Arten	Mittel	Klein	Etablierung und Ausbreitung nicht heimischer Arten, z. B. Neophyten (Pflanzen) und Neozoen (Tiere), durch die Verlängerung der Vegetationsperiode und die Zunahme der Temperatur, insbesondere im Winter

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 6: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität priorisierter Klimafolgen des Handlungsfeldes Grün- und Freiräume

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Zunahme Bewässerungsbedarf	hoch	klein	-
erhöhter Pflegeaufwand & Wasserbedarf Stadtgrün	hoch	klein	-

3.2.2. Wasserwirtschaft



Der Wasserkreislauf wird wesentlich durch klimatische Einflussfaktoren geprägt und ist damit in hohem Maße von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Dürren, sinkende Grundwasserpegel und steigende Wassertemperaturen stellen kommunale Wasserversorger vor vielfältige Herausforderungen, die gepaart mit veränderten Nutzungsansprüchen und -bedarfen klare Rahmenregeln und Maßnahmen zur Sicherstellung einer klimarobusten Wasserver- und -entsorgung erfordern [41, 43].

Der Klimawandel wirkt sich im Landkreis München vor allem in einer Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkregen und

Starkniederschlägen bzw. Trockenperioden aus, die auf der einen Seite zu Hoch- und Hangwässern führen auf der anderen Seite eine Absenkung des Grundwasserspiegels bzw. eine verminderte Grundwasserneubildungsraten nach sich ziehen.

Allgemein haben die Veränderungen der Niederschlagsmuster Auswirkungen auf das Abflussregime der Gewässer und das Wasserdargebot.

Insbesondere eine Erhöhung der Sensitivität bei Nutzungskonflikten, vor allem zwischen der Bewässerung für landwirtschaftliche Zwecke und der Trinkwasserversorgung wurde angemerkt.

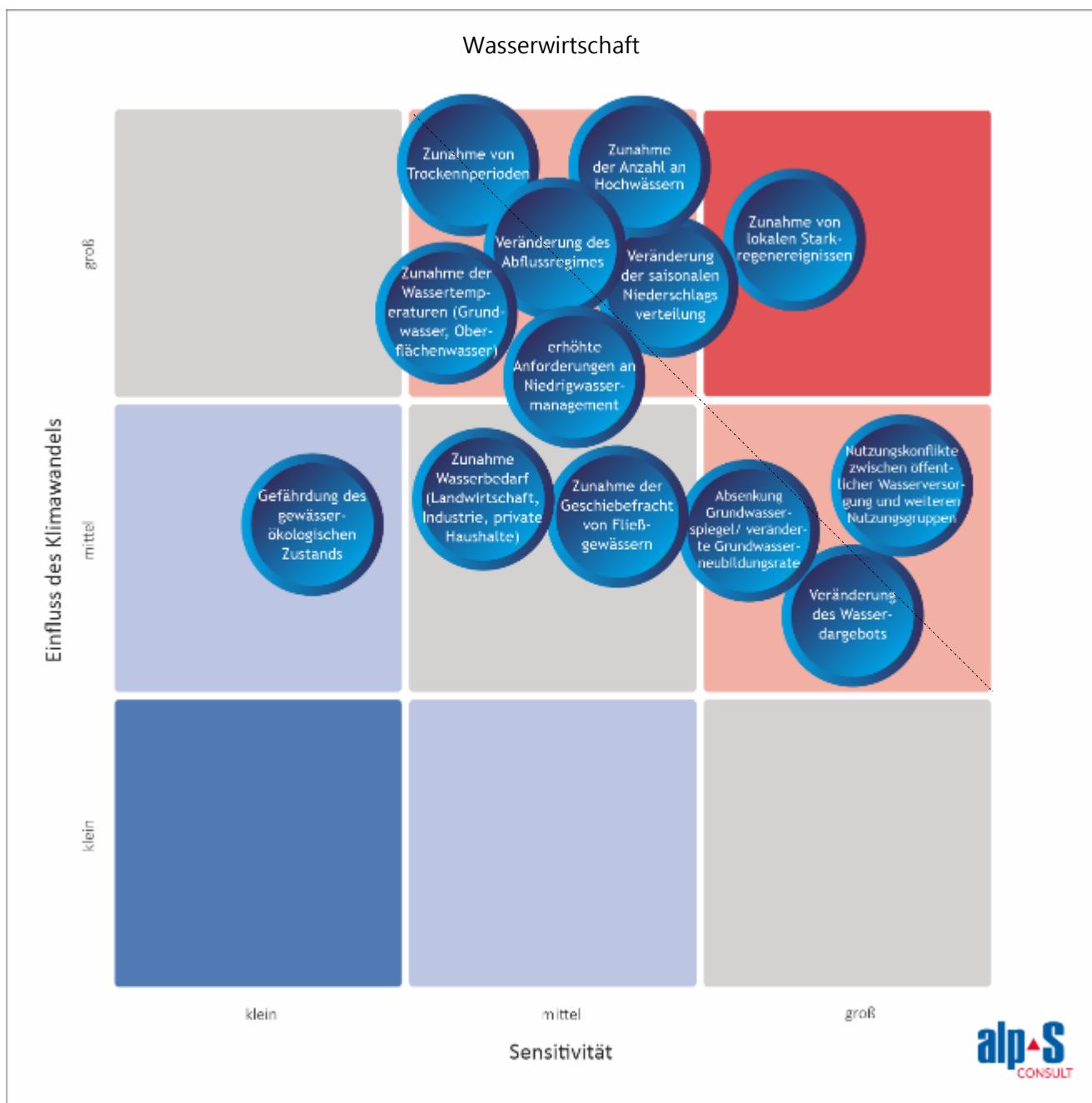


Abbildung 21: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Wasserwirtschaft

Tabelle 7: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Wasserwirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Zunahme von lokalen Starkregenereignissen	Groß	Groß	höhere Lufttemperaturen ermöglichen eine höhere Wasserdampfkonzentration in der Luft; vermehrte Hitzephasen führen häufig zu konvektiven Niederschlägen (Schauer- oder Gewitterregen)
Zunahme der Anzahl an Hochwässern	Mittel	Groß	
Veränderung der saisonalen Niederschlagsverteilung	Mittel	Groß	Abnahmen im Sommer- und Zunahmen im Winterhalbjahr
Nutzungskonflikte zwischen öffentlicher Wasserversorgung und weitere Nutzungsgruppen	Groß	Mittel	aufgrund der Zunahme von Trockenperioden steigt der Wasserbedarf z. B. in der Landwirtschaft; der vermehrte Bedarf bestimmter Nutzergruppen kann zu Konflikten führen
Veränderung des Wasserdargebotes	Groß	Mittel	extremerer Jahresgang des Niederschlags, erhöhte Variabilität des Niederschlags (geringere Niederschläge in den Sommer-, vermehrte Niederschläge in den Wintermonaten)
Zunahme von Trockenperioden	Mittel	Groß	
Veränderung des Abflussregimes	Mittel	Groß	frühere Schneeschmelze; Wegfall der Speicherwirkung der Schneedecke; Niederschlagsverschiebung in den Winter
Erhöhte Anforderung an Niedrigwassermanagement	Mittel	Groß	Niederschlagsverschiebung von Sommer- zu Winterniederschlägen; Temperaturbedingt Erhöhung der Verdunstungsraten; Verlängerung der Trockenphasen
Zunahme der Geschiebefracht von Fließgewässern	Mittel	Mittel	Starkniederschläge führen zu Überflutung und Rutschungen die Auslöser für Geschiebefracht sein können
Zunahme der Wassertemperaturen (Grundwasser, Oberflächenwasser)	Mittel	Groß	aufgrund der Zunahme von Niedrigwasserereignissen und Hitzeperioden sowie steigenden Jahresmitteltemperaturen; Beeinflussung der Wasserqualität

Zunahme Wasserbedarf (Landwirtschaft, Industrie, private Haushalte)	Mittel	Mittel	aufgrund der Zunahme von Trockenperioden steigt der Wasserbedarf z. B. in der Landwirtschaft
Gefährdung des gewässerökologischen Zustands	Klein	Mittel	zunehmende Temperaturen haben Auswirkungen auf die Organismen und die Lebensgemeinschaft von Gewässerökosystemen

Tabelle 8: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Wasserwirtschaft.

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Zunahme von lokalen Starkregenereignissen	hoch	mittel	mittel
Zunahme der Anzahl an Hochwässern	mittel	mittel	mittel
Veränderung der saisonalen Niederschlagsverteilung	mittel	klein	-
Nutzungskonflikte zwischen öffentlicher Wasserversorgung und weitere Nutzungsgruppen	mittel	mittel	klein
Veränderung des Wasserdargebotes	mittel	mittel	mittel
Zunahme von Trockenperioden	hoch	mittel	mittel
Veränderung des Abflussregimes	mittel	mittel	mittel

3.2.3. Landnutzung und Naturhaushalt



- Wald- und Forstwirtschaft
- Landwirtschaft
- Bodenschutz und Georisiken
- Naturschutz und Biodiversität

Wald und Forstwirtschaft

Lange Planungs- und Entwicklungszeiträume führen in der Forstwirtschaft zu einer großen Betroffenheit durch den Klimawandel: Einerseits erschweren lange Planungszeiträume die Umsetzung, andererseits sorgen lange Entwicklungszeiträume für eine erschwerte Bewertung und Monitoring der Erfolge von Anpassungsmaßnahmen. Das Ökosystem Wald wird im Klimawandel

durch die Verschärfung von Witterungsextremen wie Hitze, Trockenheit und Stürmen, aber auch durch die Häufung von Schädlingsbefall, steigenden Nutzungskonflikten und einer Bedeutungszunahme des Waldes als Naherholungsgebiet für Menschen insbesondere an heißen Tagen vor Herausforderungen gestellt. Maßnahmen zur Resilienzsteigerung der Wälder konzentrieren

sich dabei insbesondere auf den Wasserhaushalt und das Waldinnenklima, da diese Faktoren Schlüsselfunktionen in der Anpassung von Wäldern an steigende Temperaturen sowie zunehmende Trockenperioden innehaben [16, 24, 34]. Im Rahmen der Betroffenheitsanalyse wurde für den Landkreis München die Unterscheidung in den Norden und Süden des Landkreises betont, wobei der Norden aufgrund anderer Böden und Waldbestände (höherer Kiefernanteil, weniger humusreiche Böden) bei den meisten

Klimafolgen eine stärkere Betroffenheit als der Süden (geschlossener, gesündere Waldbestände auf Lössböden) aufwies. Als besonders bedeutend wurden die Zunahme des Trockenstresses und die Veränderung der Baumartenzusammensetzung sowie die Zunahme von Schadorganismen im Norden identifiziert. Weitere wichtige Klimafolgen im Landkreis stellen die Intensivierung von Nutzungskonflikten, die Zunahme von Trocken- und Dürreperioden sowie allgemein die Zunahme extremer Witterungsperioden dar.

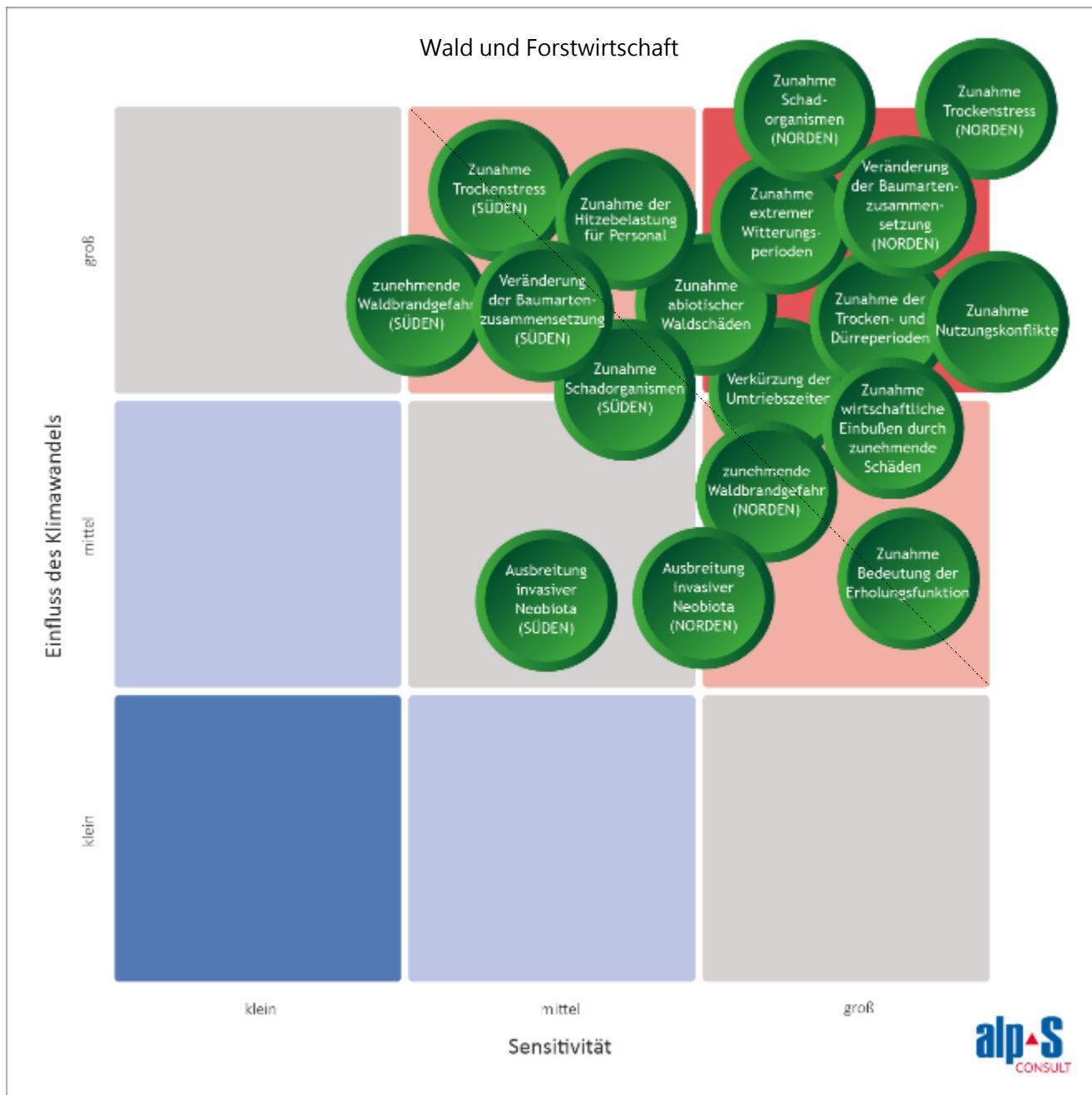


Abbildung 22: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft

Tabelle 9: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Wald und Forstwirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Zunahme der Hitzebelastung für Personal	Mittel	Groß	Zunahme und Intensivierung von Hitzeperioden führen zur höheren Belastung von im Wald arbeitenden Menschen
zunehmende Waldbrandgefahr (NORDEN)	Groß	Mittel	durch die Zunahme von Hitzeperioden in Zusammenhang mit Blitzschlag, aber auch durch menschlichen Einfluss – stärker im Norden des Landkreises ausgeprägt
Zunahme Trockenstress (NORDEN)	Groß	Groß	längere und intensivere Trockenperioden führen vor allem im Norden des Landkreises zu vermehrten Schäden
Zunahme Schadorganismen (NORDEN)	Groß	Groß	durch höhere mittlere Temperaturen und eine verlängerte Vegetationsperiode (z. B. Borkenkäfer); im Norden des Landkreises stärker ausgeprägt
Zunahme extremer Witterungsperioden	Groß	Groß	wie z. B. Starkregenereignisse, Stürme, Trockenperioden
Zunahme von abiotischen Waldschäden	Groß	Groß	Extremwetterereignisse wie Stürme, Hagel, Trockenheit und Nassschnee führen vermehrt zu Waldschäden wie z. B. Trockenbruch, Sonnenbrand, Windwurf, Spätfröste
Veränderung der Baumartenzusammensetzung (NORDEN)	Groß	Groß	durch wärmere Temperaturen kommt es zu einer Verschiebung des Artenspektrums; Trockenstress für bestimmte Baumarten (z. B. Fichte), Verschiebung Richtung Laub-/Mischwald; im Norden des Landkreises stärker ausgeprägt
Verkürzung der Umtriebszeiten	Groß	Groß	als Maßnahmen zur Reduktion von Schadholz aufgrund einer Zunahme von abiotischen und biotischen Waldschäden
Zunahme wirtschaftliche Einbußen durch zunehmende Schäden	Groß	Mittel	aufgrund von Extremwetterereignissen wie z. B. Trockenperioden oder Stürme kommt es vermehrt zu wirtschaftlichen Einbußen
Zunahme Nutzungskonflikte	Groß	Groß	die Zunahme von Erholungssuchenden (Mountainbiker, Hundebesitzer und -

				besitzerinnen) stört zunehmend jagd- und forstwirtschaftliche Tätigkeiten; gesteigerte Nutzung während Hitzewellen
Zunahme der Bedeutung der Erholungsfunktion	Groß	Mittel		aufgrund von Hitzewellen steigt die Wichtigkeit von Wäldern als Erholungsort
zunehmende Waldbrandgefahr (SÜDEN)	Mittel	Groß		durch die Zunahme von Hitzeperioden in Zusammenhang mit Blitzschlag, aber auch durch menschlichen Einfluss – im Süden des Landkreises weniger stark ausgeprägt
Zunahme Trockenstress (SÜDEN)	Mittel	Groß		Schäden durch längere und intensivere Trockenperioden sind im Süden des Landkreises aufgrund der Bodenbeschaffenheit nicht so stark ausgeprägt
Zunahme von Schadorganismen (SÜDEN)	Mittel	Groß		durch höhere mittlere Temperaturen und eine verlängerte Vegetationsperiode (z. B. Borkenkäfer); im Süden des Landkreises weniger stark ausgeprägt
Ausbreitung invasive Neobiota (NORDEN)	Mittel	Mittel		Etablierung neuer Arten und höherer Individuenzahlen in Gebieten, in denen diese zuvor nicht heimisch waren (z. B. Japanischer Staudenknöterich, Drüsiges Springkraut); durch höhere mittlere Jahrestemperaturen; im Norden des Landkreises stärker ausgeprägt
Ausbreitung invasiver Neobiota (SÜDEN)	Mittel	Mittel		Etablierung neuer Arten und höherer Individuenzahlen in Gebieten, in denen diese zuvor nicht heimisch waren (z. B. Japanischer Staudenknöterich, Drüsiges Springkraut); durch höhere mittlere Jahrestemperaturen; im Süden des Landkreises weniger stark ausgeprägt
Veränderung der Baumartenzusammensetzung (SÜDEN)	Mittel	Groß		durch wärmere Temperaturen kommt es zu einer Verschiebung des Artenspektrums; Trockenstress für bestimmte Baumarten (z. B. Fichte), Verschiebung Richtung Laub-/Mischwald; im Süden des Landkreises weniger stark ausgeprägt

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 10: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Zunahme der Hitzebelastung für Personal	mittel	klein	-
zunehmende Waldbrandgefahr (NORDEN)	hoch	mittel	klein
Zunahme Trockenstress (NORDEN)	hoch	klein	-
Zunahme Schadorganismen (NORDEN)	hoch	klein	-
Zunahme extremer Witterungsperioden	hoch	klein	-
Zunahme von abiotischen Waldschäden	hoch	klein	-
Veränderung der Baumartenzusammensetzung (NORDEN)	hoch	mittel	mittel
Verkürzung der Umtriebszeiten	mittel	klein	-
Zunahme wirtschaftliche Einbußen durch zunehmende Schäden	mittel	klein	-
Zunahme Nutzungskonflikte	mittel	mittel	mittel
Zunahme der Bedeutung der Erholungsfunktion	hoch	mittel	mittel

Landwirtschaft

Ertrag und Qualität der Ernte in der Landwirtschaft sind in hohem Maße von Wetter, Witterung und Klima abhängig. Damit ist die Landwirtschaft auch von den Auswirkungen des Klimawandels stark betroffen und erfordert große Anstrengungen seitens der Bewirtschafter, aber auch der Behörden, um das Handlungsfeld nachhaltig für die bevorstehenden klimatischen Veränderungen vorzubereiten und an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen. Längere Vegetationsperioden, Hitze- und Trockenstress, verändertes Ertragspotential und negative Auswirkungen von Extremwetterereignissen bspw. in Form von

Starkniederschlägen müssen in zukünftigen Planungen beachtet werden. Die Eignung von Sorten und Kulturen für den Anbau wird sich mit Hinblick auf Wasserbedarf ändern und auch die Anforderungen an Stallsysteme und Lüftungsanlagen in der Tierhaltung werden steigen [28]. Für den Landkreis München stellte sich für den Großteil der betrachteten Klimafolgen eine große Betroffenheit heraus, darunter insbesondere hinsichtlich des steigenden Ertragsverlustes, des zunehmenden Bewässerungsbedarfes und die erhöhte Anfälligkeit gängiger Sorten gegenüber Klimaänderungen.

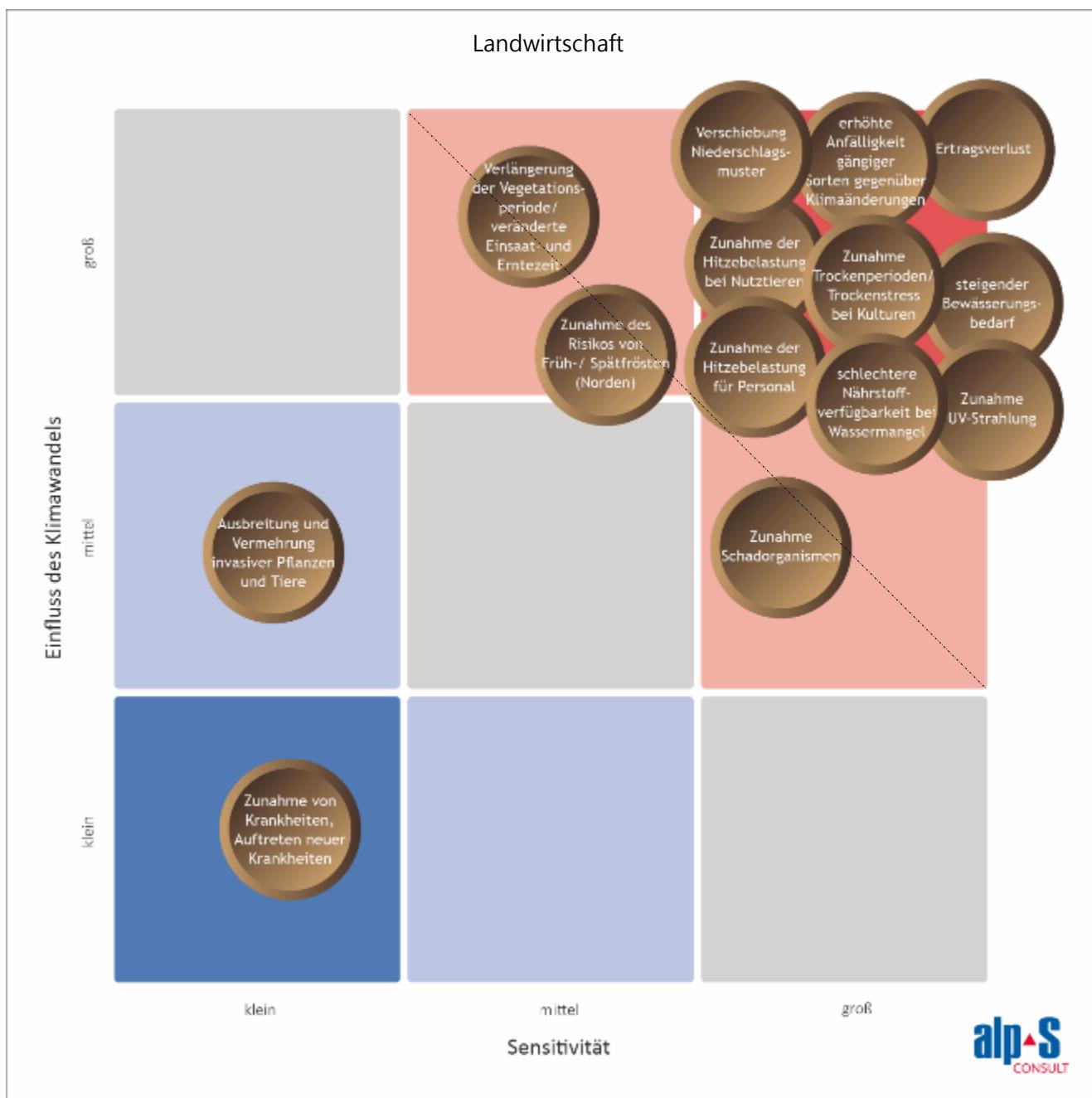


Abbildung 23: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Landwirtschaft

Tabelle 11: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Landwirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Verschiebung Niederschlagsmuster	Groß	Groß	jahreszeitliche Verschiebung von Niederschlägen, Zunahme von Trockenperioden und Starkregenereignisse
Zunahme UV-Strahlung	Groß	Groß	durch den Rückgang der Bewölkung im Sommer und temporäre stratosphärische Ozon-niedrigereignisse; kann zu Sonnenbrand bei Kulturen in der Landwirtschaft führen
Zunahme der Hitzebelastung für Nutztiere	Groß	Groß	viele Nutztiere benötigen eher niedrige Temperaturen (z. B. Milchkühe), Hitze führt zu Stress bei Nutztieren und Ertragseinbußen
Zunahme der Hitzebelastung für Personal	Groß	Groß	aufgrund einer Zunahme und Intensivierung von Hitzeperioden
Zunahme Trockenperioden/Trockenstress bei Kulturen	Groß	Groß	Wassermangel und Zunahme von Dürreperioden können Pflanzenwachstum gefährden und Erträge mindern
steigender Bewässerungsbedarf	Groß	Groß	durch die Abnahme der Sommerniederschläge, höhere Verdunstungsverluste und längere Trockenphasen
schlechtere Nährstoffverfügbarkeit bei Wassermangel	Groß	Groß	da alle Nährstoffe nur in der wässrigen Phase per Diffusion oder mit dem Wasserstrom zur Wurzel gelangen, können die Nährstoffe bei geringem Bodenwassergehalt weniger gut an die Wurzel transportiert werden; bei Trockenheit treten so Nährstoffmangelsymptome auf
erhöhte Anfälligkeit gängiger Sorten gegenüber Klimaänderungen	Groß	Groß	veränderte klimatische Bedingungen vermehren den Stress gängiger Sorten in Bezug auf verschiedene phänologische Stadien
Ertragsverlust	Groß	Groß	Extremwetterereignisse (Hagel, Starkregen, Stürme) können zu Ertragseinbußen und Schäden an Kulturen führen
Zunahme Schadorganismen	Groß	Mittel	aufgrund milderer Winter, höherer durchschnittlicher Jahresmitteltemperaturen und eine Schwächung der Kulturen aufgrund extremer Witterungsverhältnisse

Verlängerung der Vegetationsperiode / veränderte Einsaat- und Erntezeiten	Mittel	Groß	Temperaturerhöhung führt zu zeitigerem Austrieb, Blüte und Fruchtbildung im Vergleich zu früheren Jahrzehnten; im Bereich der Landwirtschaft führt das auch zu veränderten Einsaat- und Erntezeiten
Zunahme von Krankheiten, Auftreten neuer Krankheiten	Klein	Klein	bei Pflanzen z.B. durch Veränderungen des Klimas oder Verlängerung der Vegetationsperiode und bei Tieren z. B. durch die Ausbreitung von Vektoren das sind z. B. Mücken oder Zecken, die den Erreger übertragen, zusätzliche Generation von Insekten/Schädlingen
zunehmendes Risiko für Früh- und Spätfröste (NORDEN)	Mittel	Groß	betrifft beispielsweise den Obstbau; milde Winter, verfrühter Austrieb mit anschließenden Frostereignisse können zu hohen Ernteausfällen führen
Ausbreitung und Vermehrung invasiver Pflanzen und Tiere	Klein	Mittel	aufgrund höherer Jahresmitteltemperaturen und milderer Winter

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 12: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Landwirtschaft

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Verschiebung Niederschlagsmuster	hoch	klein	-
Zunahme UV-Strahlung	mittel	klein	-
Zunahme der Hitzebelastung für Nutztiere	mittel	klein	-
Zunahme der Hitzebelastung für Personal	mittel	klein	-
Zunahme Trockenperioden/Trockenstress bei Kulturen	hoch	klein	-
steigender Bewässerungsbedarf	hoch	klein	-
schlechtere Nährstoffverfügbarkeit bei Wassermangel	mittel	klein	-
erhöhte Anfälligkeit gängiger Sorten gegenüber Klimaänderungen	mittel	klein	-
Ertragsverlust	mittel	klein	-

Bodenschutz und Georisiken

Bodenschutz und Georisiken spielen im Zuge des Klimawandels aus unterschiedlichen Gründen eine zentrale Rolle in der Klimaanpassung. Böden stellen eine nicht erneuerbare, wertvolle Ressource dar, die durch ihre vielfältigen Ökosystemleistungen unsere Lebensgrundlagen sichern. Neben der elementaren Rolle in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion nehmen sie Schlüsselfunktionen in Klimaschutzbemühungen ein, da sie neben den Meeren den zweitgrößten CO₂-Speicher auf der Erde darstellen und damit als Kohlenstoffsenke dienen. Klimawandelbedingten Stressoren wie Humusverlust, Erosion oder

andere bodenschädigende Prozesse muss daher über aktiven Bodenschutz entgegengewirkt werden, um das Ökosystem Boden zu bewahren [29, 42].

In der Betroffenheitsanalyse für den Landkreis München (Landratsamt) zählen die Veränderung des Bodenwasserhaushaltes aufgrund vermehrter und intensiverer Trockenperioden, die Zunahme der Austrocknung von Böden sowie die Abnahme von Menge und Vielfalt von Bodenorganismen zu den wichtigsten Klimafolgen dieses Handlungsfeldes.

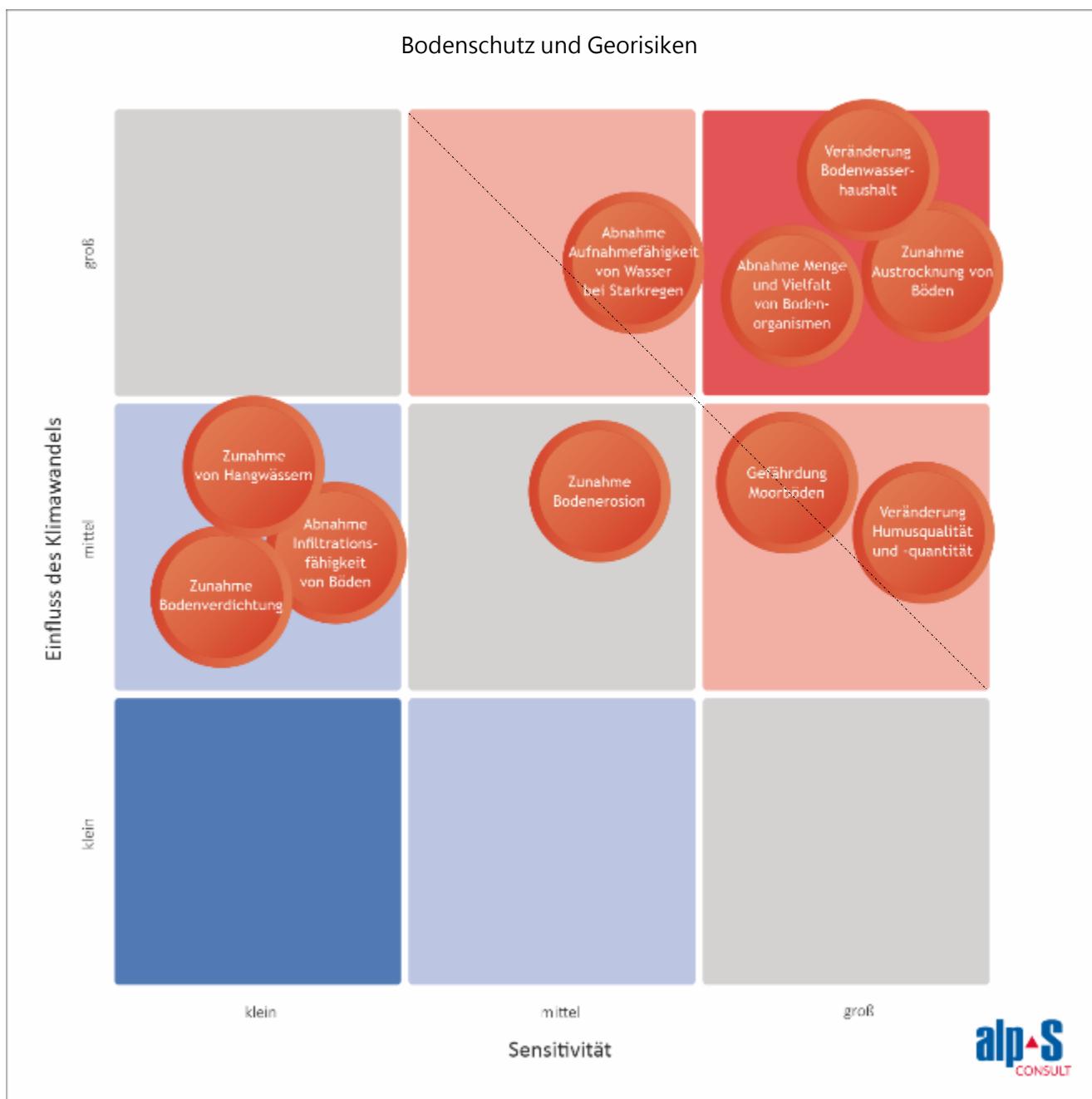


Abbildung 24: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Bodenschutz und Georisiken

Tabelle 13: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Bodenschutz und Georisiken. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Veränderung Humusqualität und -quantität	Groß	Mittel	aufgrund extremer Witterungsperioden
Gefährdung Moorböden	Groß	Mittel	längere und intensivere Trockenperioden führen zur Austrocknung von Moorböden
Abnahme Aufnahmefähigkeit von Wasser bei Starkregen	Mittel	Groß	vor allem bei vorangegangenen Trockenperioden
Zunahme Austrocknung von Böden	Groß	Groß	häufigere und intensivere Trockenperioden führen zu einer Austrocknung von Böden; abhängig von der Bodenbeschaffenheit
Veränderung Bodenwasserhaushalt	Groß	Groß	aufgrund häufiger und intensiverer Trockenperioden und Starkregenereignisse
Abnahme Menge und Vielfalt von Bodenorganismen	Groß	Groß	aufgrund häufiger und intensiverer Trockenperioden kommt es zu einer Veränderung der Bodenlebewelt
Zunahme Bodenerosion	Mittel	Mittel	aufgrund von Starkregen, Wind und Trockenheit
Zunahme Hangwässer	Klein	Mittel	durch Starkregenereignisse
Zunahme Bodenverdichtung	Klein	Mittel	Trockenheit und Bewirtschaftungsformen führen zu einer Verdichtung der Böden; abhängig von der Bodenbeschaffenheit
Abnahme Infiltrationsfähigkeit von Böden	Klein	Mittel	aufgrund häufiger und intensiverer Trockenperioden wird die Aufnahmefähigkeit von Wasser in Böden erschwert

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 14: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Bodenschutz und Georisiken.

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Veränderung Humusqualität und -quantität	mittel	klein	-
Gefährdung Moorböden	hoch	mittel	mittel
Abnahme Aufnahmefähigkeit von Wasser bei Starkregen	mittel	mittel	klein
Zunahme Austrocknung von Böden	hoch	mittel	klein
Veränderung Bodenwasserhaushalt	hoch	mittel	klein
Abnahme Menge und Vielfalt von Bodenorganismen	mittel	mittel	klein

Naturschutz und Biodiversität

Der Klimawandel wirkt sich unter anderem durch Temperaturerhöhungen und veränderte Niederschlagsmuster auf Ökosysteme aus und beeinflusst die Lebensräume von Tieren und Pflanzen tiefgreifend: Ökologische Gleichgewichte verschieben sich, die Phänologie verändert sich, heimische Arten wandern ab und gebietsfremde Arten wandern ein. Daraus resultiert eine Bedrohung der Artenvielfalt und die Funktionalität ganzer Ökosysteme kann gestört oder gar irreversibel zerstört werden. Um klimaangepassten Naturschutz zu praktizieren und die Biodiversität zu erhalten, müssen daher die Widerstandsfähigkeit

und Resilienzen von Ökosystemen gegenüber dem Klimawandel bspw. über die Schaffung von Biotopverbundsystemen, dem Schutz von Feuchtbiotopen oder der Regulierung der Einwanderung invasiver Arten erhöht werden [19, 35, 44]. Die Analyse der Betroffenheit im Landkreis München (Landratsamt) ergab, dass insbesondere die Zunahme niedriger Grundwasserstände, veränderte Grundwasserneubildungsraten, steigender Druck durch Naherholung, sowie die Zunahme des Sediment- und Schadstoffeintrages in Gewässer als für die Region bedeutsam bewertet werden.

Naturschutz und Biodiversität

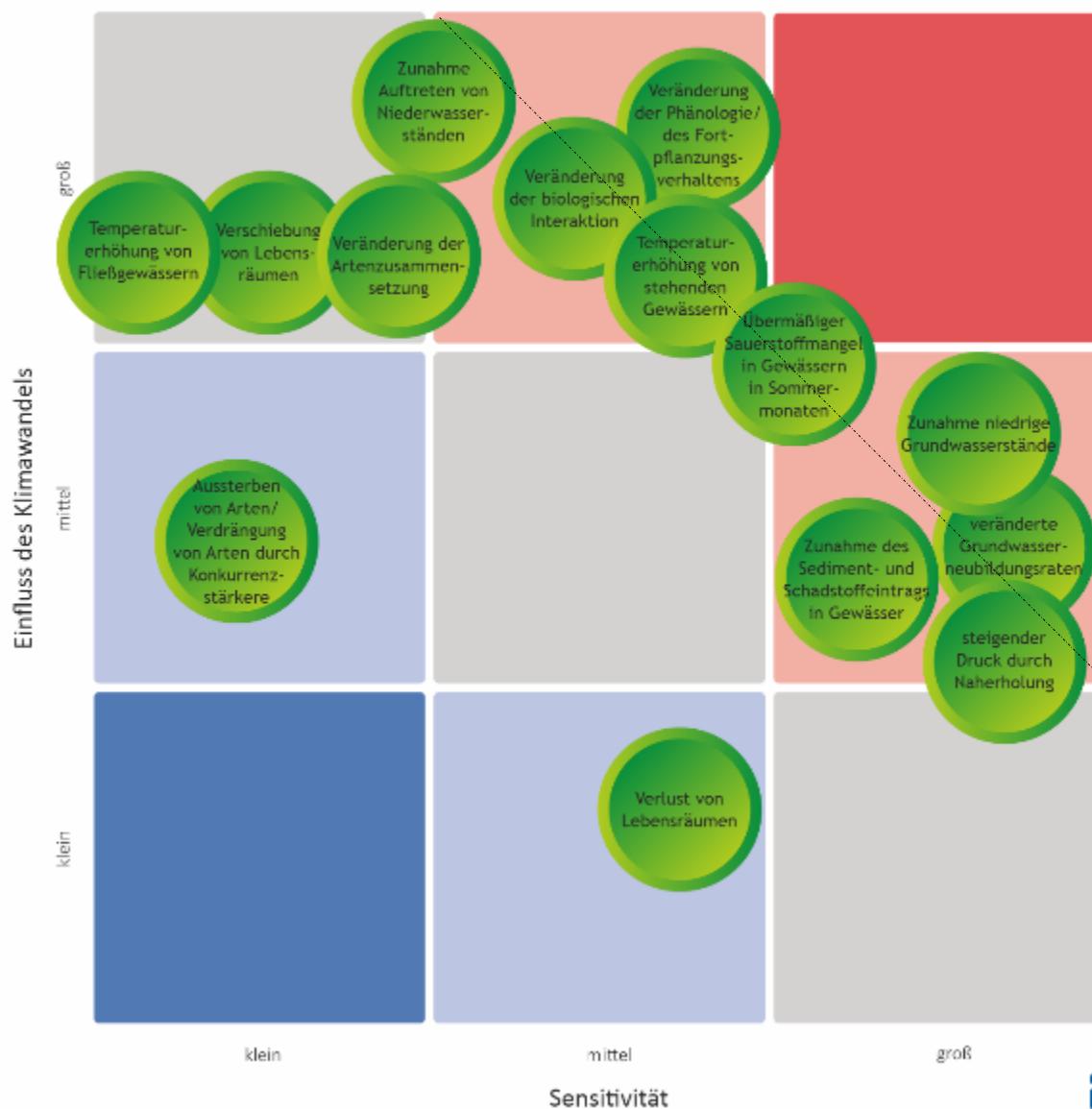


Abbildung 25: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität

Tabelle 15: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Naturschutz und Biodiversität. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Temperaturerhöhung von stehenden Gewässern	Mittel	Groß	durch den Anstieg der mittleren Jahrestemperatur bzw. die Verlängerung und Intensivierung von Hitzeperioden; Auswirkungen auf Fauna und Flora
übermäßiger Sauerstoffmangel in Gewässern in Sommermonaten	Groß	Mittel	langanhaltende und hohe Temperaturen können im Sommer zu einer starken Erhitzung von Gewässern beitragen; da warmes Wasser weniger Sauerstoff speichern kann als kaltes Wasser, besteht dann eine größere Gefahr eines Sauerstoffmangels
veränderte Grundwasserneubildungsraten	Groß	Mittel	aufgrund von saisonalen Niederschlagsverschiebungen und zunehmenden Trockenperioden
Zunahme niedrige Grundwasserstände	Groß	Mittel	aufgrund von saisonalen Niederschlagsverschiebungen und zunehmenden Trockenperioden
Temperaturerhöhung von Fließgewässern	Klein	Groß	durch den Anstieg der mittleren Jahrestemperatur bzw. die Verlängerung und Intensivierung von Hitzeperioden; Auswirkungen auf Fauna und Flora
Zunahme des Sediment- und Schadstoffeintrags in Gewässern	Groß	Mittel	durch die Zunahme von Starkniederschlägen werden Sediment und Schadstoffe ausgeschwemmt und in Gewässer eingetragen
steigender Druck durch Naherholung	Groß	Mittel	längere und intensivere Hitzeperioden führen zu Veränderungen von Besucherströmen in Ballungsräumen und können sich so negativ auf Naherholungsgebiete auswirken
Zunahme Auftreten Niederwasserstände	Mittel	Groß	aufgrund von saisonalen Niederschlagsverschiebungen und zunehmenden Trockenperioden
Verschiebung von Lebensräumen	Klein	Groß	Verschiebung der Lebensräume von Pflanzen und Tieren in höhere Lagen bzw. in Süd-Nord Richtung; Beeinträchtigung kältegebundener und/oder endemischer Arten, Artenverlust

Veränderung der Artzusammensetzung	Klein	Groß	Veränderung der Konkurrenzverhältnisse und damit Veränderung der Artenzusammensetzung; Verschiebung der ökologischen Amplitude von Arten
Aussterben von Arten/ Verdrängung von Arten durch Konkurrenzstärkere	Klein	Mittel	schnelles Voranschreiten des Klimawandels verhindert die Anpassung von Tieren und Pflanzen
Veränderung der Phänologie/ des Fortpflanzungsverhaltens	Mittel	Groß	durch die Verlängerung/Veränderung der Vegetationsperiode verschieben sich z. B. Blatt austrieb, Blüte zeitlich
Veränderung der biologischen Interaktion	Mittel	Groß	Veränderungen von symbiotischen Beziehungen und Funktionsbeziehungen, z. B. zwischen Räuber und Beute, Pflanze und Bestäuber, durch die Verlängerung/Veränderung der Vegetationsperiode
Verlust von Lebensräumen	Mittel	Klein	durch veränderte klimatische Verhältnisse aber auch von z. B. Zersplitterung und Verlust von Lebensräumen, Raubbau, Verschmutzung von Boden, Wasser und Luft sowie die Verbreitung invasiver Arten

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet

Tabelle 16: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Naturschutz und Biodiversität.

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Temperaturerhöhung von stehenden Gewässern	hoch	mittel	klein
übermäßiger Sauerstoffmangel in Gewässern in Sommermonaten	mittel	mittel	klein
veränderte Grundwasserneubildungsraten	mittel	mittel	klein
Zunahme niedrige Grundwasserstände	hoch	mittel	klein



3.2.4. Infrastruktur



Straßenbau und Verkehr Energiewirtschaft

Straßenbau und Verkehr

Als sogenannte „kritische Infrastruktur“ zählen Straßen, Verkehrssysteme und die zugehörige Infrastruktur zu wichtigen Elementen des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Störungen dieser Infrastruktur durch Wetterextreme wie Stürme oder Überschwemmungen können weitreichende Folgen haben, von Lieferengpässen im produzierenden Gewerbe über Einschränkungen im Pendlerverkehr bis hin zur Behinderung der Erreichbarkeit zentraler Orte wie Krankenhäuser oder Schulen. Daher gilt es, mittels technischer

Anpassungsmaßnahmen Schäden vorzubeugen und robuste Straßen und Schienensysteme, Verkehrsleitsysteme sowie Stromversorgungsanlagen zu entwickeln [23, 33]. Für den Landkreis München (Landratsamt) wurden eine sehr große Betroffenheit bezüglich eines erhöhten Kühlbedarfs im öffentlichen Verkehr, eine erhöhte Hitzebelastung im Straßenraum, für Verkehrsteilnehmende und das Personal im Verkehrswesen sowie veränderte Ansprüche an den Arbeitsschutz bei Instandhaltungsarbeiten identifiziert.

Straßenbau und Verkehr

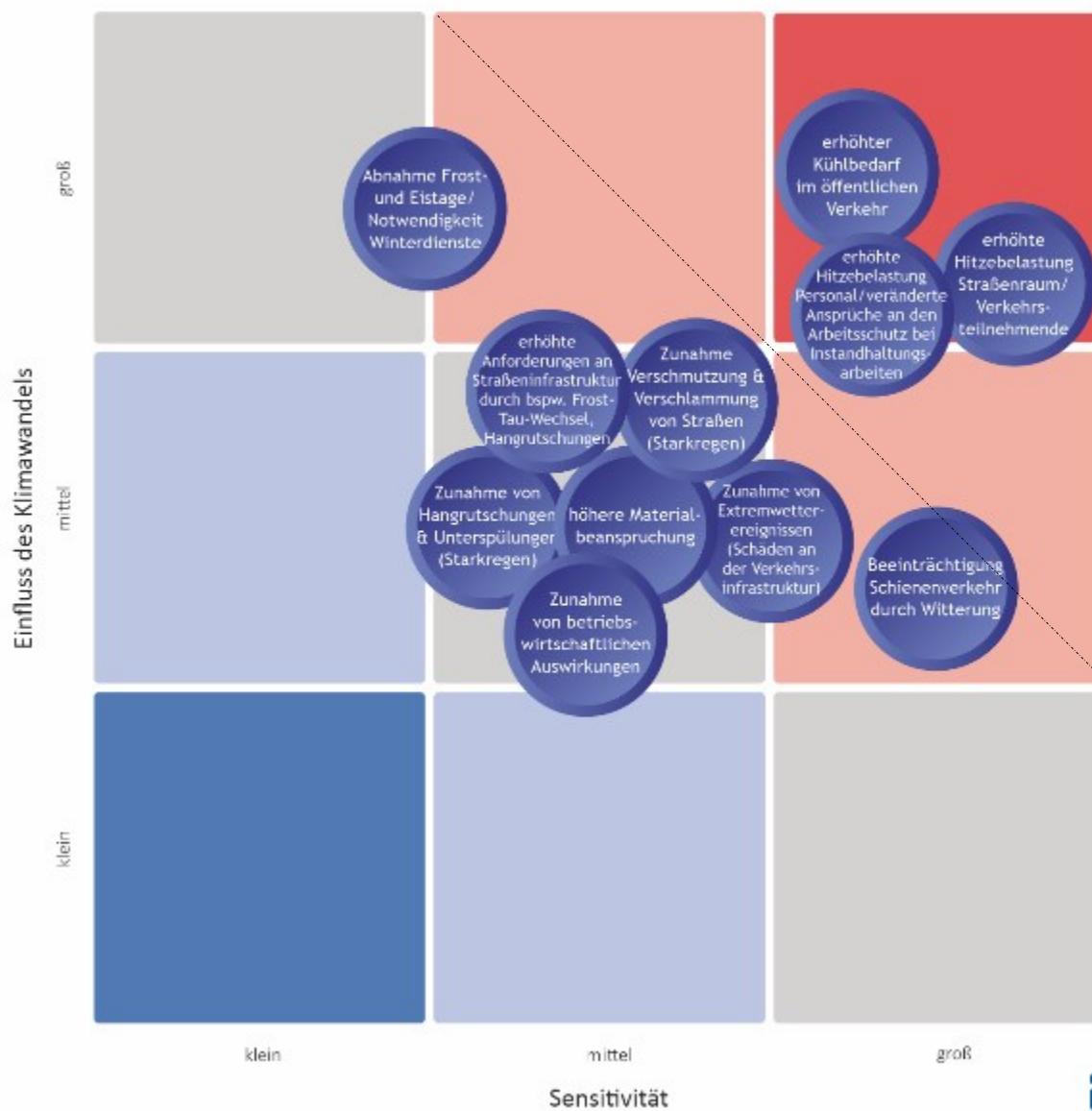


Abbildung 26: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Straßenbau und Verkehr

Tabelle 17: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Straßenbau und Verkehr. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
erhöhter Kühlbedarf im öffentlichen Verkehr	Groß	Groß	aufgrund einer Zunahme von Hitzeperioden; inkl. Gebäude des öffentlichen Verkehrs (Bahnhöfe)
erhöhte Hitzebelastung im Straßenraum / für Verkehrsteilnehmende	Groß	Groß	längere und intensivere Hitzewellen führen zu einer thermischen Belastung der Verkehrsteilnehmenden
erhöhte Hitzebelastung des Personals / veränderte Ansprüche an den Arbeitsschutz bei Instandhaltungsarbeiten	Groß	Groß	längere und intensivere Hitzewellen führen zu einer thermischen Belastung des Personals
Abnahme Frost- und Eistage / Notwendigkeit des Winterdienstes	Klein	Groß	mildere Winter und dadurch eine Abnahme der Frost- und Eistage
Zunahme Verschmutzung & Verschlammung von Straßen	Mittel	Mittel	durch die Zunahme von Starkregenereignissen kommt es vermehrt zu Verschmutzung und Verschlammung von Straßen und Wegen
Zunahme von Extremwetterereignissen	Mittel	Mittel	wie z. B. Starkregenereignisse, Hagel führen zu Schäden an der Straßeninfrastruktur
höhere Materialbeanspruchung	Mittel	Mittel	durch zunehmende Hitze, Zunahme von Frost-Tau-Wechseln sowie Starkregenereignisse
Beeinträchtigung Schienenverkehr durch Witterung	Groß	Mittel	aufgrund zunehmender Extremwetterereignisse wie z. B. Starkregen, Hagel, Stürme
Zunahme von betriebswirtschaftlichen Auswirkungen	Mittel	Mittel	aufgrund zunehmender Extremwetterereignisse wie z. B. Starkregen, Hagel, Stürme
erhöhte Anforderungen an Straßeninfrastruktur	Mittel	Mittel	aufgrund zunehmender Extremwetterereignisse wie z. B. Starkregen (Hangrutschungen) und häufigere Frost-Tau-Wechsel
Zunahme Hangrutschungen & Unterspülungen	Mittel	Mittel	aufgrund zunehmender Extremwetterereignisse wie z. B. Starkregen, Hagel

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit klein wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 18: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Straßenbau und Verkehr.

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
erhöhter Kühlbedarf im öffentlichen Verkehr	mittel	mittel	klein
erhöhte Hitzebelastung im Straßenraum / für Verkehrsteilnehmende	hoch	mittel	mittel
erhöhte Hitzebelastung des Personals / veränderte Ansprüche an den Arbeitsschutz bei Instandhaltungsarbeiten	mittel	klein	-

Energiewirtschaft

Die Trennlinie zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung verläuft im Handlungsfeld der Energiewirtschaft unscharf: Für einen effektiven Klimaschutz und die Einhaltung der Klimaziele braucht es die Energiewende, der Ausbau der erneuerbaren Energien und der Ausstieg aus Kernenergie und Kohle erfordert jedoch gleichzeitig umfassende (infra-)strukturelle Anpassungen im gesamten Feld der Energiewirtschaft. Der Klimawandel übt durch die zukünftig zahlreicher auftretenden und intensiveren Extremwetterereignisse Druck auf alle Bereiche der energiewirtschaftlichen Produktionskette aus. Hitzewellen können zu Knappeiten von Kühlwasserkapazitäten in der Stromproduktion führen, während der

Kühlenergiebedarf in den Sommermonaten steigt, Winterstürme können Netzbetreibenden Probleme bereiten und Lieferketten für fossile Energieträger können durch Hoch- oder Niedrigwasserstände eingeschränkt sein[22, 30]. Die Analyse der Betroffenheiten im Landkreis München (Landratsamt) zeigt, dass für einige Klimafolgen dieses Handlungsfeldes eine hohe Bedeutung ermittelt wurde. Die Zunahme von Extremwetterereignissen, die Beeinträchtigung bis hin zur Ausfallgefahr der Infrastruktur, die Zunahme von Schäden an Hochspannungsleitungen, der erhöhte Kühlbedarf im Sommer sowie die Zunahme der Insolation werden als prioritär herausgearbeitet.

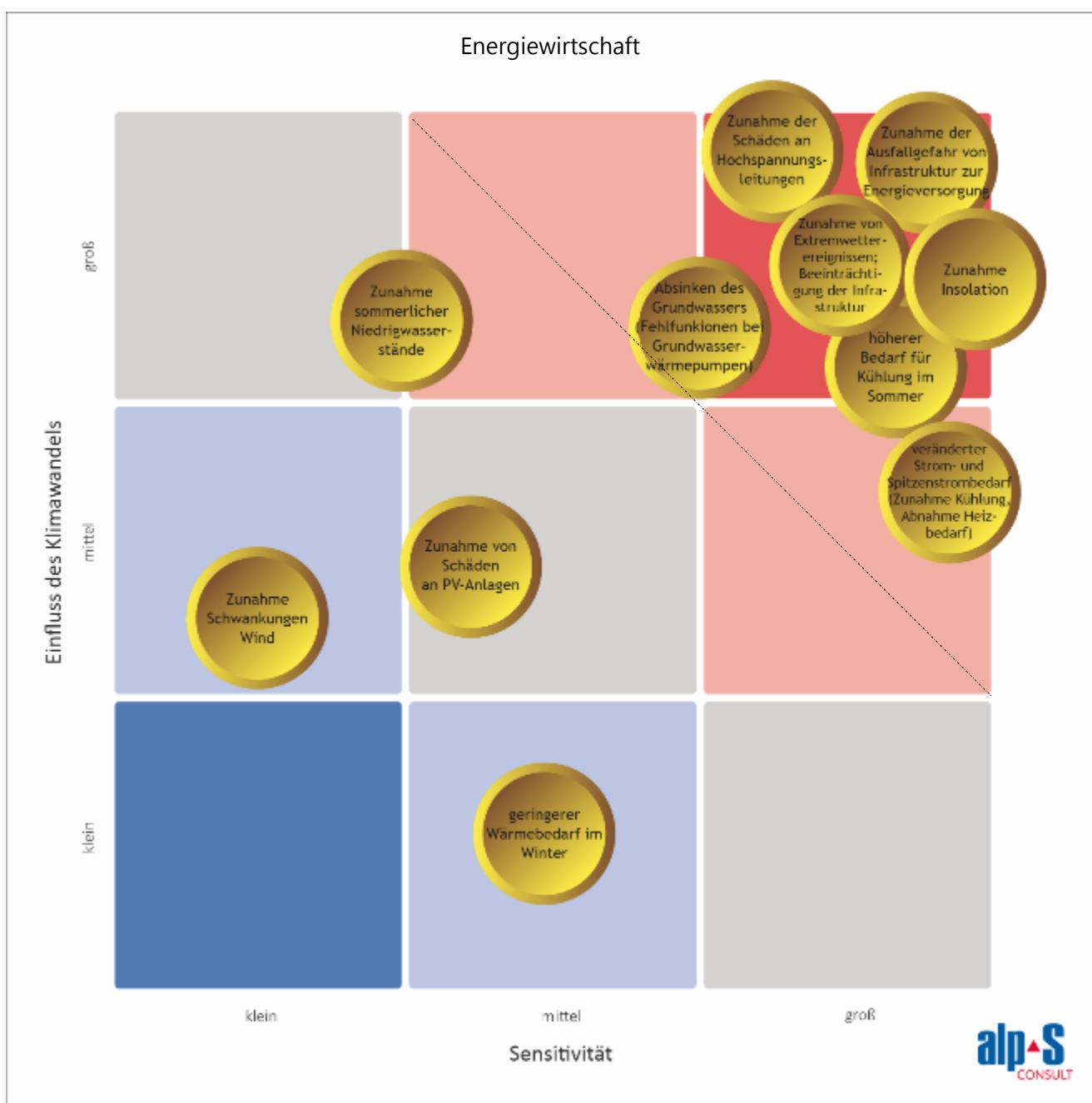


Abbildung 27: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Energiewirtschaft

Tabelle 19: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Energiewirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Veränderung des Strom- und Spitzenstrombedarfs (Zunahme Kühlung)	Groß	Mittel	durch steigende Temperaturen (Kühlung) und die Abnahme von Heizgradtagen kommt es zu Veränderungen des Strombedarfs
Zunahme der Folgen von Extremereignissen, Beeinträchtigung der Infrastruktur	Groß	Groß	aufgrund von Stürmen, Windwürfen, Schneebrech etc. kommt es zu Schäden und Ausfällen an und von Infrastruktur
Zunahme der Insolation	Groß	Groß	aufgrund des Klimawandels hat sich in den letzten Jahren die Bewölkungssituation so verändert, dass die jährliche Anzahl an Sonnenscheinstunden im Mittel steigt
absinken des Grundwassers (Fehlfunktion bei Grundwasserpumpen)	Groß	Mittel	längere und intensivere Trockenperioden führen zu einem Absenken des Grundwasserspiegels; Grundwasserwärmepumpen können so ihre Funktion nicht mehr erfüllen
Zunahme von Schäden an Hochspannungsleitungen	Groß	Groß	aufgrund von Stürmen, Windwürfen, Schneebrech etc.
Zunahme Ausfallgefahr von Infrastruktur zur Energieversorgung	Groß	Groß	aufgrund von Stürmen, Windwürfen, Schneebrech etc.
höherer Bedarf für Kühlung im Sommer	Groß	Groß	heißere Sommer erhöhen die Kühlgradtage
geringerer Wärmebedarf im Winter	Mittel	Klein	mildere Winter senken den Bedarf an Heizenergie
Zunahme sommerlicher Niedrigwasserstände	Mittel	Groß	längere und intensivere Trockenperioden führen zu einer Zunahme sommerlicher Niedrigwasserstände mit Auswirkungen auf die Stromerzeugung
Zunahme Schwankungen Wind	Klein	Mittel	Nennleistung der Windkraftanlagen wird durch die variierenden Windstärken beeinflusst; häufigere Abschaltung bei Stürmen
Zunahme von Schäden an PV-Anlagen	Mittel	Mittel	aufgrund von Stürmen, Windwürfen, Schneebrech etc.

--	--	--	--

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 20: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Energiewirtschaft

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Veränderung des Strom- und Spitzenstrombedarfs (Zunahme Kühlung)	mittel	mittel	mittel
Zunahme der Folgen von Extremereignissen, Beeinträchtigung der Infrastruktur	mittel	mittel	mittel
Zunahme der Insolation	mittel	mittel	klein
absinken des Grundwassers (Fehlfunktion bei Grundwasserpumpen)	hoch	mittel	mittel
Zunahme von Schäden an Hochspannungsleitungen	mittel	klein	-
Zunahme Ausfallgefahr von Infrastruktur zur Energieversorgung	mittel	klein	-
höherer Bedarf für Kühlung im Sommer	mittel	mittel	mittel

3.2.5. Gesundheit



Die menschliche Gesundheit wird auf vielfältige Art und Weise durch den Klimawandel beeinflusst: Bestehende Gesundheitsprobleme können durch sich ändernde Klima- und Umweltbedingungen verstärkt werden und neue Gesundheitsrisiken entstehen. Unterschieden werden kann dabei unter anderem in hitze- und UV-bedingte Erkrankungen, Atemwegserkrankungen, Allergien oder Virusinfektionen. Betroffen sind insbesondere vulnerable Bevölkerungsgruppen wie Säuglinge und Kleinkinder, Senioren und vorerkrankte Menschen. Zum Schutz der Gesundheit

müssen somit Anpassungsmaßnahmen getroffen werden, die von Frühwarnsystemen und Hitzevorsorge über den Schutz vor UV-Strahlung bis hin zur Reduzierung potentiell schädlicher Mikroorganismen reichen können [13, 32]. Im Landkreis München sind insbesondere die Zunahme von Luftschadstoffen und Hitzebelastung, die Zunahme der Sterblichkeit während Hitzewellen sowie die Veränderung der Pollensaison, -menge und -allergenität und auch die Veränderung der Arbeitsbedingungen und -sicherheit durch Hitze zentrale Herausforderungen.

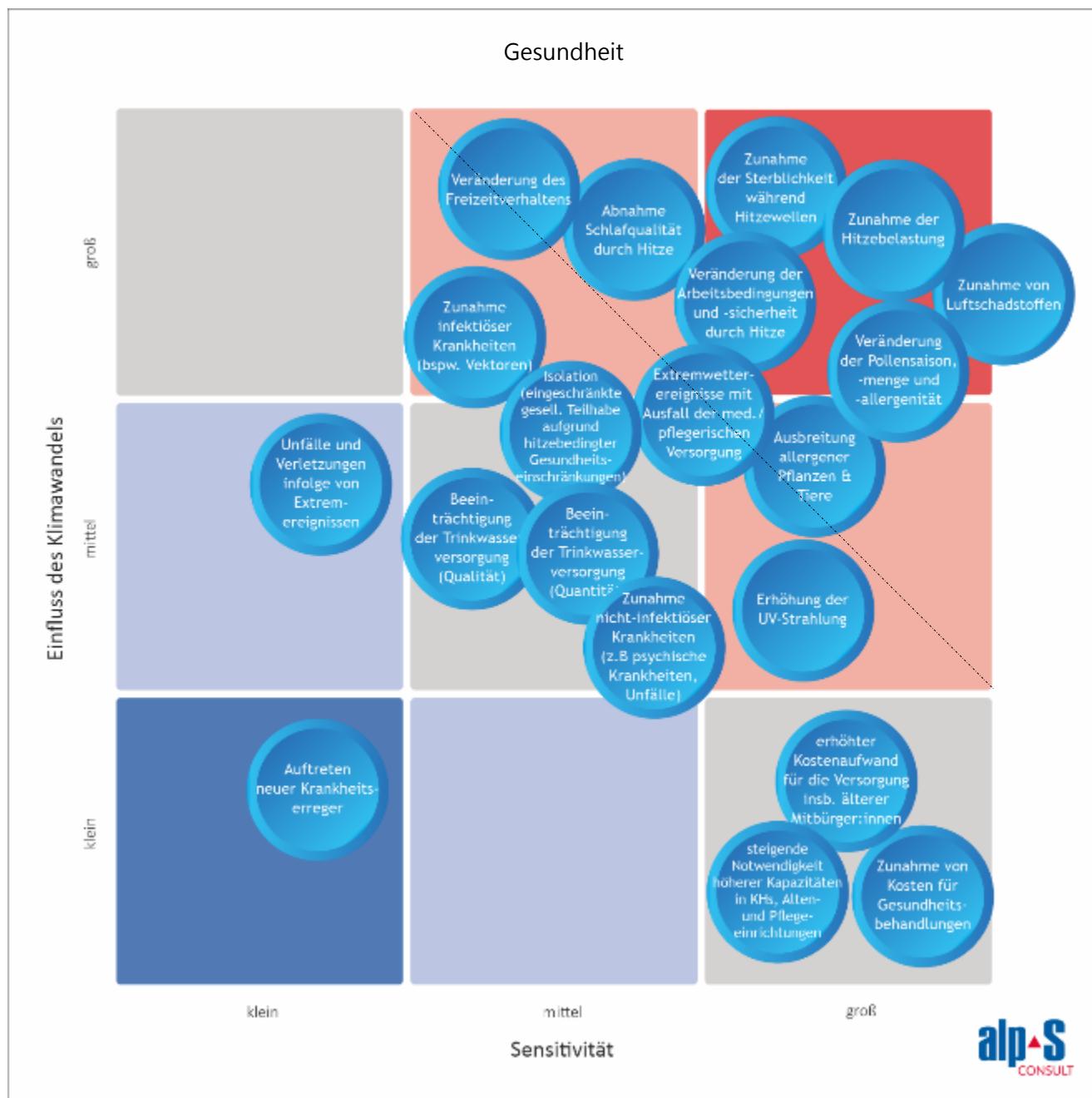


Abbildung 28: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Gesundheit

Tabelle 21: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Gesundheit. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Zunahme der Hitzebelastung	Groß	Groß	aufgrund häufigerer und intensiverer Hitzewellen kommt es zu einer vermehrten Belastung der menschlichen Gesundheit; die Auswirkungen sind vielgestaltig
Zunahme der Sterblichkeit während Hitzewellen	Groß	Groß	durch häufigere und intensivere Hitzewellen; vor allem bei Risikogruppen wie z. B. älteren Menschen, Menschen mit Vorerkrankungen
Veränderung des Freizeitverhaltens	Mittel	Groß	reduzierte sportliche Aktivität aufgrund von z. B. Hitze, hohen Ozonwerten
Veränderung der Arbeitsbedingungen und -sicherheit durch Hitze	Groß	Groß	Zunahme von Arbeitsunfähigkeitstagen durch häufigere und intensivere Hitzewellen v. a. in Sektoren mit Arbeit im Freien
Abnahme der Schlafqualität durch Hitze	Mittel	Groß	Zunahme der Anzahl an Tropennächten wirken sich nachteilig auf die Schlafqualität aus
Ausbreitung allergener Pflanzen & Tiere	Groß	Mittel	Verlängerung der Vegetationsperiode, Verbreitung neuer Pflanzen- und Tierarten
Zunahme von Luftschaadstoffen	Groß	Groß	Hochdruckwetterlagen können zu einer verstärkten Bildung von bodennahem Ozon führen; Auslöser für Lungen- und Bronchialerkrankungen
Veränderung der Pollensaison, -menge und -allergenität	Groß	Groß	Verlängerung der Vegetationsperiode, Verbreitung neuer Pflanzenarten
Extremwetterereignisse mit Ausfall der medizinischen oder pflegerischen Versorgung	Groß	Mittel	Schäden an Infrastruktur, Überlastung von Einrichtungen im Katastrophenfall (betrifft Personal und Infrastruktur)
Zunahme nicht-infektiöser Krankheiten (bspw. psychische Krankheiten, Unfälle, Herz-Kreislauferkrankungen)	Mittel	Mittel	wie z. B. Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, Erkrankungen der Nieren, Atemwege oder Stoffwechselstörungen durch intensivere und häufigere Hitzewellen; urbane Räume sind durch den Wärmeinseleffekt stärker betroffen
Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung in Bezug auf die Qualität	Mittel	Mittel	Insbesondere die Erreger <i>Campylobacter</i> und <i>Salmonella typhi</i> treten gehäuft bei höheren Temperaturen auf

Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung in Bezug auf die Quantität	Mittel	Mittel	absenken des Grundwasserspiegels aufgrund von Trockenperioden
Zunahme infektiöser Krankheiten (bspw. Vektoren)	Mittel	Groß	Veränderung der Ausbreitung relevanter Vektoren (der Vektor transportiert den Erreger vom Wirt auf einen anderen Organismus, ohne selbst zu erkranken) wie z. B. Asiatische Tigermücke durch die Verlängerung der Vegetationsperiode und höhere Temperaturen
Auftreten neuer Krankheitserreger	Klein	Klein	erhöhte Temperaturen können die Verbreitung von Erregern begünstigen, weil beispielsweise pathogene Algen, Bakterien und Mücken (als Überträger) in wärmeren Umgebungen besser gedeihen
Erhöhung der UV-Strahlung	Groß	Mittel	Zunahme des Hautkrebsrisikos u. a. durch den Rückgang der Bewölkung im Sommer und temporäre stratosphärische Ozonniedrigeignisse
Unfälle und Verletzungen infolge von Extremereignissen	Kein	Mittel	aufgrund von z. B. Hitze, Starkregen
Zunahme von Kosten für Gesundheitsbehandlungen	Groß	Klein	aufgrund demographischer Entwicklungen aber auch zunehmende Extremereignisse wie z. B. Hitzewellen
steigende Notwendigkeit höherer Kapazitäten in KHS und Alten- und Pflegeeinrichtungen	Groß	Klein	aufgrund demographischer Entwicklungen aber auch zunehmende Extremereignisse wie z. B. Hitzewellen
erhöhter Kostenaufwand für die Versorgung insb. älterer Mitbürgerinnen und Mitbürger	Groß	Klein	aufgrund demographischer Entwicklungen aber auch zunehmende Extremereignisse wie z. B. Hitzewellen
Isolation / eingeschränkte gesellschaftliche Teilhabe	Mittel	Mittel	aufgrund hitzebedingter Gesundheitseinschränkungen

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 22: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Gesundheit.

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Zunahme der Hitzebelastung	hoch	mittel	mittel
Zunahme der Sterblichkeit während Hitzewellen	mittel	mittel	mittel
Veränderung des Freizeitverhaltens	mittel	klein	-
Veränderung der Arbeitsbedingungen und -sicherheit durch Hitze	hoch	mittel	klein
Abnahme der Schlafqualität durch Hitze	mittel	klein	-
Ausbreitung allergener Pflanzen & Tiere	mittel	mittel	mittel
Zunahme von Luftschadstoffen	mittel	mittel	mittel
Veränderung der Pollensaison, -menge und -allergenität	mittel	mittel	klein
Extremwetterereignisse mit Ausfall der medizinischen oder pflegerischen Versorgung	hoch	mittel	mittel

3.2.6. Wirtschaft



Auch auf die Wirtschaft wird der Klimawandel Auswirkungen haben: Industrie und Gewerbe werden sich mit unternehmerischen Strategien zur Anpassung an den Klimawandel auseinander setzen müssen, um beispielsweise auf veränderte Versorgungssicherheiten von Ressourcen wie Wasser und Energie reagieren zu können. Die Produktion ist abhängig von einer funktionierenden Verkehrsinfrastruktur und kann durch

Extremwetterereignisse negativ beeinflusst werden. Beispiele sind Produktionsverluste oder -ausfälle, Engpässe in der Kühlwasserversorgung oder erhöhte Anforderungen bezüglich Produktion, Lagerung und Transport von Lebensmitteln sowie veränderte Kühlbedarfe von Arbeitsstätten. Anpassungsoptionen umfassen bspw. ein nachhaltiges Risikomanagement, Risikoanalysen, oder regulatorische Marktveränderungen seitens des Staates [4, 31].

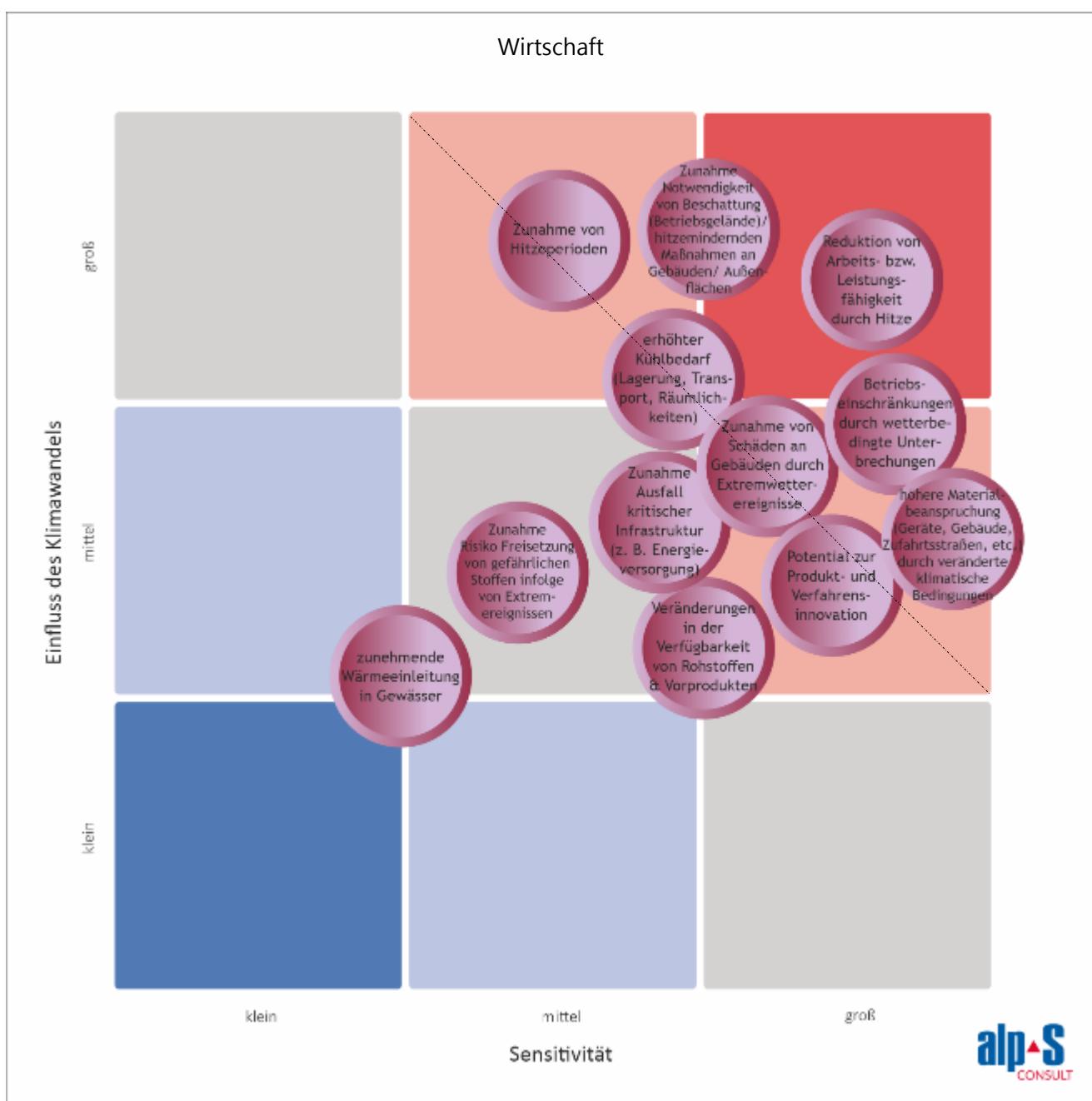


Abbildung 29: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Wirtschaft

Tabelle 23: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Wirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Reduktion von Arbeits- und Leistungsfähigkeit durch Hitze	Groß	Groß	zunehmende Hitzeperioden reduzieren die Leistungsfähigkeit der Arbeitskräfte und können zur Zunahme von Arbeitsunfähigkeitstagen führen; Maßnahmen zum Schutz der Angestellten werden notwendig
Betriebseinschränkungen durch wetterbedingte Unterbrechungen	Groß	Mittel	aufgrund einer Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkniederschläge, Stürme, Hitze oder Gewitter
höhere Materialbeanspruchung (Geräte, Gebäude, Zufahrtsstraßen, etc.) durch veränderte klimatische Bedingungen	Groß	Mittel	aufgrund einer Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkniederschläge, Stürme, Hitze oder Gewitter
Zunahme der Notwendigkeit von Beschattung (Betriebsgelände) / hitzemindernden Maßnahmen an Gebäuden und Außenflächen	Mittel	Groß	Intensivierung und Häufung von Hitzeperioden führen zu einer thermischen Belastung in Betriebsgebäuden bzw. auf dem Betriebsgelände
Zunahme von Hitzeperioden	Mittel	Groß	Anstieg der Temperaturen und häufiger auftretende Trockenperioden
Erhöhter Kühlbedarf (Lagerung, Transport, Räumlichkeiten)	Mittel	Groß	insbesondere bei verderblichen Lebensmitteln und Prozessen unter niedrigen Temperaturen wird der Bedarf an Kühlung zusammen mit den heißen Tagen steigen
Zunahme von Schäden an Gebäuden durch Extremwetterereignisse	Groß	Mittel	aufgrund einer Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkniederschläge, Stürme, Hitze oder Gewitter
Potential zur Produkt- und Verfahrensinnovation	Groß	Mittel	in den Bereichen Umwelttechnik und Bauwirtschaft werden Innovationen u. a. für die Gebäudedämmung und Klimatechnik erwartet
Zunahme Ausfall kritischer Infrastruktur (z. B. Energieversorgung)	Mittel	Mittel	aufgrund einer Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkniederschläge, Stürme, Hitze oder Gewitter
Veränderung in der Verfügbarkeit von Rohstoffen & Vorprodukten	Mittel	Mittel	Extremwetterbedingt kann es vermehrt zu logistischen Engpässen kommen

Zunahme Risiko Freisetzung von gefährlichen Stoffen infolge von Extremereignissen	Mittel	Mittel	z. B. durch Starkregenereignisse ausgelöste Überschwemmungen auf dem Betriebsgelände und Beschädigung von Anlagen, Lagerräumen etc.
Zunehmende Wärmeeinleitung in Gewässer	Klein	Mittel	bei vermehrter Kühlwassereinleitung werden Gewässer erwärmt

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit klein wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 24: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Wirtschaft

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Reduktion von Arbeits- und Leistungsfähigkeit durch Hitze	hoch	klein	-
Betriebseinschränkungen durch wetterbedingte Unterbrechungen	mittel	klein	-
höhere Materialbeanspruchung (Geräte, Gebäude, Zufahrtsstraßen, etc.) durch veränderte klimatische Bedingungen	mittel	klein	-

3.2.7. Sicherheit und Katastrophenschutz



Das deutsche Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe definiert eine Katastrophe als ein Ereignis, bei dem „Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen oder die natürlichen Lebensgrundlagen oder bedeutende Sachwerte in so ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden, dass die Gefahr nur abgewehrt oder die Störung nur unterbunden und beseitigt werden kann, wenn die im Katastrophenschutz mitwirkenden Behörden, Organisationen und Einrichtungen unter einheitlicher Führung

und Leitung durch die Katastrophenschutzbehörde zur Gefahrenabwehr tätig werden“ [29]. Dabei stellt der Klimawandel die Einsatzkräfte vor neue Herausforderungen, beispielsweise durch die zu erwartende steigende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen. Um negative Folgen von Katastropheneignissen zu vermeiden oder zu mindern, ist daher eine Kombination aus effizientem Monitoring von Extremwetterereignissen, einer Überarbeitung interner Strukturen und Abläufe bei Organisationen des

Bevölkerungsschutzes und der Weiterentwicklung von Systemen im Hinblick auf Unwetterwarnungen und Waldbrandfrüherkennung, aber auch Ausbildungsprogrammen notwendig. Fächerübergreifende Kommunikation und Kooperation zwischen verschiedenen Akteuren des Krisenmanagements und der Katastrophenvorsorge können dazu beitragen, die Anpassung an die veränderten Anforderungen in diesem

Handlungsfeld voranzutreiben [7, 21, 28]. Die Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse zeigen ein Bild großer Betroffenheit durch einige Klimafolgen, darunter die Zunahme der Auswirkungen auf Strukturen des Landratsamtes, der Kreisverwaltungsbehörden und Gemeinden oder auch die stark abnehmende Resilienz der Bevölkerung.

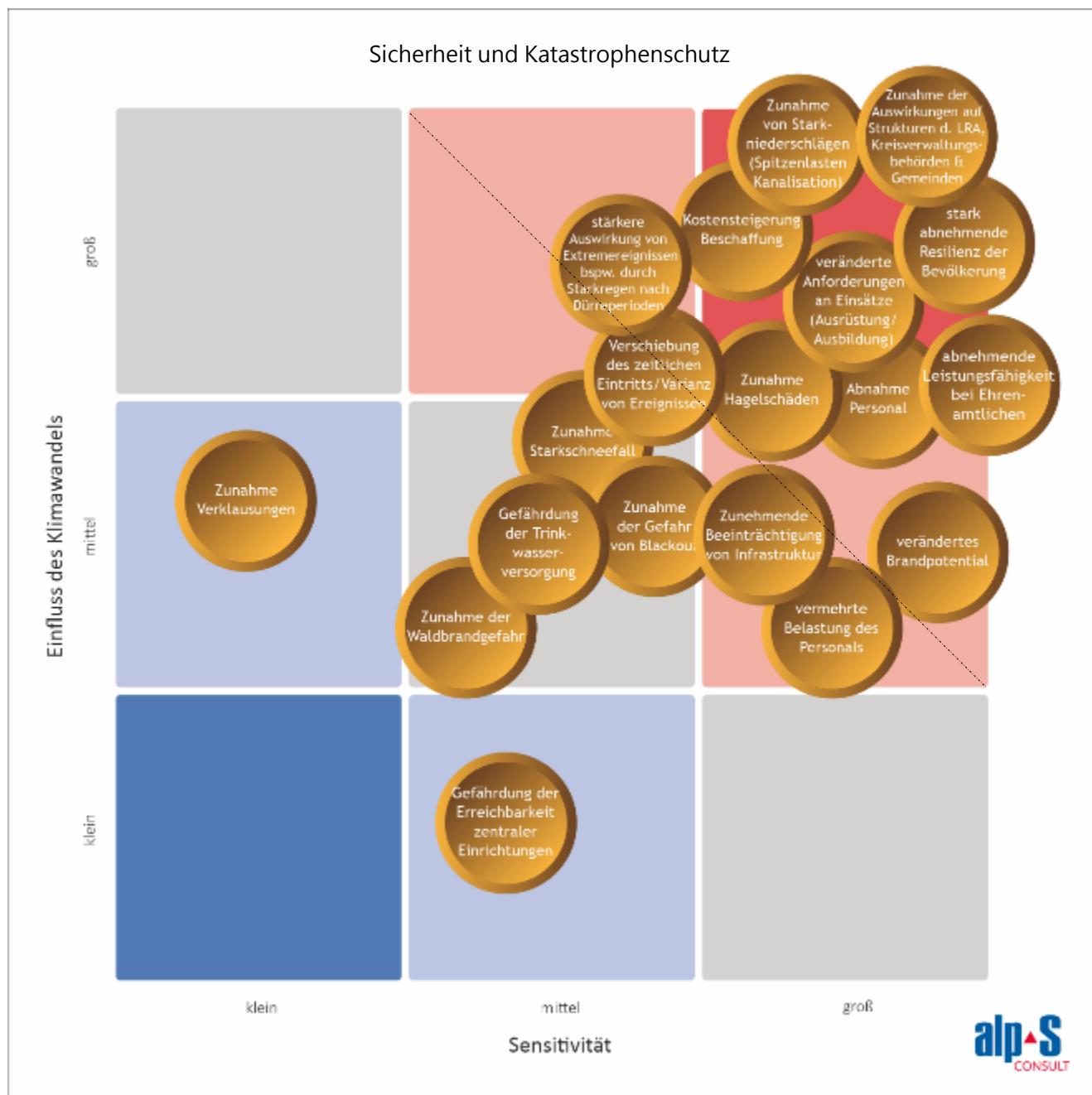


Abbildung 30: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Sicherheit und Katastrophenschutz

Tabelle 25: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Sicherheit und Katastrophenschutz. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.

Klimafolge	Sensitivität	Einfluss des Klimawandels	Erläuterung
Zunahme Starkniederschläge	Groß	Groß	vermehrte und stärkere Niederschlagsereignisse erhöhen die Gefahr der Überlastung von Kanalisation und Retentionsräumen; Erhöhung der Hochwassergefahr
verändertes Brandpotential	Groß	Mittel	Austrocknung von Böden aufgrund von häufigeren Trockenperioden
Zunahme der Auswirkungen auf Strukturen des Landratsamtes, der Kreisverwaltungsbehörden und der Gemeinden	Groß	Groß	ein verändertes Einsatzgeschehen zieht veränderte strukturelle und organisatorische Rahmenbedingungen nach sich; dies trifft sowohl den Landkreis als auch die Kommunen
stärkere Auswirkung von Extremereignissen	Mittel	Groß	z. B. durch Starkregenereignisse nach Dürreperioden
veränderte Anforderungen an Einsätze (Ausrüstung/Ausbildung)	Groß	Groß	als Folge der Zunahme von Extremwetterereignissen (z. B. Hitzewellen)
Abnahme Personal	Groß	Groß	nur indirekt eine Klimafolge – in erster Linie eine Folge des demographischen Wandels
Kostensteigerung Beschaffung	Groß	Groß	nur indirekt mit dem Klimawandel in Verbindung zu bringen; erschwert eine Reaktion auf zunehmende Extremwetterereignisse
abnehmende Leistungsfähigkeit bei Ehrenamtlichen	Groß	Groß	nur indirekt eine Klimafolgen – in erster Linie eine Folge des demographischen Wandels (weniger Ehrenamtliche) und der gesellschaftlichen Entwicklung
stark abnehmende Resilienz der Bevölkerung	Groß	Groß	nur indirekt eine Klimafolgen – in erster Linie eine Folge der gesellschaftlichen Entwicklung
Zunahme Hagelschäden	Groß	Groß	durch die Erwärmung kann die Atmosphäre mehr Feuchtigkeit aufnehmen; sie hat demnach mehr Energie für die Entstehung von Hagelstürmen
Zunahme Waldbrandgefahr	Mittel	Mittel	aufgrund längerer und intensiverer Trockenperioden
Gefährdung der Trinkwasserversorgung	Mittel	Mittel	Absenkung des Grundwasserspiegels aufgrund von häufigeren Trockenperioden

Zunahme Gefahr von Blackout	Mittel	Mittel	Zunahme des Anteils an erneuerbaren Energieträgern und Extremwetterereignisse; Risikokaskaden
zunehmende Beeinträchtigung von Infrastruktur	Groß	Mittel	aufgrund einer Zunahme von Extremwetterereignissen werden Infrastrukturen wie z. B. Straßen, Gebäude vermehrt geschädigt
Gefährdung der Erreichbarkeit zentraler Einrichtungen	Mittel	Klein	durch Auswirkungen von Extremwetterereignissen und damit einhergehenden Schwierigkeiten für die Einsatzkräfte, Zielorte zu erreichen; Beeinträchtigung der Zugänglichkeit
vermehrte Belastung des Personals	Groß	Mittel	durch die Zunahme von Extremwetterereignissen
Zunahme Starkschneefall	Mittel	Mittel	mildere Winter führen zu nasseren Wintern; Niederschlagsmengen erhöhen sich durch die Erderwärmung im Herbst und Winter; mit jedem Grad Erwärmung kann die Luft sieben Prozent mehr Wasserdampf aufnehmen; im Herbst oder Winter entlädt sich die Feuchtigkeit – je nach Temperatur – als Starkregen oder Starkschneefall
Zunahme Verklausung	Klein	Mittel	aufgrund von Starkregenereignissen und Stürme wird vermehrt Treibgut bzw. Totholz durch Flüsse mitgeführt was wiederum zu Verklausung führt

Bei einer Bewertung des Kriteriums Handlungskompetenz mit *klein* wird auf eine

Einschätzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen verzichtet.

Tabelle 26: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für das Handlungsfeld Sicherheit und Katastrophenschutz

Prioritäre Klimafolgen	zeitl. Dringlichkeit	Anpassungskapazität	
		Handlungskompetenz	Ressourcen
Zunahme Starkniederschläge	hoch	mittel	mittel
verändertes Brandpotential	klein	mittel	mittel
Zunahme der Auswirkungen auf Strukturen des Landratsamtes, der Kreisverwaltungsbehörden und der Gemeinden	mittel	mittel	klein
stärkere Auswirkung von Extremereignissen	hoch	mittel	mittel
veränderte Anforderungen an Einsätze (Ausrüstung/Ausbildung)	mittel	mittel	mittel
Abnahme Personal	hoch	klein	-
Kostensteigerung Beschaffung	hoch	hoch	mittel
abnehmende Leistungsfähigkeit bei Ehrenamtlichen	hoch	klein	-
stark abnehmende Resilienz der Bevölkerung	hoch	hoch	mittel
Zunahme Hagelschäden	mittel	mittel	mittel

3.2.8. Tourismus und Naherholung



Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Tourismus und die Naherholung betreffen sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite: Viele touristische Aktivitäten finden im Freien statt und sind damit wetter- und langfristig klimabhängig. Darüber hinaus beeinflusst der Klimawandel auch die Naherholungsgebiete, die für viele Menschen als Rückzugsorte dienen. Steigende Temperaturen, häufigere Extremwetterereignisse und Veränderungen in der Vegetation können das Erholungserlebnis beeinträchtigen.

Gleichzeitig gewinnen grüne Oasen in städtischen Gebieten an Bedeutung, da sie nicht nur als Erholungsorte, sondern auch als wichtige Klimapuffer fungieren. Um die Naherholung auch in Zukunft zu sichern, sind nachhaltige Konzepte und eine Anpassung an die veränderten klimatischen Bedingungen erforderlich.

Auf eine detaillierte Bewertung der Klimafolgen im Rahmen der Betroffenheitsanalyse wird aufgrund der geringen Relevanz im Landkreis seitens der Fachexperten/Fachexpertinnen verzichtet.

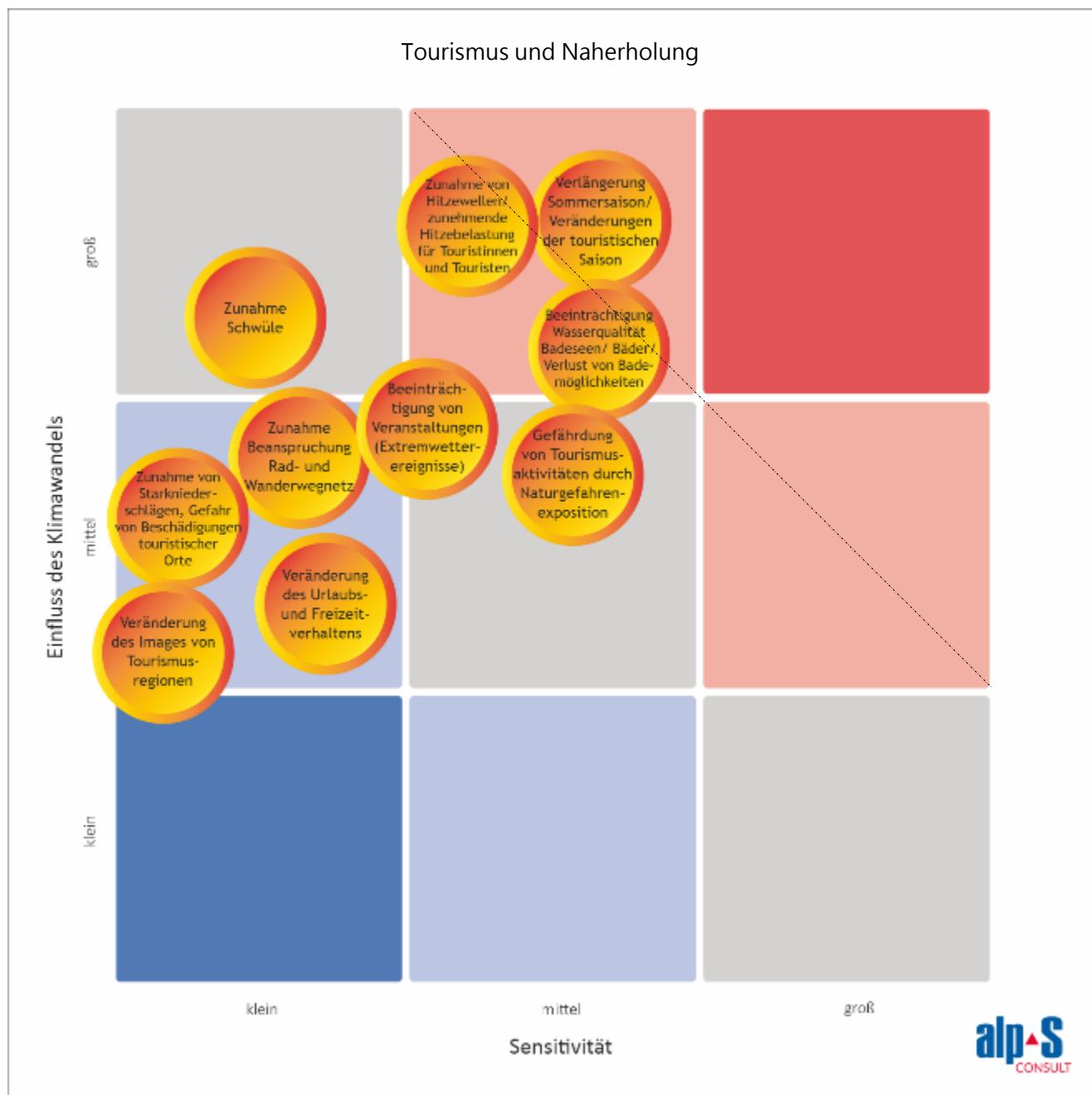


Abbildung 31: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Tourismus und Naherholung

Betroffenheiten der Kommunencluster

Für jedes Cluster wurden die Betroffenheiten in separaten Workshops analysiert und mit den Fachexperten diskutiert. Die Ergebnisse befinden sich in den Cluster-Berichten.

3.3. Hotspotanalyse auf Landkreisebene

Die Hotspotanalyse dient der Identifikation besonders hitzegefährdeter Bereiche (sogenannter Hotspots) anhand definierter Kriterien. In diesen Zonen sollten Maßnahmen zur Hitzeminderung vorrangig umgesetzt werden.

Zur Ermittlung der Hotspots wird zunächst die klimatische Situation im gesamten Kreisgebiet analysiert. So lässt sich erkennen, wie stark sich die Wärmebelastung räumlich differenziert ausprägt. Als Datengrundlage dienen die Klimaanalysekarten des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU), die Szenarien für die Bestandssituation sowie für schwachen und starken Klimawandel abbilden (siehe Kapitel 3.3.2).

Ergänzend erfolgen Zoom-Ins auf zwölf Kommunen des Landkreises (siehe Clusterberichte). Dabei werden kleinräumige Hotspots identifiziert –

unter besonderer Berücksichtigung von Standorten sozialer Einrichtungen und öffentlicher Aufenthaltsbereiche. Die Datengrundlage bildet die Planungshinweiskarte des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU), das zentrale Produkt der landesweiten Klimaanalyse. Als Hotspots gelten in den ausgewählten Kommunen soziale Einrichtungen oder öffentliche Plätze, die in Bereichen liegen, die bereits heute oder in der Zukunft (unter der Annahme eines schwachen oder starken Klimawandels) eine ungünstige humanbioklimatische Situation aufweisen (Belastungsstufen 3 bis 5). Die identifizierten Hotspots bieten eine Argumentationsgrundlage für die Priorisierung von Anpassungsmaßnahmen. Für diese Bereiche wird eine vertiefende mikroklimatische Detailanalyse empfohlen.

3.3.1. Voranalyse und Auswahl der betrachteten Kommunen

Im Rahmen der Hotspotanalyse wurde ein methodisch fundierter Ansatz entwickelt, der die Integration klimatischer und sozioökonomischer Daten sowie die Anwendung statistischer Verfahren umfasst. Zunächst erfolgte die Auswahl repräsentativer Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für die untersuchten Gemeinden. Dabei wurden Kriterien wie räumliche Nähe, vergleichbare topografische Gegebenheiten und die Verfügbarkeit langjähriger Datensätze berücksichtigt. Die Analyse der durchschnittlichen Hitzetage wurde für die Referenzperiode 1971–2000 (für Ebersberg-Halbing 1981–2010) sowie die aktuelle Klimanormalperiode 1991–2020 durchgeführt.

Auf dieser Basis wurden zukünftige Hitzetage mithilfe von Projektionen des Bayerischen Klimainformationssystems (BayKIS) unter den Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 abgeleitet. Dabei

erfolgte die Aggregation der Prognoseredaten je nach Standorttyp unterschiedlich: Für urbane Gebiete wie München-Stadt wurden Maximalwerte, für ländlichere Stationen wie Attenkam Medianwerte herangezogen, um Effekte wie die städtische Wärmeinsel adäquat abzubilden. Die Einteilung der Hitzetage in Klassen wurde mit dem Jenks Natural Breaks Algorithmus vorgenommen, der durch die Minimierung der innerklassigen Varianz eine optimale Gruppierung gewährleistet. Diese Klassifikation wurde anschließend durch Abgleich mit Mortalitätsraten vergangener Extremhitzeereignisse in Europa validiert und gegebenenfalls angepasst.

Parallel dazu wurden sozioökonomische Daten aus dem Sozialbericht Bayern analysiert, um die Anteile besonders vulnerabler Bevölkerungsgruppen (Personen über 65 Jahre, Kinder unter sechs Jahren und Menschen mit Behinderung) für

jede Gemeinde mit einzubeziehen. Für Prognosen bis 2039 wurden zukünftige Sensitivitätswerte für Ü65 und U6 berechnet, wobei Menschen mit Behinderung ausgenommen wurden. Auch hier fand der Jenks Natural Breaks Algorithmus Anwendung, um die Sensitivitätsklassen in vier Kategorien zu strukturieren.

Im abschließenden Schritt wurden die Hitzetage- und Sensitivitätsklassen in einer bivariaten Matrix kombiniert. Diese Verschränkung erlaubte eine differenzierte Risikobewertung für jede Gemeinde, die in die Kategorien „niedrig“, „mittel“,

„hoch“ und „sehr hoch“ unterteilt wurde. Durch die Kombination historischer und projizierter Klimadaten mit sozioökonomischen Indikatoren sowie die Anwendung etablierter statistischer Klassifikationsverfahren wie Jenks & Caspall konnte eine methodisch fundierte Analyse gewährleistet werden. Diese ermöglicht die Identifikation von Hotspots und liefert eine gute Grundlage zur Priorisierung zukünftiger Klimaanpassungsmaßnahmen.

Hotspot-Analyse auf kommunaler Ebene

Auf Basis der landkreisweiten Analysen wurden folgende Kommunen als besonders betroffen identifiziert, da hier sowohl vulnerable Gruppen in größerer Zahl vertreten sind als auch die Klimaveränderungen mit einem hohen bis sehr hohen Risiko bewertet wurden. Für diese Kommunen wurden auf Basis von Daten des Bayrisches Landesamtes für Umwelt zur bioklimatischen Belastungssituation [14] in Kombination mit Daten zu sozialen Einrichtungen Hotspot-Karten erstellt. Diese dienen als erster Anhaltspunkt zur Identifikation von lokalen Hotspots und sollen von den Kommunen geprüft und im Bedarfsfall mit Maßnahmen versehen werden. Die Detailauswertungen sind in den Cluster-Berichten zu finden.

Als besonders betroffen wurden die folgenden 12 Kommunen identifiziert:

Haar	Neubiberg
Unterschleißheim	Oberschleißheim
Unterhaching	Neuried
Garching	Kirchheim
Ottobrunn	Planegg
Ismaning	Feldkirchen

Hinweis zum Detaillierungsgrad: die Darstellungen sind Annäherungen und liefern eine erste Einordnung für die Risikobewertung der Hitzebelastung in den Kommunen. Die Bewertung stellt einen Mittelwert für das gesamte Gebiet der jeweiligen Kommune dar. Somit werden unterschiedliche Einstufungen an den Kommunengrenzen besonders deutlich. In der Realität sind die Übergänge zwischen den Belastungsstufen fließend.

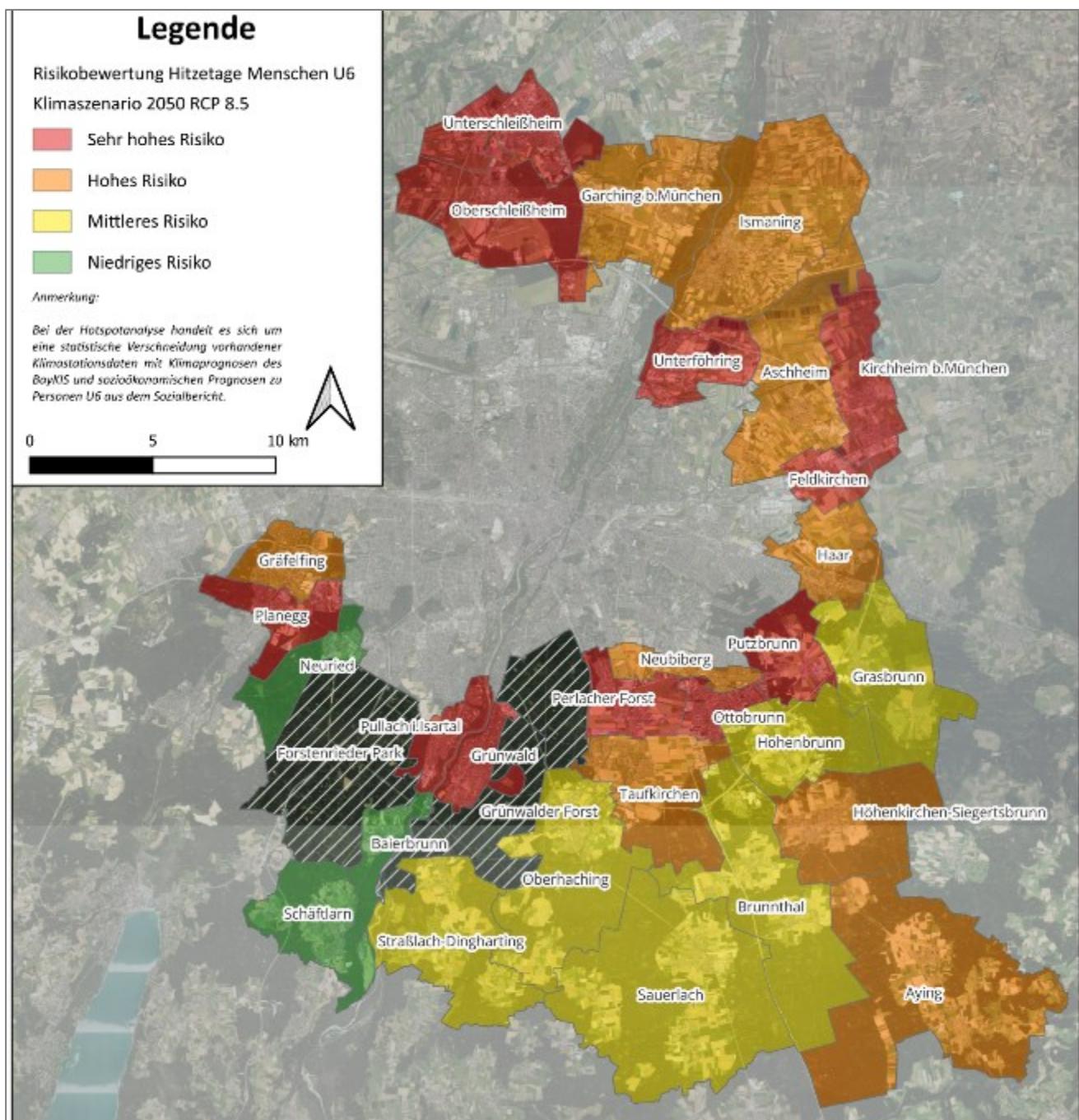


Abbildung 32: Risikobewertung U6 Klimaszenario 2050 RCP 8.5

Die Analyse integriert klimatologische Daten zu Hitzetagen und die sozioökonomische Verteilung von Kindern unter sechs Jahren.

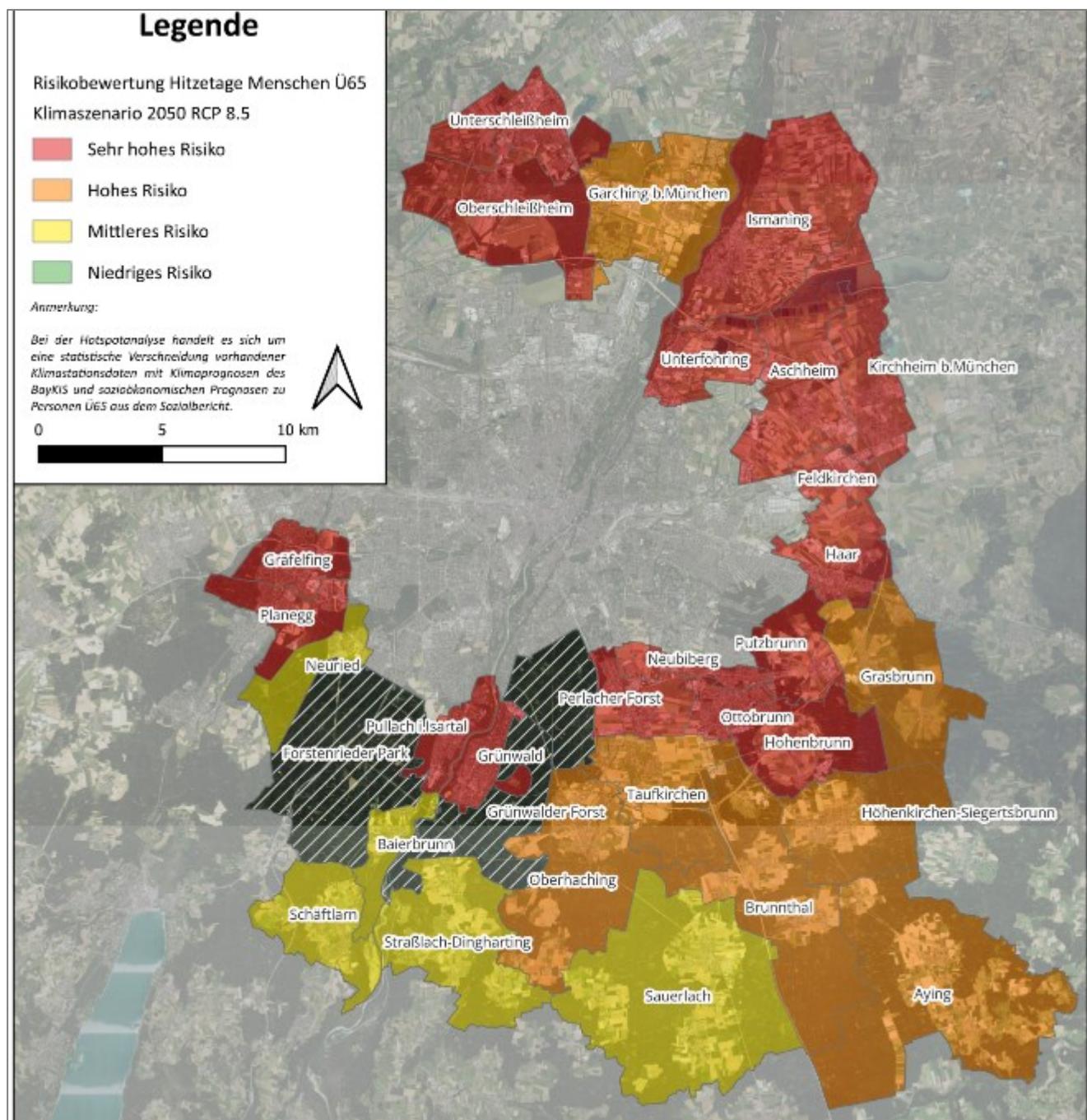


Abbildung 33: Risikobewertung Ü65 Klimaszenario 2050 RCP 8.5

Die räumliche Risikoanalyse kombiniert klimatologische Daten der Hitzetage mit

sozioökonomischen Daten zur Bevölkerungsstruktur (Anteil der über 65-Jährigen).

3.3.2. Klimaanalysekarten für den Landkreis München

In den Klimaanalysekarten werden die Wärmebelastung, die Kaltluftvolumenstromdichte und das Kaltluftprozessgeschehen hinsichtlich Kaltluftentstehung sowie Kaltluftfluss synthetisiert und präzisiert. Für den Landkreis München zeigt sich, dass bereits heute einige Siedlungsbereiche eine

Hintergrundinformation zur Klimaanalyse

Im Jahr 2022 wurde für den Freistaat Bayern die Schutzkarte Klima/Luft veröffentlicht. Ziel ist die Schaffung einer landesweit einheitlichen Grundlage für die Landschaftsrahmenplanung. Das betrachtete Schutzgut stellt die menschliche Gesundheit im Kontext der Themenkomplexe Thermischer Komfort und Kaltlufthaushalt (inkl. Luftqualität) unter Berücksichtigung des zukünftig zu erwartenden Klimawandels dar. Dafür wird eine flächendeckende Klimaanalyse auf Basis des etablierten Stadt-/Regionalklimamodells FIT-NAH-3D erarbeitet. Insgesamt werden drei gesamträumliche Modellierungen für die Bestands situation (Referenzzeitraum 1986-2015) sowie für zwei Klimawandel-Szenarien für die nahe Zukunft (2021-2050, Zieljahr 2035) durchgeführt (Klimaanalysekarten). Das Szenario „schwacher Klimawandel“ entspricht dem Ensembleminimum des RCP4.5 und das Szenario „starker Klimawandel“ dem Ensemblemaximum des RCP8.5. Eine zusammenfassende Planungshinweiskarte stellt das zentrale Produkt des Projektes dar. [30].

Für die Analyse der klimatischen Situation im Landkreis München werden die drei Klimaanalysekarten herangezogen. Die unterschiedlichen Analyseparameter werden nachfolgend kurz erläutert.

ungünstige thermische Situation aufweisen. Das ist hauptsächlich auf das hohe Potenzial zur Überwärmung während der Tagesstunden zurückzuführen. Durch die vielen Freiflächen in der Umgebung, können diese Bereiche jedoch in den Nachtstunden wieder gut abkühlen.

- ▶ Die **Kaltluftproduktion** in Ausgleichsräumen wie Parks und Wiesen spielt eine entscheidende Rolle für die Lebensqualität, beispielsweise auch für einen gesunden Schlaf, in dicht besiedelten Gebieten. Die Kaltluftproduktion wird beeinflusst von der Landnutzung und der Topographie. Eine positive Wirkung ist besonders dann ausgeprägt, wenn die kalte Luft ungehindert zirkulieren kann und eine ausreichende Intensität aufweist. Als Kaltluftproduktionsflächen werden Flächen definiert, die eine Größe von mindesten neun Hektar (ha) und eine überdurchschnittliche Kaltluftproduktion ($n > 16,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$) aufweisen.
- ▶ Neben der Kaltluftproduktion ist es wichtig, auch den sogenannten **Kaltluftvolumenstrom** zu berücksichtigen. Dieser Parameter beschreibt die Menge an kalter Luft, die in einem bestimmten Bereich zirkuliert. Die Werte für diesen Luftstrom können zwischen fast null und 223 m^3 pro Sekunde und Quadratmeter liegen. Die Verteilung dieser Werte hängt hauptsächlich von der Landschaft ab. In flachen Gebieten wird sie zusätzlich durch lokale Winde beeinflusst, die durch Wärmeinseln entstehen (z. B. in Städten). Die höchsten Werte für den Kaltluftstrom im landesweiten Vergleich finden sich in Regionen mit Tälern und Hängen, wie im Allgäu, Oberland, Main-Rhön und Donau-Wald. In diesen Regionen

ist die Bewegung der kalten Luft durchschnittlich rund doppelt so ausgeprägt wie in den flacheren oder hügeligen Gebieten, wie beispielsweise München, Landshut, Nürnberg oder Westmittelfranken.

- ▶ Zur Bewertung des **Schlafkomforts** wird die Temperatur um 4:00 Uhr morgens erfasst, da dies der kühlsste Zeitpunkt des Tages ist. Die Temperaturen reichen von etwa 4 °C in den Alpen bis zu 21 °C in dicht besiedelten Gebieten. Für den menschlichen Körper besonders belastend sind die Tropennächte, in denen die Nachttemperatur nicht unter 20 °C sinkt. In einem Szenario mit schwachem Klimawandel könnten sich diese Nächte bereits verdoppeln, und bei starkem Klimawandel sogar vierfachen.

Analyseergebnisse für den Landkreis München

Im Landkreis München zeichnet sich in der Bevölkerungsstandkarte ein merklicher Unterschied in Richtung der südlich gelegenen Kommunen hinsichtlich der Charakteristik der Kaltluftvolumenstromdichte ab. Nördliche Kommunen, wie beispielsweise Unterschleißheim, Garching b. München, Ismaning und Unterföhring, sind geprägt durch eine niedrigere Volumenstromdichte und höhere bodennahe Lufttemperaturen von bis zu 20°C. Zum einen kann dies der vorhandenen Bebauungsstruktur geschuldet sein, da sie den Kaltluftfluss behindern und somit die Stabilität der Kaltluftvolumenstromdichte verändern kann. Zum anderen liegen diese Gebiete im oberbayerischen Flachland, das die Entstehung von hohen

Zusätzlich zu den unterschiedlichen Faktoren, die den thermischen Komfort beeinflussen, ist der **Kaltlufthaushalt** ein weiteres zentrales Element der Analyse. Die Ergebnisse der Kaltluftmessungen zeigen nur geringe Unterschiede zwischen der aktuellen Situation und den beiden Szenarien des Klimawandels. Das liegt daran, dass Kaltluft nicht nur durch ihre absolute Temperatur definiert wird, sondern vor allem durch die Temperaturunterschiede zur Umgebung. Wie bereits erwähnt, bleiben diese Unterschiede auch bei fortwährendem Klimawandel bestehen, weshalb die Kaltluftwerte nicht auf sich erwärmende Luft reagieren können. Es ist jedoch klar, dass wärmere Kaltluft weniger angenehm für den Komfort im Sommer ist. Momentan gibt es aber noch keinen Wert, der diese Tatsache richtig berücksichtigt [31].

(nächtlichen) Temperaturen begünstigen kann. Im Landkreis sorgen zugleich mehrere Kaltluftproduktionsflächen für eine Durchmischung der Luft. Die Kaltluft bewegt sich hauptsächlich in nordöstlicher Richtung und folgt dabei einem Verlauf, der dem der Kaltluftleitbahnen und der Kaltluftaustauschbereiche ähnelt.

Wird im Landkreis von einem schwachen Klimawandel¹ ausgegangen, verändern sich die oben genannten Faktoren kaum bis gar nicht (s. Abbildung 35). Während die Kaltluftproduktionsflächen, -leitbahnen und -austauschbereiche weitgehend unverändert bleiben, ist mit einer Zunahme des Luftflusses zu rechnen, wobei es in einigen Bereichen zu einer Veränderung der

¹ Das Szenario „schwacher Klimawandel“ entspricht dem Ensembleminimum des RCP 4.5 und ist ein mittleres Emissionsszenario, welches eine Temperaturerhöhung von +0,8 °C prognostiziert [31]

Fließrichtung kommen kann. Die Kaltluftvolumenstromdichte zeigt im Vergleich zum heutigen Stand keine nennenswerten Unterschiede. Allerdings wird erwartet, dass die bodennahe Lufttemperatur, insbesondere in urbanen Gebieten, leicht ansteigt. Besonders in den südlichen Gemeinden kann eine spürbare Erwärmung der Luft stattfinden.

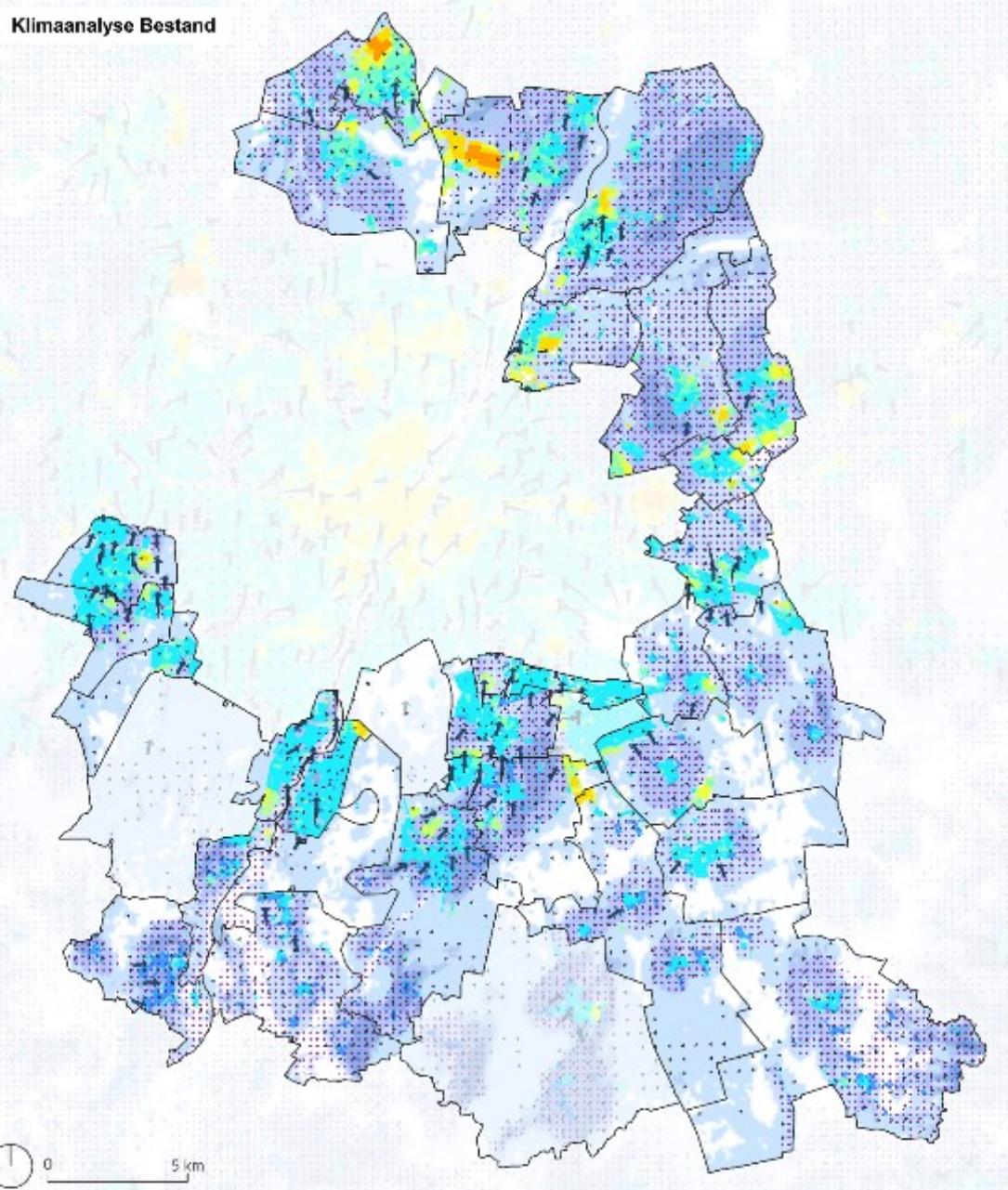
Wenn signifikante Veränderungen im Klima erkennbar werden, wird von einem starken Klimawandel² ausgegangen. In diesem Zusammenhang gestaltet sich die klimatische Situation im Landkreis wie in Abbildung 36 dargestellt. In Teilen der nördlichen Gemeinden entstehen voraussichtlich höhere Nachttemperaturen, die in der Sommerzeit bei bis zu 23°C (gemessen um 4 Uhr morgens) liegen können. Davon betroffen könnten insbesondere die Städte Unterschleißheim und Garching b. München sein. Hohe Nachttemperaturen von bis zu 22°C können in den nördlichen Gemeinden Ismaning, Unterföhring, Aschheim und Kirchheim b. München aber auch in den südlichen Gemeinden Gräfelfing, Grünwald, Taufkirchen und Brunnthal vorkommen. Somit beziehen sich die prognostizierten Veränderungen in den einzelnen Szenarien im Landkreis München schwerpunktmäßig auf die Veränderung der bodennahen Temperaturen.

In naher Zukunft ist mit einem Anstieg von heißen Tagen und Tropennächten zu rechnen, was im Zuge des Klimawandels zur Zunahme von Nächten mit hohen bodennahen Temperaturen führen wird. Dies könnte zur Folge haben, dass Siedlungsgebiete nicht mehr in der Lage sind, sich

ausreichend abzukühlen. Dieses Phänomen begünstigt den Hitzeinseleffekt und stellt die Gemeinden zukünftig vor erhebliche Herausforderungen. Anders als in der Landeshauptstadt München ist der Hitzeinseleffekt in vielen Kommunen jedoch nur begrenzt ausgeprägt und tritt dort meist nur in kleinräumigen Bereichen auf. Insgesamt ist der Landkreis aufgrund seiner ländlichen Prägung in Bezug auf die thermische Situation im Vorteil gegenüber städtischeren Gebieten. Lediglich die nördlichen Kommunen weisen im Vergleich zu den anderen Kommunen des Landkreises großflächigere Wärmeinsel-Bereiche auf. Die Kaltluftvolumenstromdichte, die Kaltluftleitbahnen sowie die Bereiche für den Kaltluftaustausch und die Flächen zur Kaltluftproduktion werden jedoch weiterhin in ihrer bisherigen Form bestehen bleiben.

Ein Vergleich der drei Szenarien macht die zunehmende Wärmebelastung durch den Klimawandel deutlich. Im Gegensatz dazu ergeben sich bei den Kaltluftprozessen, bedingt durch die relative Definition von Kaltluft und der in den Szenarien unverändert zugrunde gelegten Landnutzung, keine relevanten Unterschiede zwischen den Szenarien.

² Das Zukunftsszenario „starker Klimawandel“ entspricht dem Ensembleminimum des RCP 8.5, somit dem „Weiter wie bisher-Szenario“ mit einer prognostizierten Temperaturerhöhung von +2,1 °C [31].

Klimaanalyse Bestand

Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ im Ausgleichsraum
- Bis 50 m über Grund, 4:00 Uhr

- < 10
- 10 bis < 20
- 20 bis < 30
- 30 bis < 50
- > 50

Bodennaher Lufttemperatur in $^{\circ}\text{C}$ im Wirkraum
- 2 m über Grund, 4:00 Uhr

- | | |
|-------------|-------------|
| < 12 | 18 bis < 19 |
| 12 bis < 13 | 19 bis < 20 |
| 13 bis < 14 | 20 bis < 21 |
| 14 bis < 15 | 21 bis < 22 |
| 15 bis < 16 | 22 bis < 23 |
| 16 bis < 17 | > 23 |
| 17 bis < 18 | |

Elemente des Kaltluftprozessgeschehens

- Kaltluftleitbahn
- Kaltluftaustauschbereich (flächenhaft)
- :::: Kaltluftproduktionsflächen
- ↗ Fließrichtung der Kaltluft

Hinweis: Es handelt sich um eine landesweite Klimaanalyse für Bayern. Für konkrete Aussagen auf kommunaler Ebene bedarf es einer kleinräumigen Klimaanalyse.

Daten: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Stand 10/2021
Darstellung: energieenker projects GmbH

Abbildung 34: Klimaanalyse Bestand Landkreis München

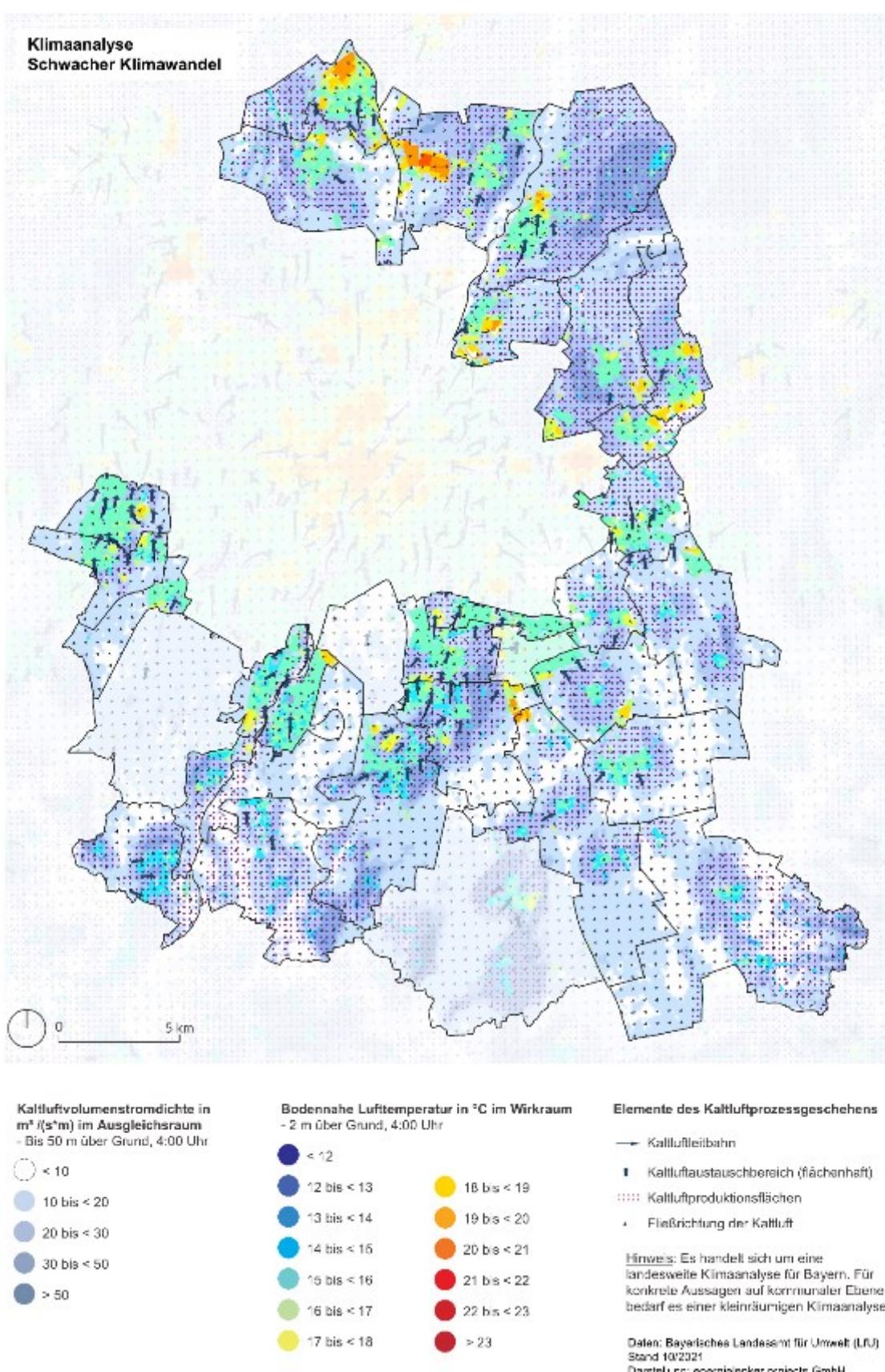


Abbildung 35: Klimaanalyse Schwacher Klimawandel Landkreis München

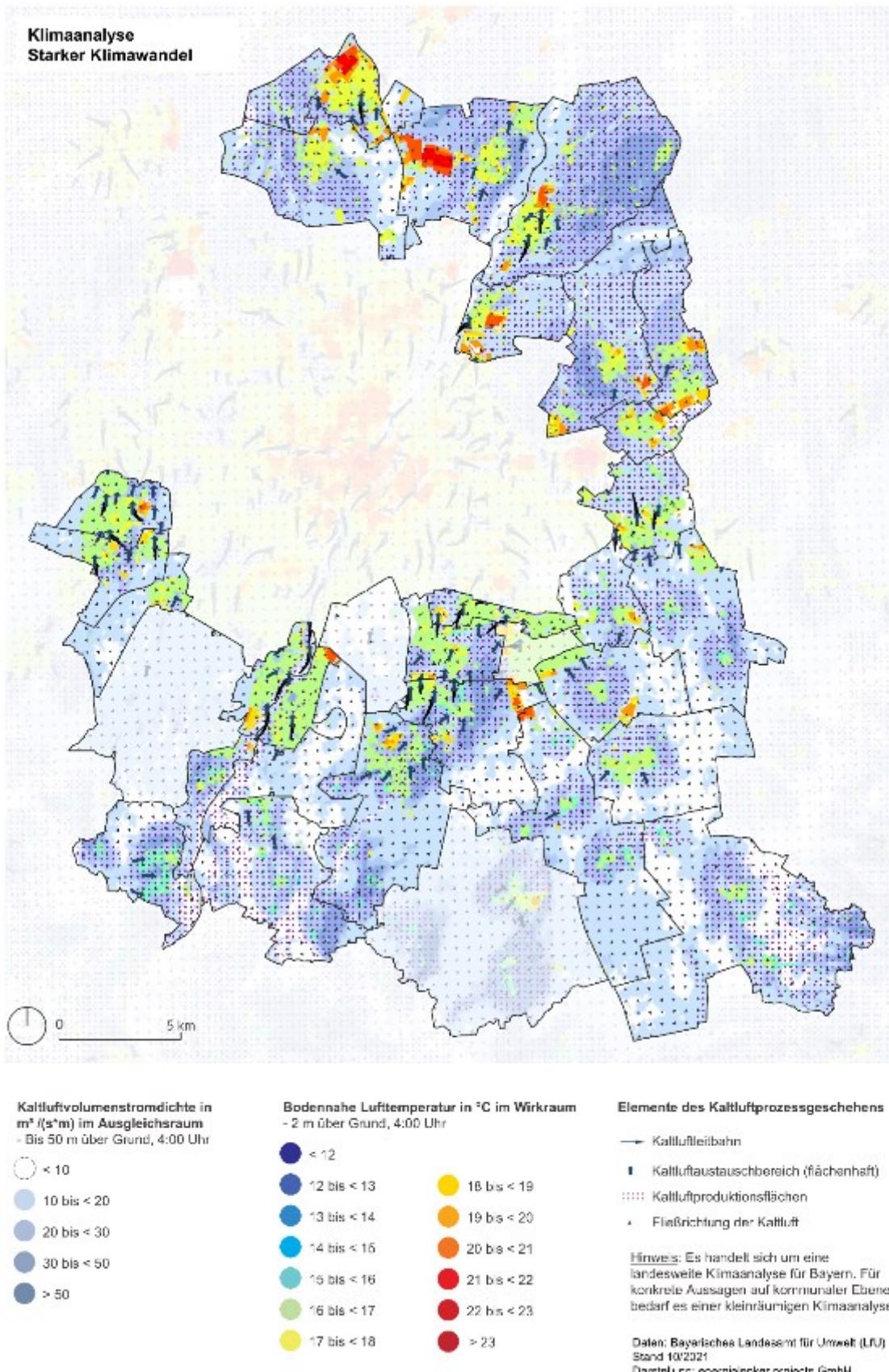


Abbildung 36: Klimaanalyse Starker Klimawandel Landkreis München

Maßnahmenkatalog

04

4. Maßnahmenkatalog

Im vorliegenden Kapitel werden die für den Landkreis München entwickelten Klimaanpassungsmaßnahmen vorgestellt. Ziel des Maßnahmenkatalogs ist es, konkrete, umsetzungsorientierte und zuständigkeitsgerechte Anpassungsstrategien bereitzustellen, die sowohl auf Landkreisebene als auch in den Kommunen wirksam greifen. Die Maßnahmen basieren auf den Ergebnissen der Bestands- und Betroffenheitsanalyse, dem gemeinsam erarbeiteten Idealbild sowie den Rückmeldungen aus dem Beteiligungsprozess. Sie decken unterschiedliche Handlungsfelder ab, von Bauleitplanung und Wasserwirtschaft über Gesundheit bis hin zu Sicherheit und Katastrophenschutz.

4.1. Vorgehen und Methodik

Für die Entwicklung konkreter Klimaanpassungsmaßnahmen wird ein methodisches Vorgehen gewählt, das sowohl fachliche Analysen als auch Ergebnisse aus dem Beteiligungsprozess systematisch miteinander verknüpft. Ziel ist es, Maßnahmen zu identifizieren, die praxisnah, wirksam und zuständigkeitsgerecht auf Ebene des Landkreises und seiner Kommunen umsetzbar sind.

Die Grundlage für die Maßnahmenentwicklung bilden:

- ▶ die Ergebnisse aus der Bestands- und Betroffenheitsanalyse
- ▶ das gemeinsam entwickelte Idealbild eines klimaresilienten Landkreises sowie die dazugehörigen Leitlinien für die acht zentralen Themenschwerpunkte
- ▶ die Ideen aus dem Beteiligungsprozess (siehe Kapitel 5.2)
- ▶ strategische Querverbindungen zu übergeordneten Zielsetzungen, insbesondere im

Bereich des natürlichen Klimaschutzes und Stärkung der Biodiversität

Analog zur Vorgehensweise bei der Betroffenheitsanalyse wird die Maßnahmenentwicklung zwischen Landkreis- und Clusterebene aufgeteilt. Dabei werden insbesondere Zuständigkeiten, zwischen Landratsamt und Kommunen, berücksichtigt.

Im Ergebnis werden 27 prioritäre Maßnahmen für den Landkreis München erarbeitet. Diese sollen in der nächsten Projekt-Phase in die Umsetzung überführt werden. Eine Übersicht dazu findet sich in Kapitel 4.3, die zugehörigen Maßnahmensteckbriefe sind im beiliegenden Maßnahmenkatalog dokumentiert.

Darüber hinaus werden weitere Maßnahmenideen aus dem Beteiligungsprozess in einem sogenannten Maßnahmenspeicher gesammelt. Sie bilden eine wertvolle Grundlage für die Fortschreibung des Konzepts und können zu einem späteren Zeitpunkt erneut aufgegriffen werden.

4.2. Synergien zum Natürlichen Klimaschutz und zur Stärkung der Biodiversität

Die im Klimaanpassungskonzept entwickelten Maßnahmen setzen gezielt auf naturbasierte Lösungen und Synergien mit dem natürlichen Klimaschutz. Naturbasierte Lösungen (Nature-based Solutions, NbS) nutzen natürliche Prozesse und Ökosysteme zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen. Sie tragen zur Klimaanpassung, zum Schutz der biologischen Vielfalt und zur Reduzierung atmosphärischer Treibhausgase bei. Sie sind Lösungen, die von der Natur inspiriert und unterstützt werden. Mit dem Fokus auf den Schutz und die Wiederherstellung natürlicher oder veränderter Ökosysteme und deren Leistungen werden naturbasierte Lösungen zu einem integralen Bestandteil sowohl des Klimaschutzes als auch der Klimaanpassung.

Naturbasierte Klimaanpassung zielt darauf ab, lokale Ökosysteme langfristig zu erhalten und negative Auswirkungen von Klimaextremen, etwa Hitze, Starkregen oder Dürre, abzumildern. Dies erfolgt durch Maßnahmen, die auf natürliche Gegebenheiten und Prozesse zurückgreifen. Beispiele hierfür sind die Schaffung von Grünflächen zur Kühlung von städtischen Gebieten oder die Bildung von natürlichen Wasserrückhaltebecken zur Vorbeugung von Überschwemmungen. Natürlicher Klimaschutz zielt auf die Reduktion anthropogener Klimaeinflüsse ab. Hierbei steht der Erhalt und die Stärkung klimarelevanter Funktionen terrestrischer und mariner Ökosysteme im Fokus, insbesondere der Erhalt und die Erweiterung von Kohlenstoffspeichern. Beispiele hierfür sind die Wiederaufforstung von Wäldern, der Erhalt von Feuchtgebieten aber auch die Pflege von naturnahen Grünflächen in Siedlungsräumen. So trägt der natürliche Klimaschutz gleichzeitig zum Erhalt von Lebensräumen und zur Stärkung von

Biodiversität und ökologischer Resilienz bei. Er setzt „an der Schnittstelle zwischen dem Erhalt der biologischen Vielfalt und dem Klimaschutz an“ [32] und schafft wichtige Synergiepotenziale für die Klimaanpassung.

Die Schwerpunkte naturbasierter Lösungen liegen in folgenden Bereichen [33].

- ▶ Angleichung an natürliche Ökosystemprozesse – Im Einklang mit natürlichen Ökosystemen und Renaturierungsprozessen
- ▶ Förderung der biologischen Vielfalt – Schutz oder Verbesserung der biologischen Vielfalt und Ökosystemfunktionen
- ▶ Anpassungsfähigkeit – Erhöhung der Anpassungsfähigkeit und Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen
- ▶ Lokal angemessene Maßnahmen – Berücksichtigung von lokalen, sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Bedingungen sowie von Tradition und Kultur
- ▶ Multifunktionalität – Co-Benefits für Menschen und Umwelt
- ▶ Beitrag zu gesellschaftlichen Herausforderungen und menschlichem Wohlbefinden – Zum Beispiel geistige und körperliche Gesundheit, sozialer Zusammenhalt oder Stadterneuerung

Im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie für den Landkreis München und seine kreisangehörigen Kommunen wurden insgesamt vier direkte und acht indirekte naturbasierten Maßnahmen ausgearbeitet. Neben den naturbasierten sind auch technische und organisatorische Klimaanpassungsmaßnahmen ein Bestandteil des Katalogs, welche durch die Integration von Technik und Planung ebenfalls zur Stärkung der

Klimaresilienz beitragen. Zudem stärken gezielte Informations- und Bildungsinitiativen das gesellschaftliche Bewusstsein für Klimaanpassung

4.3. Maßnahmenkatalog auf Landkreisebene

Die Anpassungsmaßnahmen werden nach Maßnahmentyp (strategisch-planerisch, baulich, institutionell und kommunikativ) sortiert und den im Rahmen der Analyse identifizierten Handlungsfeldern zugewiesen. Dabei sollte jedoch beachtet

werden, dass die Maßnahmen grundsätzlich Verbindungen zu mehreren Handlungsfeldern aufweisen und es sich folglich nicht um eine abschließende Kategorisierung handelt.

Nr.	Maßnahmentitel	Handlungsfelder
Baulich		
LK-B-01	Klimaangepasstes Bauen	Bauen und Wohnen, Grün- und Freiflächen
LK-B-02	Klimaangepasstes Sanieren	Bauen und Wohnen, Grün- und Freiflächen
LK-B-03	Klimaangepasste Gestaltung öffentlicher Verkehrsinfrastruktur	Straßenbau und Verkehr, Grün- und Freiflächen
Institutionell		
LK-I-01	Arbeitskreis Klimaanpassung	übergreifend
LK-I-02	Verfestigung der Klimafolgenanpassung innerhalb der Verwaltung	übergreifend
LK-I-03	Klimarelevanzprüfung bei Beschlussvorlagen	übergreifend
LK-I-04	Klimaanpassung im Bereich Bildung	übergreifend
LK-I-05	Hitzeschutz der Mitarbeitenden	Gesundheit
LK-I-06	Zentrale Koordination bei Hitzewellen	Gesundheit
LK-I-07	Runter Tisch Energiewirtschaft	Energiewirtschaft
Kommunikativ		
LK-K-01	Übergreifende Öffentlichkeitsarbeit	übergreifend
LK-K-02	Netzwerkarbeit	übergreifend
LK-K-03	Klimaanpassung an Gebäuden	Bauen und Wohnen, Grün- und Freiflächen, Wirtschaft

LK-K-04	Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen	Gesundheit, Bauen und Wohnen
LK-K-05	Kühle-Orte-Karte	Gesundheit
LK-K-06	Bestandserhebung in Unternehmen	Wirtschaft
LK-K-07	Vernetzte Grünstrukturen	Naturschutz und Biodiversität, Landwirtschaft
LK-K-08	Verschattung durch Photovoltaik	Energiewirtschaft, Landwirtschaft
LK-K-09	Bewerbung Warnsysteme	Sicherheit und Katastrophenschutz
Strategisch-Planerisch		
LK-S-01	Unterstützung bei kommunalen Maßnahmen	übergreifend
LK-S-02	Prozessunterstützung und Mobilisierung von Akteuren	übergreifend
LK-S-03	Klimaanalysekarte	übergreifend
LK-S-04	Urbaner Digitaler Zwilling	übergreifend
LK-S-05	Landkreisweites Versiegelungskataster	Stadt- und Raumplanung, Naturschutz und Biodiversität
LK-S-06	Ökokonto des Landratsamtes	Stadt- und Raumplanung, Naturschutz und Biodiversität
LK-S-07	Datenbasiertes, nachhaltiges (Grund-) Wassermanagement	Wasserwirtschaft
LK-S-08	Moorrenaturierung	Naturschutz und Biodiversität, Bodenschutz und Georisiken, Wasserwirtschaft
LK-S-09	Waldbrandkonzept	Sicherheit und Katastrophenschutz, Wald und Forstwirtschaft

Maßnahmen der Kommunen

Für jede Kommune wird ein separater Maßnahmenkatalog erstellt und mit den Verantwortlichen abgestimmt. Die Übersicht aller Maßnahmen im Cluster befindet sich in den Cluster-Berichten, die einzelnen Maßnahmensteckbriefe je Kommune sind in dem jeweiligen kommunalen Maßnahmenkatalog.

4.4. Maßnahmenspeicher auf Landkreisebene

Im Maßnahmenspeicher befinden sich Maßnahmenideen, die aufgrund der von den Akteuren durchgeföhrten Priorisierung im Rahmen des Klimafolgenanpassungskonzepts nicht weiter

ausgearbeitet werden. Diese können zu einem späteren Zeitpunkt oder bei sich ändernden Rahmenbedingungen aufgegriffen, weiter detailliert und umgesetzt werden.

Maßnahmenidee	Weitere Infos	
Pflanzen-Patenschaften		
Klimaanpassung bei EE-Projekten	Aufwertung von PV-Freiflächen-Anlagen durch die Nutzung der Grünflächen für Klimaanpassungsmaßnahmen, Waldumbau (Baumarten) im Zuge von Windprojekten im Wald	 
Autarke, dezentrale Stromerzeugung (Inselnetze)	- lokale Energieerzeugung und Speicherung - Stromabnahme WKA/PV-Anlage/Generator - Notstromversorgung - Inselbetrieb und Schwarzstart möglich	
Resiliente Linienführung im ÖPNV	Mitdenken klimatischer Aspekte bei der Linienführung, Notfallplan / Alternativrouten für den Busverkehr	
Rad- und Fußwege mit PV-Dächern als Wetterschutz		
Klimaangepasster Arbeits- und Gesundheitsschutz für die eigene Belegschaft	aktuell sind die Arbeitszeiten bereits sehr flexibel: 06:00 - 20:00 Uhr, es könnte langfristig geprüft werden, ob eine weitere Ausdehnung erforderlich ist. Im Bereich Parteiverkehr könnten in den Sommermonaten über die Mittagszeit keine Sprechstunden, sondern Online-Termine angeboten werden	
Klimaanpassungs-Beratung in der Landwirtschaft (Viehwirtschaft)	Detaillierte Erklärung der Gründe für die Klimaanpassungsarbeit, Beratung zu Verschattungsmöglichkeiten, beispielsweise mittels Bäume, Stallanlagen auf allen Aufenthaltsflächen für Tiere	
Vermarktung regionaler Lebensmittel	Gutes Beispiel "Unser Land"	
Schutz temporärer Ökosysteme z. B. Kleingewässer		
Abfallplan nach Extremwetterereignisse	Umgang mit extrem hohen Aufkommen von Müll und Unrat insbesondere nach Hochwasser	
Unterstützungsleistungen für Ehrenamt	Es wird an anderen Orten bereits diskutiert, ob es z.B. eine Rente für geleistete Dienste im Ehrenamt geben soll.	

Konzept zur Akteursbeteiligung

05

5. Konzept zur Akteursbeteiligung

Ein Handlungskonzept zur Klimaanpassung kann nur dann wirksam sein, wenn es auf der aktiven Mitwirkung jener basiert, die den lokalen Kontext am besten kennen – den kommunalen Akteurinnen und Akteuren sowie thematischen Multiplikatorinnen. Ihre Expertise und praktischen Erfahrungen bilden die Grundlage für bedarfsoorientierte und wirksame Maßnahmen. Eine frühzeitige Einbindung fördert die Akzeptanz, erleichtert den Wissenstransfer und verringert Umsetzungshürden. Im Rahmen der Konzepterstellung wurden Akteurinnen und Akteure aus dem Landratsamt, den kreisangehörigen Kommunen, insbesondere aus den Verwaltungen, sowie aus Verbänden und weiteren landkreisweit relevanten Organisationen systematisch eingebunden. Auch für die spätere Umsetzung der Maßnahmen ist eine enge Zusammenarbeit vorgesehen.

5.1. Analyse der Akteurinnen und Akteure

Zu Beginn des Projekts wurde eine systematische Analyse potenzieller Akteurinnen und Akteure durchgeführt, um einen strukturierten Überblick über relevante Beteiligte zu erhalten und diese

entsprechend ihrer Rolle und Relevanz in den Prozess einzubinden. Die Beteiligten sind in Abbildung 37 dargestellt.



Abbildung 37: Identifizierte Akteure und Akteurinnen für das Klimafolgenanpassungskonzepts des LK München

5.2. Akteursbeteiligung bei der Konzepterstellung

Im Rahmen der Akteursbeteiligung zum Klimaanpassungskonzept werden verschiedene Formate durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Formate fließen direkt in die Betroffenheitsanalyse (Kapitel 3) sowie die Maßnahmenentwicklung (Kapitel 4) ein.

Auftaktveranstaltung

Zum Start der Konzeptphase werden die identifizierten Akteurinnen und Akteure zu einer Auftaktveranstaltung eingeladen. Dort werden Ziele und Vorgehen vorgestellt. Gleichzeitig können erste Hinweise zu Betroffenheiten in den Kommunen eingebracht werden. Insgesamt nehmen – exklusive des Projektteams – 56 Personen teil.

Fragebögen

Mithilfe eines Fragebogens werden bestehende Betroffenheiten, bereits geplante oder umgesetzte Maßnahmen sowie Erwartungen an das Konzept abgefragt. Hierbei nehmen alle Kommunen teil, sowie zehn der angefragten 17 Organisationen aus dem Akteurskataster. Die Ergebnisse der Fragebögen sind im Kapitel 3 integriert.

Workshops zu Betroffenheiten

Um die Betroffenheiten zu bewerten, werden insgesamt sieben Betroffenheitsworkshops durchgeführt. Ein Workshop findet auf Landratsamt-Ebene statt, an dem 25 Personen aus dem Landratsamt sowie aus landkreisweiten Organisationen teilnehmen. Für die Betroffenheiten der Kommunen werden Workshops in den sechs Kommunen-Clustern durchgeführt, an denen insgesamt 82 Personen teilnehmen. Für jedes Cluster werden in den verschiedenen Handlungsfeldern eine Betroffenheitsmatrix im Workshop erstellt und bewertet. Zusätzlich können die Teilnehmenden in den Workshops Feedback zum Entwurf des

Idealbilds und den Leitlinien geben sowie Wünsche und Präferenzen für ein Media-Kit (siehe Kapitel 6.1) äußern.

Bilaterale Akteursgespräche

Ergänzend finden bilaterale Gespräche mit relevanten Ämtern und Verbänden auf Landkreisebene statt, um spezifische Betroffenheiten zu vertiefen und erste Maßnahmenansätze gemeinsam zu entwickeln.

Workshops zu Maßnahmen

Analog zu den Betroffenheitsworkshops werden sieben Workshops zur Maßnahmenfindung durchgeführt. Bei den Workshops werden Maßnahmenideen gesammelt und gemeinsam mit Maßnahmenvorschlägen aus Best Practice Beispielen und Akteursgesprächen von den Teilnehmenden bewertet. Dabei nehmen am Workshop auf Landratsamt-Ebene 30 Personen und bei den Cluster-Workshops der Kommunen insgesamt 102 Personen teil. Die Ergebnisse der Workshops dienen als erster Entwurf für die Maßnahmenkataloge des Landratsamtes und der Kommunen.

Bilaterale Feinabstimmung mit Kommunen

Im Anschluss an die Workshops wird mit Vertretern und Vertreterinnen jeder Kommune ein bilaterales Gespräch geführt, um die Maßnahmenvorschläge aus dem jeweiligen Cluster auf die Kommune abzustimmen und zu priorisieren. Hieraus werden kommunenscharfe Maßnahmenkataloge entwickelt.

Bürgermeisterdienstbesprechungen

Während der gesamten Konzepterstellung werden die Bürgermeisterinnen und Bürgermeister

regelmäßig im Rahmen der Dienstbesprechungen über den Projektstand informiert.

Sachstandsberichte im Ausschuss

Auch im zuständigen Ausschuss, Ausschuss für Energiewende, Landwirtschafts- und Umweltfragen des Landkreis München, werden regelmäßig über den Sachstand des Konzepts berichtet.

Die enge Einbindung der Akteure und Akteurinnen vom Idealbild über Betroffenheiten bis zur Maßnahmenentwicklung ist ein zentraler

Erfolgsfaktor für die Erstellung des vorliegenden Klimaanpassungskonzepts. Durch vielfältige Formate – von Auftaktveranstaltungen über Fragebögen und Workshops bis hin zu bilateralen Gesprächen – konnten lokale Kenntnisse und Perspektiven gezielt integriert werden. Dies fördert Transparenz, Vertrauen und die Vernetzung zwischen den Beteiligten. Damit werden eine tragfähige Grundlage für die Umsetzung und langfristige Verankerung des Konzepts im Landkreis München geschaffen.

5.3. Akteursbeteiligung bei der Konzeptumsetzung

Im Landkreis München gibt es zahlreiche Akteure (Landratsamt, Kommunen, Verbände, etc.) mit teils unterschiedlichen Zuständigkeiten (siehe auch Akteursanalyse). Für die Realisierung der Projekte in der Klimaanpassung ist die Zuständigkeit oftmals nicht eindeutig. Daher ist an dieser Stelle eine transparente und offene Kommunikation von Bedeutung.

In diesem Sinne berücksichtigen bereits mehrere Maßnahmen im Handlungskatalog die Kommunikation mit lokalen Akteurinnen und Akteure (s. Maßnahmen LK-K-01- LK-K-09). Die künftige Zusammenarbeit zwischen Landkreis und

Kommunen im Rahmen der Umsetzung wird im Kapitel Verstetigungsstrategie näher erläutert.

Für die erfolgreiche Akteursbeteiligung in der Umsetzungsphase wird die Einrichtung geeigneter Formate angestrebt:

- ▶ interkommunale Arbeitskreise,
- ▶ regelmäßige Workshops zur Bündelung von Maßnahmen und Erfahrungsaustausch,
- ▶ sowie der Aufbau eines Best-Practice-Pools.

Öffentlichkeits- und Kommunikations- konzept

06

6. Öffentlichkeits- und Kommunikationskonzept

Die Auswirkungen des Klimawandels und die damit einhergehende Betroffenheit von unterschiedlichen Handlungsbereichen, wie menschlicher Gesundheit oder Gebäuden, sind vielen Menschen oftmals nicht bekannt. Hieraus folgt, dass dem Einzelnen oft nicht bewusst ist, wie er oder sie den Auswirkungen des Klimawandels durch das eigene Handeln entgegenwirken kann und wie widerstandsfähigere Strukturen und auch Verhaltensweisen geschaffen werden können. Um dahingehend ein entsprechendes Bewusstsein zu fördern, ist eine intensive und vor allem transparente Kommunikation notwendig.

6.1. Kommunikationsstrategie zur Umsetzung des Konzepts

Für die spätere, langfristig angelegte Umsetzung der Maßnahmen wird die nachfolgende Strategie entwickelt, die in die Zukunft weist und mögliche Handlungsoptionen zur Unterstützung der späteren Zielerreichung darstellt. Das Konzept soll den Landkreis München und seine Kommunen in die Lage versetzen, Maßnahmen zur Klimaadaption möglichst effizient zu kommunizieren und damit auch leichter umsetzen zu können. Die Öffentlichkeitsarbeit verfolgt dazu die folgenden Ziele:

- ▶ Bewusstsein schaffen: Verständnis für Klimarisiken und notwendige Anpassungsmaßnahmen fördern.
- ▶ Akzeptanz stärken: Unterstützung für Anpassungsmaßnahmen gewinnen und Widerstände abbauen.
- ▶ Wissen und Kompetenzen aufbauen: Praktische Fähigkeiten zur Anpassung vermitteln.
- ▶ Verhaltensänderungen anstoßen: Klimafreundliches Handeln fördern.
- ▶ Partizipation und Dialog fördern: Aktive Mitgestaltung ermöglichen.

6.1.1. Zielgruppen und Kommunikationskanäle

Die Herausforderung einer Kommunikation zur klimaresilienten Entwicklung liegt dabei unter anderem darin, die verschiedenen Akteurinnen und Akteure und Zielgruppen, die an der Umsetzung von Maßnahmen beteiligt sind, gezielt anzusprechen. Denn der Landkreis München zeichnet sich durch eine vielfältige Bevölkerung mit unterschiedlichen Hintergründen, Interessen und Kenntnissen aus. Die Kommunikationsstrategie sollte daher die Bedürfnisse und Interessen verschiedener Zielgruppen ansprechen. Nur durch

eine qualifizierte und zielgruppen-bezogene Öffentlichkeitsarbeit kann die Sensibilisierung der verschiedenen Zielgruppen, wie private Haushalte, Unternehmen, Vereine oder soziale Einrichtungen, erfolgen. Übergreifende Schlüsselbotschaften können dabei sein:

- ▶ Klimaanpassung sichert Lebensqualität und wirtschaftliche Stabilität.
- ▶ Prävention ist günstiger und nachhaltiger als Reaktion.

- ▶ Jede Maßnahme zählt – auch kleine Schritte machen einen Unterschied.

Tabelle 27 zeigt mögliche Kommunikationskanäle, Inhalte und damit erreichbare Zielgruppen. Dabei wird zwischen der Information von Personen und Organisationen und der Motivation zur Mitwirkung unterschieden.

Tabelle 27: Kommunikationskanäle und Zielgruppen

Kommunikationskanal	Inhalt	Akteurinnen und Akteure / Verantwortung	Zielgruppe			
			Private Haushalte	Gewerbe und Industrie	Schulen	Öffentlichkeit allgemein
Informieren						
Pressearbeit	Pressemitteilungen (über aktuelle oder realisierte Maßnahmen, Veranstaltungen, etc.)	Landratsamt, Kommunalverwaltungen, örtliche/regionale Presse	●	●	●	●
	Presstermine zu aktuellen Themen / Projekten		●	●	●	●
Internetauftritt	Webseite des Landratsamtes und der Kommunen: Informationen wie Pressemitteilungen, allg. und spezielle Informationen, Verlinkungen, Downloadmöglichkeiten veröffentlichten	Kommunalverwaltungen, Klimaanpassungskoordination (Bereitstellung von Informationen von öffentlichen Institutionen, ggf. regionalen Fachleuten)	●	●	●	●
Informationsveranstaltungen	Zielgruppen-, branchen-, themenspezifisch	Kommunalverwaltung, Fachleute, Referenten, Klimaanpassungskoordination, Volkshochschule	●	●	●	
	Status quo Klimaanpassung/allg. und spezielle Informationen aus dem Landkreis					●
Informationsmaterial	Beschaffung und Bereitstellung von Informationsmaterial über analoge und digitale Medien (Erklärfilme, Broschüren, Infografiken, Infoblätter, Flyer)	Landratsamt, Kommunalverwaltung, öffentliche Institutionen, Verbraucherzentrale, Energieagentur, Eigenbetriebe	●	●	●	●
Beratungsangebote	Flächiges Angebot sowie zielgruppenspezifische Beratung, z. B. zu Möglichkeiten des Objektschutzes	Fachleute, Verbraucherzentrale, Energieagentur Handwerk, Unternehmen	●	●	●	
Kampagnen	Status quo Klimaanpassung im Landkreis München	Landratsamt, Kommunalverwaltung, Schulen/Lehrerinnen und Lehrer				●
	Nutzung bestehender Angebote	öffentliche Institutionen (Verbraucherzentrale, Energieagentur, AELF, Wasserwirtschaftsamt)	●	●	●	

Soziale Medien	Verbreitung von Informationen und Veranstaltungen bspw. über Facebook, Instagram, und YouTube	Landratsamt, Kommunalverwaltung					●
Mitwirken							
Bürgerinnen- und Bürgerbeteiligungen	Workshops, Wunschboxen, runde Tische, Fragerunden, Beteiligungskarten, etc. um Erfahrungen, Ideen, Einwände zu sammeln, zu diskutieren, Lösungen zu finden und den Gemeinschaftssinn zu stärken Digitale Beteiligungsplattform des Landkreises	Klimaanpassungskoordination, Kommunalverwaltung, öffentliche Institutionen, ggf. weitere Akteurinnen und Akteure (je nach Thema)	●	●	●	●	●
Projekte in Erziehungs- und Bildungseinrichtungen	Durchführung bzw. Initiierung von (spielerischen) Projekten in Schulen sowie weiteren Bildungseinrichtungen, z. B. Patenschaften, Kunst-Projekte, Wettbewerbe	Kommunalverwaltung, Lehrpersonal/Pädagogen, Referenten, öffentliche Institutionen			●	●	
Netzwerke	Vernetzung, z. B. mit aktiven Vereinen, die als Multiplikatoren fungieren und mit Nachbarkommunen, um gemeinsame Lösungen zu finden	Klimaanpassungskoordination, Kommunalverwaltung, Vereine, Nachbarkommunen	●	●	●	●	
Mitmachaktionen	Gemeinsam organisierte Aktionen, z. B. Umgestaltung von Flächen, Förderung artenreicher Räume, Baum-pflanzungen	Kommunalverwaltung, Fachleute	●	●	●	●	

6.1.2. Kommunikator: Landratsamt

Eine zentrale Rolle für die Kommunikationsstrategie spielt die Vorbildfunktion des Landratsamtes. Laufende und umgesetzte Klimaanpassungsmaßnahmen sowie erreichte Erfolge sollten im Rahmen des Internetauftritts und durch Pressemitteilungen publiziert werden. Auf diese Weise kann das Landratsamt als Vorbild im Bereich Klimafolgenanpassung vorangehen.

Dabei kann bereits auf einige etablierte Kommunikationskanäle und die Dachmarke 29++ zurückgegriffen werden, die es gilt, weiter auszubauen und mit Klimaanpassungsthemen zu füllen.

Dies sollte in enger Abstimmung mit den Kommunen geschehen, um für jede Zielgruppe den geeigneten Kommunikationspartner

(Landratsamt, Kommunalverwaltungen, sonstige Akteure und Akteurinnen) zu identifizieren und

6.1.3. Kommunikator: Kommunen

Durch eine Verbesserung des Wissensstandes über wirksame und vorbeugende Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung, können Bürgerinnen und Bürger und viele weitere Beteiligte zur Umsetzung eigener Maßnahmen angeregt werden. Dies liegt insbesondere in der Hand der Kommunen und deren direktem Kontakt zu Bürgerinnen und Bürgern vor Ort.

Verabschiedung des Konzepts und Idealbilds im Stadt- bzw. Gemeinderat

Das Gesamtkonzept sowie das Idealbild und der kommunenspezifische Maßnahmenkatalog sollen im Entscheidungsgremium der jeweiligen Kommune verabschiedet werden. Dies kann als Anlass für eine breitere Information der

durch gemeinsame Kampagnen Synergien zu haben und eine größere Reichweite zu schaffen.

Öffentlichkeit zu den geplanten Maßnahmen genutzt werden.

Media-Kit

Im Rahmen der Konzepterstellung wird ein Media-Kit für die teilnehmenden Kommunen erarbeitet, welches Grafiken, Icons, Flyer und weitere Materialien enthält, die für das Konzept erstellt werden. Zu jedem Element sind Textbausteine verfügbar, die als Grundlage für die Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden können. Zudem enthält das Media-Kit Hinweise auf themenspezifische Kommunikationsanlässe und Daten. Alle Materialien können von den Kommunen um eigene Inhalte ergänzt werden.

6.2. Information und Beteiligung während der Konzepterstellung

Während der Konzepterstellung wird die breite Öffentlichkeit regelmäßig über den aktuellen Status informiert. Hierzu werden nach den verschiedenen Workshops Pressemitteilungen mit Informationen zu den Veranstaltungen sowie inhaltlichen Themenschwerpunkten vom Landratsamt herausgegeben. Diese werden teilweise auch in der lokalen Presse aufgegriffen.

Das Konzept wird unter die Dachmarke 29++ des Landkreises integriert, um einen Wiedererkennungswert und Synergien zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung zu schaffen. Zudem wird auf einer Unterseite der Landkreis-Webseite über die Konzepterstellung berichtet (<https://www.landkreis-muenchen.de/themen/energie->

[klimaschutz/klimaanpassung-im-landkreis-muenchen/](#)).

Eine Beteiligungsplattform war zur Nutzung vorgesehen, konnte aber aufgrund von zeitlichen Verzögerungen bei der Einführung für die Konzepterstellung nicht genutzt werden. Diese soll jedoch im weiteren Verlauf der Umsetzung eingesetzt werden (siehe Kapitel 6.1). Hierzu wird ein Flyer mit den wichtigsten Inhalten des Konzepts sowie ein Link zur Plattform entwickelt, welcher sowohl von Landratsamt als auch von den Kommunen genutzt werden kann.

Zum Abschluss des Konzepts werden sechs Informations- und Beteiligungsformate für die Öffentlichkeit durchgeführt, bei denen das Konzept

vorgestellt und je nach Themenschwerpunkt inhaltliche Diskussionen angeregt wurden.

Geführte Spaziergänge: Klimafolgen und Klimaanpassung vor Ort erleben

Die Teilnehmenden machen einen geführten Spaziergang, bei dem an verschiedenen Stationen auf Klimafolgen und bereits erfolgte Klimaanpassungsmaßnahmen hingewiesen und diese von Fachexperten erklärt werden. Dieses Format wurde in Form eines Waldspaziergangs mit 40 Teilnehmenden zweimal umgesetzt. Zur Aufklärung der Teilnehmenden wurde ein Flyer mit Informationen zu Klimafolgen in Waldgebieten sowie zu Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen erstellt.

Infostand: Klimafolgen und Klimaanpassung im Alltag

Die Klimaanpassungskoordination ist mit einem interaktivem Infostand zu verschiedenen

Anlässen präsent im Landkreis München. Interessierten werden Informationen zu Klimawandelfolgen und persönlichen Anpassungsmöglichkeiten mitgegeben.

Veranstaltung: Best Practice Austausch

Das Format richtet sich insbesondere an die für die Klimafolgenanpassung vor Ort zuständigen Fachpersonen und fördert den Wissens- und Erfahrungsaustausch zu bereits umgesetzten Anpassungsmaßnahmen im Landkreis.

Die Informationen und Materialien zu den Formaten stehen auch den Kommunen zur Verfügung. Je nach Bedarf können diese im Rahmen der Maßnahmenumsetzung wiederholt werden.

Verstetigungs- strategie

07

7. Verstetigungsstrategie

Klimaanpassung ist keine einmalige Maßnahme, sondern eine dauerhafte Querschnittsaufgabe, die strukturell in Verwaltung, Planung und Entscheidungsprozesse integriert werden muss. Eine langfristige Wirksamkeit erfordert stabile Strukturen, kontinuierliche Prozesse und ausreichende personelle wie finanzielle Ressourcen. Die Verstetigungsstrategie bietet dafür einen dynamischen Rahmen, der fortlaufend angepasst und weiterentwickelt wird. Sie schafft die organisatorischen und finanziellen Voraussetzungen für eine wirksame Umsetzung der Maßnahmen und unterstützt das Ziel, den Landkreis München dauerhaft klimaresilient und anpassungsfähig zu gestalten.

Durch die Verstetigung wird Klimaanpassung als kontinuierlicher Prozess strukturell verankert, institutionell abgesichert und nachhaltig in die Verwaltungsabläufe integriert.

7.1. Strukturen zur nachhaltigen Verankerung

Die Verstetigungsstrategie beschreibt, wie die im Konzept definierten Maßnahmen über die Projektlaufzeit hinaus wirksam bleiben und schrittweise in bestehende Verwaltungs- und Planungsstrukturen integriert werden. Ziel ist es, Klimaanpassung als dauerhafte Querschnittsaufgabe zu etablieren und somit eine kontinuierliche Verbesserung der Klimaresilienz im Landkreis zu gewährleisten. Orientierung bietet dabei das in Kapitel 1.2 dargestellte Idealbild mit seinen acht

Leitlinien als langfristiger strategischer Rahmen und Zielbild.

Die Vielzahl an Betroffenheiten sowie die entwickelten Maßnahmen auf Landkreis- und kommunaler Ebene verdeutlichen die Vielschichtigkeit der Klimaanpassung. Um die Klimaanpassung langfristig zu verankern und dieser Vielschichtigkeit gerecht zu werden, erfolgen Aktivitäten auf unterschiedlichen Ebenen.

7.2. Verankerung auf den unterschiedlichen Ebenen im Landkreis

Verankerung auf Landkreisebene (übergreifend)

Auf Landkreisebene zielt die Verstetigung darauf ab, Synergien zu nutzen, Abläufe zu bündeln, Aufgaben bereichsübergreifend zu koordinieren und einen systematischen Erfahrungsaustausch zu fördern. Die übergeordnete Steuerung dieser Aktivitäten übernimmt die Klimaanpassungskoordination des Landratsamts, dazu zählen:

- ▶ Beratung und Unterstützung der verantwortlichen Personen in den Kommunen
- ▶ Hilfe bei Fördermittel-Akquise und Wissenstransfer
- ▶ Netzwerkarbeit (im Landkreis und landkreisübergreifend)
- ▶ Austauschtreffen mit Akteurinnen und Akteuren (Kommunenvertretern, Verbänden, externe Fachstellen etc.)

- ▶ Zentrale Datenerhebung und Pflege der State-, Impact- und Response-Indikatoren
- ▶ Darlegung des Umsetzungsfortschritts
- ▶ Erstellung des Monitoring- und Evaluationsberichts
- ▶ Prüfung der Fortschreibung des Klimaanpassungskonzepts
- ▶ Informations- und Austauschformate für Bürgerinnen und Bürger

Zur weiteren Unterstützung der Prozesse wird angestrebt, Fördermittel im Rahmen der Förderrichtlinie „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ – Förderschwerpunkt A.2 (Umsetzungskonzept) des BMUKN zu nutzen. Ergänzt werden kann dies durch den Förderschwerpunkt A.3 zur Umsetzung konkreter Einzelmaßnahmen. Ergänzend zu möglichen Förderangeboten bilden die dauerhafte Etablierung der Stelle des Klimaanpassungsmanagers sowie die Aufrechterhaltung der Klimaanpassungskoordination innerhalb des Landratsamtes zentrale Bausteine zur langfristigen Wirksamkeit auf allen Ebenen.

Zur qualitativen Unterstützung der Klimaanpassungskoordination wird eine externe, professionelle Prozessbegleitung hinzugezogen. Diese berät bei der Zielerreichung, sichert Qualität und unterstützt insbesondere bei:

- ▶ detaillierten Analysen verwaltungsinterner und -externer Akteurinnen und Akteuren sowie der Erarbeitung akteurspezifischer Strategien der Kommunikation, Mobilisierung und Erwartungsmanagement,
- ▶ der Mobilisierung von Akteurinnen und Akteuren, wie z. B. Verwaltung,

- Bürgerinnen und Bürgern oder Unternehmen für den kommunalen Anpassungsprozess,
- ▶ der Konzipierung, Durchführung und Moderation von Prozessen und Veranstaltungen sowie Wissensmanagement

Verankerung innerhalb des Landratsamtes

Die Maßnahmenumsetzung innerhalb des Landratsamtes erfordert z.T. zusätzliche Kapazitäten in einzelnen Fachabteilungen. Darüber hinaus ist die Klimaanpassungskoordination auf die Mitarbeit und Unterstützung der Fachabteilungen angewiesen. Die übergeordnete organisatorische Verantwortung für die Initiierung der Maßnahmen sowie die Weiterentwicklung des Konzepts liegt bei der Klimaanpassungskoordination im Sachgebiet 3.3.2.1. Die inhaltliche und fachliche Umsetzung der Maßnahmen liegt in erster Linie federführend bei den jeweiligen Fachabteilungen bzw. erfolgt in Zusammenarbeit mit der Klimaanpassungskoordination. Zur langfristigen internen Verankerung der Klimaanpassung wird unterstützend eine fachübergreifende Arbeitsgruppe eingerichtet, die regelmäßige Arbeits- und Austauschtreffen ermöglicht.

Folgende Aktivitäten werden insbesondere verfolgt:

- ▶ Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen,
- ▶ Fördermittelakquise,
- ▶ Koordination interner Prozesse,
- ▶ Aufbau einer fachübergreifenden Arbeitsgruppe.

Verankerung auf kommunaler Ebene:

Auch auf kommunaler Ebene ist eine strukturelle Verankerung der Klimaanpassung unerlässlich.

Viele Kommunen im Landkreis verfügen bereits über Ansprechpersonen für Klimaschutz und Klimaanpassung, die, je nach personeller Ausstattung, die Maßnahmenumsetzung auch über das Ende der Konzeptphase hinaus weiter begleiten. Langfristiges Ziel sollte auch hier die Schaffung eigener Stellen(anteile) für die Klimaanpassung sein. Förderprogramme des BMUKN (A.2/A.3) bieten hier unterstützende Möglichkeiten.

Ein enger Austausch mit dem Landratsamt sowie die Nutzung gemeinsamer Controlling- und Berichtssysteme schaffen Synergien und erleichtern die Umsetzung auf kommunaler Ebene. Ein erster praktischer Grundstein für die kommunale Verfestigung bildet ein Workshop, in dem das Thema systematisch angegangen wird.

Aktivitäten innerhalb der kommunalen Verwaltungen:

- ▶ Initiierung und Umsetzung kommunenspezifischer Maßnahmen
- ▶ Verankerung innerhalb der eigenen Verwaltung (Orientierung am Vorgehen des Landratsamtes)
- ▶ Pflege und Übermittlung der Response-Indikatoren
- ▶ Beteiligung im Evaluationsprozess durch Rückmeldung zu Erfolgen und Hemmnissen
- ▶ Teilnahme an Netzwerktreffen
- ▶ Interkommunaler Austausch
- ▶ ggf. Etablierung Bürgerinformations- und/oder Beteiligungsformate

Ziel ist eine dauerhafte Einbindung der Klimaanpassung in die strategische Steuerung (z. B. integrierte Entwicklungskonzepte), die Fachplanungen (z. B. Bauleitplanung,

Grünflächenmanagement), die Verwaltungsprozesse (z. B. Klima-Check bei Beschlüssen, Fördermittelberatung, Liegenschaftsmanagement) sowie die politische Entscheidungsfindung (z. B. durch regelmäßige Berichterstattung im Ausschuss).

Um die Verfestigungsstrategie in die Umsetzung zu bringen, erfolgt der Einsatz verschiedenster Instrumente, die die strukturelle Integration der Klimaanpassung im Landkreis München dauerhaft absichern. Dazu zählt unter anderem ein Excel-basiertes Controlling-Tool (vgl. Kapitel 8), das eine strukturierte und systematische Erhebung der relevanten Indikatoren ermöglicht und gleichzeitig die Fortschrittsmessung unterstützt. Ergänzend dazu stehen praxisnahe Leitfäden und Checklisten zur Verfügung, die Verwaltungen bei der Umsetzung einzelner Maßnahmen sowie der Prüfung von Anpassungserfordernissen im Rahmen bestehender Prozesse unterstützen. Ein weiterer wichtiger Baustein ist die kontinuierliche Verankerung von Klimaanpassung in Planungsinstrumenten, insbesondere in der Bauleitplanung. Um die Handlungssicherheit zu erhöhen, werden Informations- und Unterstützungsangebote für Mitarbeitende der Verwaltung entwickelt und angeboten. Ergänzt wird dies durch verwaltungsininterne Arbeitsgruppen, in denen der Fortschritt und die Verankerung innerhalb der beteiligten Fachabteilungen besprochen und Optimierungsmöglichkeiten diskutiert werden.

Insgesamt ist zu berücksichtigen, dass die Verfestigung durch strukturelle oder personelle Änderungen sowie schwankende Haushaltssmittel gefährdet werden kann. Die institutionelle Verantwortung, Wissenssicherung und verbindliche Verankerung in Verwaltungsprozesse sind daher

essentiell. Parallel dazu sorgen zielgerichtete Kommunikationsmaßnahmen für eine breite Sensibilisierung der Öffentlichkeit und fördern das gesellschaftliche Verständnis für die Notwendigkeit von Klimaanpassung.

Die Umsetzung der Klimaanpassung wird in regelmäßigen Zyklen evaluiert, um flexibel auf neue

Erkenntnisse und sich verändernde Rahmenbedingungen reagieren zu können. Dies ermöglicht eine Überprüfung ob bzw. inwiefern eine Fortschreibung des Konzeptes erforderlich ist. Je nach Bedarf soll das Konzept entsprechend fortgeschrieben und weiterentwickelt werden.



Controllingkonzept

08

8. Controllingkonzept

Ein zentrales Element für die langfristige Wirksamkeit des Klimafolgenanpassungskonzepts ist ein strukturiertes und kontinuierliches Controlling. Dieses ermöglicht es, Fortschritte zu dokumentieren, Handlungsbedarfe frühzeitig zu erkennen und Maßnahmen strategisch weiterzuentwickeln. Ziel ist es, die Umsetzung der Maßnahmen transparent zu verfolgen, Verantwortlichkeiten klar zu regeln, die Anpassung an den Klimawandel datenbasiert und nachvollziehbar zu gestalten und die Anpassungsstrategie dauerhaft in Verwaltung und Planung zu verankern.

8.1. Controlling-Systematik

Das Controlling-Konzept kombiniert ein stetiges Monitoring mit einer darauf aufbauenden Evaluation.

Das Monitoring orientiert sich an einem dreigliedrigen Indikatorensystem, das zwischen State-, Impact- und Erfolgs-Indikatoren unterscheidet. Diese Struktur ermöglicht es, sowohl klimatische Entwicklungen zu beobachten als auch die Wirksamkeit der Maßnahmen zu bewerten und die Umsetzung zu erfassen.

State-Indikatoren

State-Indikatoren beschreiben die klimatische Ausgangslage. Sie dokumentieren klimarelevante Trends wie Temperaturanstieg, Häufigkeit von Starkregen oder Dauer von Trockenperioden. Diese Indikatoren sind für die Kommunen im Landkreis München in der Regel identisch und werden zentral über das Landratsamt erhoben. Die Datenquellen sind u.a. der Deutsche Wetterdienst (DWD) sowie andere öffentlich zugängliche Klimadatenportale.

Beispiele:

- ▶ Durchschnittliche Lufttemperatur

- ▶ Anzahl der Sommertage oder Tropen-nächte
- ▶ Länge der Trockenperioden

Impact-Indikatoren

Impact-Indikatoren messen konkrete Auswirkungen des Klimawandels in der Region – z. B. das Aufkommen von Schadholz durch Borkenkäfer, die Zahl hitzebedingter Notfalleinsätze oder die Belastung von Badegewässern mit Blaualgen. Auch diese Indikatoren werden zentral durch die Klimaanpassungskoordination im Landratsamt erhoben und fließen in die Bewertung der Wirkung von Anpassungsmaßnahmen ein.

Beispiele:

- ▶ Hitzebedingte Krankenhausaufenthalte
- ▶ Vorkommen von invasiven Arten (z. B. Ambrosia)
- ▶ Schadholzaufkommen in kommunalen Wäldern
- ▶ Blaualgenbelastung in Badegewässern
- ▶ wetterbedingte Unterbrechung von Stromversorgung oder ÖPNV

Erfolgs-Indikatoren

Erfolgs-Indikatoren dokumentieren die umgesetzten Maßnahmen auf kommunaler Ebene. Dazu zählen z.B. die Anzahl neu gepflanzter Bäume, die Entsiegelung von Flächen oder die Installation von Trinkwasserbrunnen. Für diese Daten sind die jeweiligen Kommunen zuständig. Sie erfassen die Indikatoren selbstständig und melden sie jährlich an das Landratsamt.

Beispiele:

- ▶ Anzahl umgesetzter Maßnahmen aus dem Konzept
- ▶ Größe entsiegelter Flächen
- ▶ Zahl neugepflanzter Bäume
- ▶ Verfügbarkeit von Frühwarnsystemen
- ▶ Schulungen für Verwaltungsmitarbeitende

Evaluation der Maßnahmen

Die Evaluation der Maßnahmen bildet die Grundlage für die strategische Weiterentwicklung des Klimafolgenanpassungskonzepts. Sie zielt darauf ab, die Wirksamkeit und Effizienz einzelner Maßnahmen zu prüfen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

Basis für die Evaluation ist das Indikatorenensystem mit regelmäßig aktualisierten Angaben zu Umsetzung (Erfolg), Wirkung (Impact) und klimatischen Entwicklungen (State). Diese werden zentral durch das Landratsamt konsolidiert und bewertet.

Auf Basis der Impact-Indikatoren wird analysiert, inwiefern durch Maßnahmen wie Entsiegelung, Hitzeaktionspläne oder Hochwasserschutzprojekten konkrete Verbesserungen oder Veränderungen in der Region erkennbar sind. Hierbei werden Trends, Korrelationen und mögliche externe Einflussfaktoren berücksichtigt.

Um einen Vergleich des Soll-Ist-Zustands zu erzielen werden die angestrebten Ziele und Maßnahmenumfänge mit dem tatsächlichen Umsetzungsstand (Erfolgs-Indikator) verglichen. Bei Abweichungen erfolgt eine Ursachenanalyse.

Mit diesen Ergebnissen erfolgt ein Erfahrungsaustausch: In Fachrunden mit den Kommunen werden die Ergebnisse diskutiert. Best-Practice-Beispiele, Hemmnisse und Verbesserungsvorschläge werden systematisch aufgearbeitet und fließen in die Fortschreibung des Maßnahmenkatalogs ein.

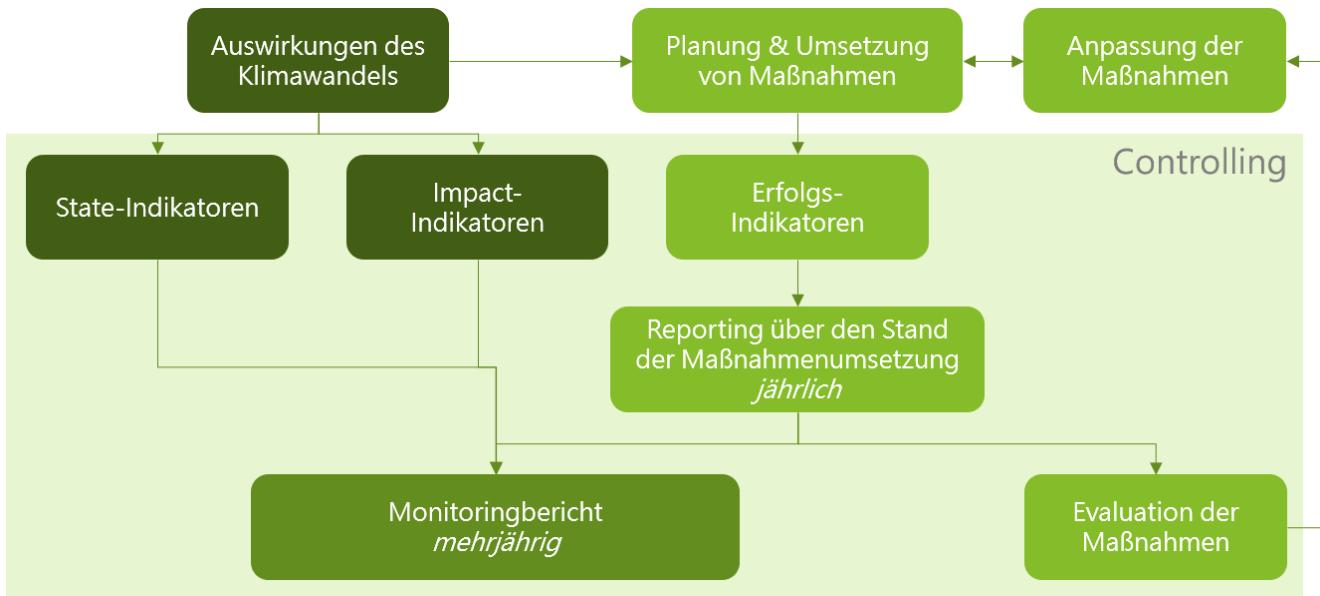


Abbildung 38: Controlling-Systematik für das Klimaanpassungskonzepts im Landkreis München

8.2. Berichtsstruktur

Die Berichterstattung wird maßgeblich vom Landratsamt koordiniert und erfolgt kommunenübergreifend. Für die Erhebung und Meldung der Erfolgs-Indikatoren sind die Kommunen zuständig. Aus der Datenerhebung erfolgt eine zweistufige Berichterstattung:

Es erfolgt eine regelmäßige Berichterstattung zur Veranschaulichung des Umsetzungsfortschritts der kommunalen sowie LRA-Maßnahmen. Die

Dokumentation wird zentral koordiniert und in enger Abstimmung mit den Kommunen erstellt.

Im mehrjährigen Intervall folgt der Monitoring- und Evaluationsbericht mit einer tiefgreifenden Auswertung der Impact- und Erfolgs-Indikatoren, Analyse von Trends und Maßnahmenwirkungen sowie deren Bewertung in Bezug auf die Zielerreichung. Die Ergebnisse mehrerer Berichtszyklen dienen zugleich als Grundlage für eine mögliche Fortschreibung des Konzepts.

8.3. Tool zur Datenerfassung

Um ein einheitliches Vorgehen bei der Datenerfassung zu gewährleisten und eine einfache Anwendung in der Verwaltung zu ermöglichen, wurde im Rahmen der Konzepterstellung ein Excel-basiertes Tool konzipiert. Dieses enthält folgende Funktionen:

- ▶ Auswahl relevanter Indikatoren aus einem vorgegebenen Pool
- ▶ Möglichkeit zur individuellen Ergänzung oder Archivierung
- ▶ Eingabemasken für die jährliche Datenerfassung

- ▶ Automatisierte Visualisierung der Zeitreihen (bis 2050)
- ▶ Verknüpfung mit dem jährlichen und vierjährlichen Berichtswesen

Kommunen können in eigenen Excel-Tabellen die Daten ihrer Kommune hinterlegen, welche durch das LRA dann zentral gebündelt werden.

Die Verantwortung für die Datenpflege liegt nach Konzeptabschluss bei der Verwaltung des Landratsamtes (für Impact-, State- sowie Erfolgs-Indikatoren der LRA-Maßnahmen) bzw. den beteiligten Kommunen (für Erfolgs-Indikatoren der kommunalen Maßnahmen).

8.4. Controlling als wichtiges Element der Verstetigung

Das Controlling-Konzept ist ein zentrales Element für die Verstetigung und strategische Weiterentwicklung der Klimaanpassung im Landkreis München. Es erlaubt nicht nur eine kontinuierliche Erfolgskontrolle, sondern schafft auch die Grundlage für eine adaptive Steuerung, mit dem Ziel, die Resilienz des Landkreises langfristig zu stärken.

Mit dem Indikatoren-basierten Controlling erhält der Landkreis ein praxistaugliches Werkzeug, das

zugleich wissenschaftlich fundiert ist und eine hohe Anschlussfähigkeit an nationale Standards (z. B. Deutsche Anpassungsstrategie, Monitoringbericht des Bundes) gewährleistet. So wird Klimafolgenanpassung zum lernenden, evaluierbaren und transparenten Prozess für Kommunen, Verwaltung und Öffentlichkeit.

Ausblick

09

9. Ausblick

Die Folgen des Klimawandels sind auch im Landkreis München zunehmend spürbar. Extremwetterereignisse, steigende Temperaturen und veränderte Niederschlagsmuster stellen Kommunen, Verwaltung und Infrastruktur vor wachsende Herausforderungen. Mit dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept liegt nun eine fundierte und strategisch ausgerichtete Grundlage vor, um diesen Entwicklungen strukturiert zu begegnen.

Der Landkreis hat mit der Erarbeitung dieses Konzepts zentrale klimabezogene Risiken identifiziert, kommunale Betroffenheiten analysiert und darauf aufbauend Handlungsansätze formuliert. Dabei wurden regionale Unterschiede berücksichtigt und konkrete Maßnahmen für verschiedene Handlungsfelder aufgezeigt. Ziel ist es, die Klimawandelanpassung systematisch in kommunale Entscheidungs- und Planungsprozesse zu integrieren und Synergien zwischen den einzelnen Akteuren im Landkreis zu fördern.

Mit der Fertigstellung des Konzepts beginnt die nächste Phase: die Umsetzung. Der Landkreis München wird hierbei eine doppelte Rolle einnehmen – zum einen durch die Realisierung eigener Maßnahmen in Zuständigkeit des Landratsamtes, zum anderen durch die aktive Unterstützung der Kommunen bei der Umsetzung vor Ort. Dies kann durch fachliche Beratung, organisatorische Unterstützung, Informationsangebote oder die Koordination gemeinsamer Anpassungsaktivitäten erfolgen. Darüber hinaus wird der Landkreis bestehende und künftige Förderprogramme gezielt nutzen und weitervermitteln.

Das vorliegende Konzept schafft eine strategisch fundierte und gemeinsam entwickelte Grundlage für den weiteren Anpassungsprozess im Landkreis München. Es bietet Orientierung, priorisiert Handlungsfelder und Maßnahmen und stellt eine konzeptionelle Flughöhe bereit, die sowohl die Landkreisstrategie stärkt als auch Kommunen beim Einstieg in eigene Umsetzungsplanungen unterstützt. Vertiefende Maßnahmenplanungen und investive Umsetzungsschritte sind nicht Gegenstand dieses Konzepts, diese gilt es nun darauf aufbauend gezielt zu entwickeln und in die Umsetzung zu bringen.

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden auch die bestehenden Grenzen der Arbeit deutlich: Einige zentrale Grundlagen konnten bislang nicht berücksichtigt bzw. erarbeitet werden, unter anderem fehlt eine flächendeckende Klimaanalyse für den Landkreis. Bisher liegen keine raumbezogenen Klimaanalysekarten für den Landkreis München vor, etwa zu lokalen Wärmeinseln, Frischluftschneisen oder klimatisch belasteten Siedlungsbereichen. Eine solche Analyse stellt jedoch eine wichtige planerische Entscheidungsgrundlage dar, insbesondere für Maßnahmen der Bauleitplanung, Grünflächenentwicklung oder für Investitionen in klimaresiliente Infrastrukturen. Um eine differenzierte, räumlich wirksame Umsetzung des Konzepts zu ermöglichen, wird die Erstellung einer Klimaanalysekarte als logischer nächster Schritt angestrebt und geprüft.

Um die Wirkung der Maßnahmen langfristig sicherzustellen, ist die kontinuierliche Fortschreibung des Konzepts sinnvoll. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, sich ändernde Rahmenbedingungen sowie Rückmeldungen aus der Praxis sollen in regelmäßigen Abständen in die Weiterentwicklung einfließen. Das die Umsetzung der Maßnahmen begleitende Monitoring ermöglicht dabei die Bewertung des Umsetzungsstandes und die bedarfsgerechte Anpassung der Strategie.

Die Umsetzung der Klimaanpassung ist eine dauerhafte Aufgabe, sie erfordert strukturelle Ressourcen, langfristiges Engagement und eine klare Verantwortungszuordnung auf allen Ebenen. Nur im Zusammenspiel vieler Akteurinnen und Akteure kann sie erfolgreich umgesetzt werden. Mit dem vorliegenden Konzept wurde ein wichtiger Grundstein gelegt. Die nächsten Schritte erfordern nun Entschlossenheit, Weitblick und Offenheit – für einen zukunftsfähigen Landkreis München.



Glossar

10

10. Glossar

Abgrenzung Themenschwerpunkt - Handlungsfeld	Handlungsfelder, basierend auf der Deutschen [6] und Bayerischen Klimaanpassungsstrategie [5], erfassen die 14 vom Klimawandel betroffenen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereiche im Landkreis. Themenschwerpunkte bündeln diese für eine gezielte und strukturierte Bearbeitung.
BayKLAS	Bayerische Klima-Anpassungsstrategie [5]
Betroffenheitsanalyse / Hot-spotanalyse	Die Betroffenheitsanalyse zeigt die Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Handlungsfelder. Die Hotspotanalyse identifiziert besonders betroffene Räume anhand vorher definierter Kriterien.
Beginn der Vegetationsperiode	Thermischer Vegetationsbeginn, d.h. erster Tag von 6 aufeinanderfolgenden Tagen mit einer Tagesmitteltemperatur von mindestens 5 °C [14]
Cluster	Cluster fassen Kommunen mit ähnlichen Strukturen, Herausforderungen und Potenzialen zusammen und ermöglichen dadurch eine differenzierte Bearbeitung auf kommunaler Ebene.
Dauer der Vegetationsperiode	Periode in Tagen zwischen Vegetationsbeginn und Vegetationsende [14].
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie [6]
DNS	Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie [34]
Eistage	Tage pro Jahr mit Temperaturmaximum kleiner als 0 °C [14]
Erfolgs-Indikator	Erfolgs-Indikatoren dokumentieren die umgesetzten Maßnahmen auf kommunaler Ebene.
Frosttage	Tage pro Jahr mit Temperaturminimum unter 0 °C [14]
Hitzetage	Tage pro Jahr mit einem Temperaturmaximum von mindestens 30 °C [14]
Idealbild + Leitlinie	Ein Idealbild ist ein Konzept, wie ein Sachverhalt sein sollte oder gewünscht ist. Es stellt das Ziel bzw. den langfristig angestrebten Zustand dar. Die Leitlinien sind konkrete, systematisch entwickelte Handlungsempfehlungen, die den Weg zum Idealbild beschreiben.
Impact-Indikator	Impact-Indikatoren messen konkrete Auswirkungen des Klimawandels in der Region und werden im Kontext des Controllings angewendet [35].
IPCC	Der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ist das Gremium der Vereinten Nationen zur Bewertung der wissenschaftlichen Erkenntnisse über den Klimawandel [1].
KAnG	Bundes-Klimaanpassungsgesetz [8]
Klimaanalysekarte	Analytische Darstellung der Klimaauswirkungen und Effekte in der Nacht sowie am Tag im Stadtgebiet und dem näheren Umland

	(Kaltluftprozessgeschehen, Überwärmung der Siedlungsgebiete) [30].
Klimaanpassung / Klimafolgenanpassung	Initiativen und Maßnahmen, um die Empfindlichkeit natürlicher und menschlicher Systeme gegenüber tatsächlichen oder erwarteten Auswirkungen des Klimawandels zu verringern. Es können verschiedene Arten von Anpassungen unterschieden werden, darunter vorausschauende und reaktive, private und öffentliche, autonome und geplante Maßnahmen [36].
Klimafolge	Bestimmte Veränderungen innerhalb eines Systems, die in Folge des Klimawandels auftreten. Klimafolgen können sowohl negativer (Risiken) als auch positiver Natur (Chancen) sein. [36]
Längste Trockenperiode	Tage pro Jahr mit weniger als 1 mm Tagesniederschlag [14]
Letzter Frosttag	Letzter Frosttag im ersten Halbjahr [14]
Naturbasierte Lösungen (Nature-based Solutions, NbS)	Naturbasierte Lösungen (Nature-based Solutions, NbS) nutzen natürliche Prozesse und Ökosysteme zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen.
Nassperioden	Anzahl von Perioden pro Jahr mit mehr als 5 mm Niederschlag pro Tag an mindestens 3 Tagen in Folge [14]
Querschnittsaufgabe	Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels betreffen nicht allein die Zuständigkeit eines einzelnen Sektors, sondern alle Bereiche und Handlungsfelder einer Kommune.
Resilienz	Die Fähigkeit eines Sozial- oder Ökosystems, Störungen aufzunehmen und gleichzeitig dieselbe Grundstruktur und Funktionsweisen, die Kapazität zur Selbstorganisation sowie die Kapazität, sich an Stress und Veränderungen anzupassen, zu bewahren [36].
Sensitivität	Der Grad, zu welchem ein System oder Akteur entweder nachteilig oder positiv durch Klimavariabilität oder Klimaänderungen beeinflusst wird oder darauf reagiert [36].
Sommertage	Tage pro Jahr mit einem Temperaturmaximum größer als 25 °C [14]
Starkniederschlagstage 25 mm	Tage pro Jahr mit mindestens 25 mm Niederschlag [14]
Starkniederschlagstage 30 mm	Tage pro Jahr mit mindestens 30 mm Niederschlag [14]
State-Indikator	State-Indikatoren beschreiben die klimatische Ausgangslage. Sie dokumentieren klimarelevante Trends und werden im Kontext des Controllings angewendet [35].
Trockenperioden (≥ 7 Tage)	Anzahl von Perioden pro Jahr mit mindestens 7 aufeinanderfolgenden Tagen mit einem Tagesniederschlag von weniger als 1 mm [14]
Trockenperioden (≥ 11 Tage)	Anzahl von Perioden pro Jahr mit mindestens 11 aufeinanderfolgenden Tagen mit einem Tagesniederschlag von weniger als 1 mm [14]
Tropennächte	Tage pro Jahr mit Temperaturminimum größer als 20 °C [14]



Verzeichnisse

11

11. Verzeichnisse

11.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Inhalte der Konzeptarbeit	18
Abbildung 2: Themenschwerpunkte und Handlungsfelder des Klimafolgenanpassungskonzeptes	19
Abbildung 3: Einteilung der Kommunen in Cluster zur Bearbeitung des Konzepts	21
Abbildung 4: Verschiebung klimatischer Bedingungen deutscher Städte in den Zeiträumen Vergangenheit, Gegenwart, nahe Zukunft, ferne Zukunft. Die Darstellung bezieht sich auf die Kombination der Klimaparameter saisonale mittlere Temperaturen, sommerliche Maximum- und winterliche Minimumtemperaturen sowie mittlere saisonale Niederschläge [10].	24
Abbildung 5: Die sieben Klimaregionen Bayerns [12]. Um das heterogene Klima in Bayern treffend abbilden zu können, wurde das Bundesland in 7 Klimaregionen mit möglichst ähnlichen Temperatur- und Niederschlagsmustern unterteilt.	25
Abbildung 6: Mittlere beobachtete Jahrestemperatur der Landkreise München und Ebersberg [14].	27
Abbildung 7: Entwicklung der Lufttemperatur (1955-2023) an den DWD-Stationen München-Stadt, Attenkam, Oberschleißheim und Oberhaching-Laufzorn. Der grau hinterlegte Bereich zeigt die Referenzperiode 1971-2000. Die schwarze Trendlinie repräsentiert ein geglättetes Mittel der Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen dabei den unsicheren Bereich der Trendlinie.	28
Abbildung 8: Jährliche Niederschlagssummen für das Gebietsmittels München-Ebersberg [14].	29
Abbildung 9: Entwicklung des Jahresniederschlags (1955-2023) an den DWD-Stationen München-Stadt, Attenkam, Oberschleißheim und Oberhaching-Laufzorn. Der grau hinterlegte Bereich zeigt die Referenzperiode 1971-2000. Die schwarze Trendlinie repräsentiert ein geglättetes Mittel der Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen dabei den unsicheren Bereich der Trendlinie.	30
Abbildung 10: Niederschlagsstundenanzahl mit Überschreitung der Warnschwellen für Starkregen und Dauerregen unter Angabe der Gesamtzahl der Niederschlagsstunden über den Beobachtungszeitraum der Jahre 2001 bis 2020 [18].	31
Abbildung 11: Jährliche Ereignisanzahl von Starkregen mit Überschreitung der DWD-Warnstufe 3 für Unwetter mit Dauerstufen <=6 Stunden (a) und Dauerstufen von 9 bis 72 Stunden (b) des Landkreises München aus CatRaRE [19].	32

Abbildung 12: Veränderungen im Landkreis: Trend von 1971-2000 (30-jährige Mittelwerte 1956-1985 und 1985-2014), eigene Auswertung basierend auf [14]	33
Abbildung 13: Änderung der projizierten Jahrestemperatur des Gebietsmittels München-Ebersberg für RCP4.5 und RCP8.5 [14]	35
Abbildung 14: Änderung des projizierten Jahresniederschlags des Gebietsmittels München-Ebersberg für RCP4.5 und RCP8.5 [14]	36
Abbildung 15: Überblick über Veränderungen wichtiger Klimaindikatoren bis Ende des Jahrhunderts für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 im Landkreis München	38
Abbildung 16: Flächenverteilung im Landkreis München [23]	41
Abbildung 17: Bevölkerungszahlen im Landkreis München nach Altersgruppen im Jahr 20 [38] 24 sowie prognostizierter Zuwachs bis 2039 [24]	42
Abbildung 18: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Bauen und Wohnen	45
Abbildung 19: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung	48
Abbildung 20: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Grün- und Freiflächen	52
Abbildung 21: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Wasserwirtschaft	55
Abbildung 22: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft	59
Abbildung 23: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Landwirtschaft	63
Abbildung 24: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Bodenschutz und Georisiken	67
Abbildung 25: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Naturschutz und Biodiversität	70
Abbildung 26: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Straßenbau und Verkehr	74
Abbildung 27: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Energiewirtschaft	77
Abbildung 28: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Gesundheit	80
Abbildung 29: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Wirtschaft	84
Abbildung 30: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Sicherheit und Katastrophenschutz	88
Abbildung 31: Klimafolgenmatrix – Handlungsfeld Tourismus und Naherholung	92

Abbildung 32: Risikobewertung U6 Klimaszenario 2050 RCP 8.5	96
Abbildung 33: Risikobewertung Ü65 Klimaszenario 2050 RCP 8.5	97
Abbildung 34: Klimaanalyse Bestand Landkreis München	101
Abbildung 35: Klimaanalyse Schwacher Klimawandel Landkreis München	102
Abbildung 36: Klimaanalyse Starker Klimawandel Landkreis München	103
Abbildung 37: Identifizierte Akteure und Akteurinnen für das Klimafolgenanpassungskonzepts des LK München	111
Abbildung 38: Controlling-Systematik für das Klimaanpassungskonzepts im Landkreis München	131
Abbildung 39: Beobachtete Änderung der mittleren Jahrestemperatur an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	157
Abbildung 40: Anomalie der mittleren Jahrestemperatur an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	158
Abbildung 41: Beobachte Änderung der Hitzetage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	158
Abbildung 42: Anomalie der Hitzetage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	158
Abbildung 43: Beobachte Änderung der Sommertage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	159
Abbildung 44: Anomalie der Sommertage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	159
Abbildung 45: Beobachte Änderung der Tropennächte an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	159
Abbildung 46: Anomalie der Tropennächte an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	160
Abbildung 47: Beobachte Änderung der Frosttage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	160
Abbildung 48: Anomalie der Frosttage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	160
Abbildung 49: Beobachte Änderung der Eistage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	161

Abbildung 50: Anomalie der Eistage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	161
Abbildung 51: Beobachte Änderung des Jahresniederschlags an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	161
Abbildung 52: Anomalie des Jahresniederschlags an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	162
Abbildung 53: Beobachte Änderung des saisonalen Niederschlags im Winter, Frühling, Sommer und Herbst an der Station München-Stadt.	162
Abbildung 54: Anomalie des saisonalen Niederschlags an der Station München-Stadt im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	163
Abbildung 55: Beobachte Änderung des saisonalen Niederschlags im Winter, Frühling, Sommer und Herbst an der Station Attenkam.	164
Abbildung 56: Anomalie des saisonalen Niederschlags an der Station Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	165
Abbildung 57: Beobachte Änderung der Starkniederschlagstage (>25 mm) an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	165
Abbildung 58: Anomalie der Starkniederschlagstage (>25 mm) an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	166
Abbildung 59: Beobachte Änderung der Trockenperioden (>= 7 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	166
Abbildung 60: Anomalie der Trockenperioden (>= 7 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	166
Abbildung 61: Beobachte Änderung der Trockenperioden (>= 11 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	167
Abbildung 62: Anomalie der Trockenperioden (>= 11 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.	167
Abbildung 63: Beobachte Änderung der längsten Trockenperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam.	167

Abbildung 64: Anomalie der längsten Trockenperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000. 168

Abbildung 65: Beobachte Änderung der Nassperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam. 168

Abbildung 66: Anomalie der Nassperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000. 168

Abbildung 67: Beobachte Änderung der Dauer der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam. 169

Abbildung 68: Anomalie der Dauer der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000. 169

Abbildung 69: Beobachte Änderung des Beginns der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam. 170

Abbildung 70: Anomalie des Beginns der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000. 170

Abbildung 71: Beobachte Änderung des letzten Frosttages im ersten Halbjahr an den Stationen München-Stadt und Attenkam. 170

Abbildung 72: Anomalie des letzten Frosttages im ersten Halbjahr an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000. 171

Abbildung 73: Überblick über Veränderungen wichtiger Klimaindikatoren bis Mitte des Jahrhunderts für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 im Landkreis München 171

11.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Bauen und Wohnen. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet	46
Tabelle 2: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Bauen und Wohnen	46
Tabelle 3: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet	49
Tabelle 4: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Raum- und Stadtplanung/ Entwicklung	50
Tabelle 5: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Grün- und Freiflächen. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet	53
Tabelle 6: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität prioritärer Klimafolgen des Handlungsfelds Grün- und Freiräume	53
Tabelle 7: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Wasserwirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet	56
Tabelle 8: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Wasserwirtschaft.	57
Tabelle 9: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Wald und Forstwirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet	60
Tabelle 10: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft	62
Tabelle 11: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Landwirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet	64
Tabelle 12: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Landwirtschaft	65
Tabelle 13: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Bodenschutz und Georisiken. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	68
Tabelle 14: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Bodenschutz und Georisiken.	69

Tabelle 15: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Naturschutz und Biodiversität. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	71
Tabelle 16: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Naturschutz und Biodiversität.	72
Tabelle 17: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Straßenbau und Verkehr. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	75
Tabelle 18: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Straßenbau und Verkehr.	76
Tabelle 19: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Energiewirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	78
Tabelle 20: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Energiewirtschaft	79
Tabelle 21: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Gesundheit. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	81
Tabelle 22: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Gesundheit.	83
Tabelle 23: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Wirtschaft. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	85
Tabelle 24: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für prioritäre Klimafolgen des Handlungsfelds Wirtschaft	86
Tabelle 25: Erläuterung der Klimafolgen des Handlungsfeldes Sicherheit und Katastrophenschutz. Prioritäre Klimafolgen sind rot umrandet.	89
Tabelle 26: Zeitliche Dringlichkeit und Anpassungskapazität für das Handlungsfeld Sicherheit und Katastrophenschutz	91
Tabelle 27: Kommunikationskanäle und Zielgruppen	117
Tabelle 28: Beobachtete Klimaindizes der Temperatur für das Gebietsmittel München-Ebersberg sowie deren projizierte Änderungen. Referenzzeitraum 1971-2000; RCP 4.5 – blau, RCP 8.5 – rot; Median – fett gedruckt, min-max – normal gedruckt; Über-/Unterschreitung des bayerischen Durchschnittes um mehr als 5%. zum Ende des Jahrhunderts. Quelle: BayKIS 2023.	173

Tabelle 29: Beobachtete Klimaindizes des **Niederschlags** für das Gebietsmittel München-Ebersberg sowie deren projizierte Änderungen. Referenzzeitraum 1971-2000; RCP 4.5 – blau, RCP 8.5 – rot; Median – fett gedruckt, min-max – normal gedruckt; Über-/Unterschreitung des bayerischen Durchschnittes um mehr als 5% zum Ende des Jahrhunderts. Quelle: BayKIS 2023. 174

Tabelle 30: Beobachtete Klimaindizes der **Vegetation** für das Gebietsmittel München-Ebersberg sowie deren projizierte Änderungen. Referenzzeitraum 1971-2000; RCP 4.5 – blau, RCP 8.5 – rot; Median – fett gedruckt, min-max – normal gedruckt; Über-/Unterschreitung des bayerischen Durchschnitts zum Ende des Jahrhunderts um mehr als 5%. Quelle: BayKIS 2023. 176

11.3. Literaturverzeichnis

- [1] IPCC, „Summary for Policymakers,” in *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, C. W. Team, H. Lee und J. Romero, Hrsg., Genf, IPCC, 2023, pp. 1-34.
- [2] IPCC, „Summary for Policymakers,” in *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, H. Pörtner, D. Roberts, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem und B. Rama, Hrsg., Cambridge, UK und New York, NY, USA, Cambridge University Press, 2022, pp. 3-33.
- [3] J. Ciscar, L. Paroussos und D. van Regemorter, „Evaluation of post Kyoto GHG reduction paths,” *European Review of Energy Markets*, Bd. 7, Nr. 1, 2009.
- [4] M. Flaute, S. Reuschel und B. Stöver, „Volkswirtschaftliche Folgekosten durch Klimawandel: Szenarioanalyse bis 2050,” GWS Research Report 2022/02, Osnabrück, 2022.
- [5] Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Klimaanpassung in Bayern,” [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/klima/klimaanpassung_bayern/index.htm.
- [6] BMUKN, „Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel,” 16 01 2025. [Online]. Available: <https://www.bmuv.de/themen/klimaanpassung/die-deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel>.
- [7] European Commission, „EU Adaptation Strategy,” [Online]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en.
- [8] Bundesgesetzblatt, „Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG),“ 22 12 2023. [Online]. Available: <https://www.recht.bund.de/bgbI/1/2023/393/VO>. [Zugriff am 03 04 2024].
- [9] Umweltbundesamt, „Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 1: Grundlagen,” 2021.

- [10] Umweltbundesamt, „Klimatische Zwillingsstädte in Europa,” 16.12.2021. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/klimatische-zwillingsstaedte-in-europa#undefined>. [Zugriff am 2024].
- [11] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Klima-Faktenblätter Bayern und Süd-bayerisches Hügelland - Klima der Vergangenheit und Zukunft,” Augsburg, 2021.
- [12] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), „Klima-Report Bayern 2021 - Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten,” München, 2021.
- [13] Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Bayerische Klimadaten: Beobachtungsdaten, Klimaprojektionsensemble und Klimakennwerte für Bayern,” Augsburg, 2020.
- [14] Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Bayerisches Klimainformationssystem - BayKIS,” 2023. [Online]. Available: <https://klimainformationssystem.bayern.de/>. [Zugriff am 25. Juli 2023].
- [15] K. Lengfeld, E. Walawender, T. Winterrath, E. Weigl und A. Becker, „Catalogues of heavy precipitation events Version 2021.01 based on RADKLIM-RW Version 2017.002,” Deutscher Wetterdienst, 2021.
- [16] Deutscher Wetterdienst, „Historische tägliche Stationsbeobachtungen (Temperatur, Druck, Niederschlag, Sonnenscheindauer, etc.) für Deutschland,” 2023. [Online]. Available: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/. [Zugriff am 25. Juli 2023].
- [17] C. Müller, M. Nied, M. Voigt, C. Iber, T. Sauer, T. Junghänel, A. Hoy und H. Hübener, „Starkniederschläge - Entwicklungen in Vergangenheit und Zukunft: Kurzbericht,” Kooperationsvorhaben KLIWA, 2019.
- [18] D. A. Becker, D. K. Lengfeld, E. Walawender, E. Weigl und D. T. Winterrath, „RADKLIM-Bulletin Nr. 01-2021: Projekt-Rundschau - Panorama und Werkstatt,” Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2021.
- [19] Deutscher Wetterdienst, „CatRaRE Ereigniskataloge: Kataloge der Starkregenereignisse - Dashboard,” 2023. [Online]. Available: <https://www.dwd.de/klimate/erhebungen/catrare.html>.



<https://wetterdienst.maps.arcgis.com/apps/dashboards/a490b2b390044ff0a8b8b4c51aa24c60>. [Zugriff am 23 Juli 2023].

- [20] E. J. Kendon, N. M. Roberts, H. J. Fowler, M. J. Roberts, S. C. Chan und C. A. Senior, „Heavier summer downpours with climate change revealed by weather forecast resolution model,” *Nature Climate Change*, Nr. 4, p. 570–576, 2014.
- [21] Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), „LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement,” Erfurt, 2018.
- [22] Deutscher Wetterdienst, „Deutschlandwetter im Jahr 2024,” 2024. [Online]. Available: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2024/20241230_deutschlandwetter_jahr_2024_news.html. [Zugriff am 09 01 2025].
- [23] B. L. f. Statistik, „Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung in Bayern zum Stichtag 31. Dezember 2021,” Fürth, 2023.
- [24] L. München, „Sozialbericht 2024,” München, 2024.
- [25] Umweltbundesamt, „Anpassung: Handlungsfeld Bauwesen,” 11 Januar 2022. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-bauwesen>. [Zugriff am 2024].
- [26] Umweltbundesamt, „Anpassung: Handlungsfeld Raum-, Regional- und Bauleitplanung,” 06 Januar 2023. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-raum-regional-bauleitplanung>. [Zugriff am 2024].
- [27] Bundesministerium Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft Österreich, „Stadt – urbane Frei- und Grünräume,” 2024. [Online]. Available: <https://www.klimawandelanpassung.at/kwa-allgemein/kwa-folgen/kwa-stadt>. [Zugriff am 2024].
- [28] Bundesministerium Innovation, Mobilität und Infrastruktur Österreich, „Landwirtschaft,” 2024. [Online]. Available: <https://www.klimawandelanpassung.at/kwa-allgemein/kwa-landwirtschaft>.

- [29] Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, „Glossar - Katastrophe,” [Online]. Available: <https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Glossareintraege/DE/K/katastrophe.html>. [Zugriff am 2024].
- [30] Umweltconsulting, GEO- NET, „Abschlussbericht. Landesweite Schutzkarte Klima/Luft für die Landschaftsrahmenplanung,” Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, 2021.
- [31] G.-N. Umweltconsulting, „Abschlussbericht. Landesweite Schutzgutkarte Klima/Luft für die Landschaftsrahmenplanung,” Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, 2021.
- [32] BMUV, „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz – Entwurf,” 2022. [Online]. Available: <https://www.bmuv.de/download/aktionsprogramm-natuerlicher-klimaschutz>.
- [33] BMUV, „Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz,” 2023.
- [34] N. n. S. u. V. Bundesministerium für Umwelt, Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie.
- [35] UBA, 5.2 Wie messen Sie Klimawandel und Klimawirkungen?, 2022.
- [36] Umweltbundesamt, „Glossar,” [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/service/glossary/>.
- [37] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Klimaanpassung und Georisiken,” [Online]. Available: https://www.lfu.bayern.de/klima/klimaanpassung_bayern/georisiken/index.htm.
- [38] © Nexiga GmbH, 2024 .

29++



.....

Anhang

Anhang

Anhang 1: Klimaentwicklung Raum LK München 1955-2023

Dargestellt sind unter Anhang 1 temperaturabhängige und niederschlagsabhängige Klimaindizes. Für die Auswertung wurden die Stationen München-Stadt und Attenkam des Deutschen Wetterdienstes ausgewertet. Diese werden für alle betrachteten Klimaindizes gegenübergestellt. Dabei ist zuerst die Station München-Stadt und dann die Station Attenkam dargestellt. Lediglich Abbildung 53- Abbildung 56 weichen ab. Diese zeigen die saisonale Verteilung des Niederschlags. Hier sind die Stationen München-Stadt und Attenkam einzeln abgebildet. Grundsätzlich

werden zuerst die Absolutwerte zwischen 1955 und 2023 gezeigt. Danach folgt die Darstellung der Anomalie. Diese beschreibt die relative Änderung zur Referenzperiode 1971 bis 2000. Die gemittelten Werte über die Referenzperiode sind für die Abbildung der Anomalie neben dem Stationsnamen als Wert aufgezeigt. Der grau hinterlegte Bereich zeigt die Referenzperiode 1971-2000. Die schwarze Trendlinie repräsentiert ein geglättetes Mittel der Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen dabei den unsicheren Bereich der Trendlinie.

Temperatur

LK-München | Beobachtete Änderung

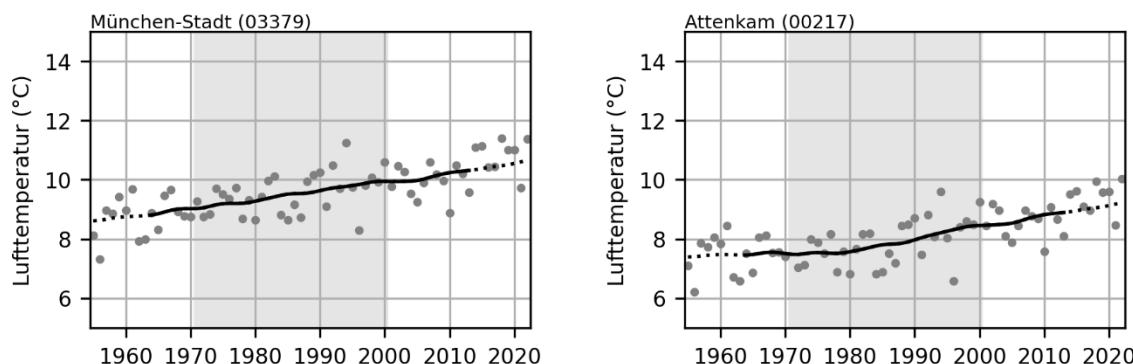


Abbildung 39: Beobachtete Änderung der mittleren Jahrestemperatur an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

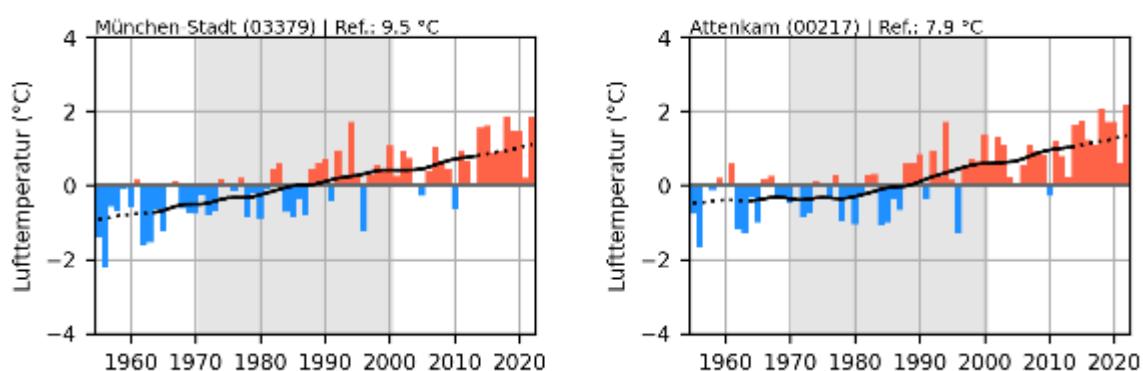


Abbildung 40: Anomalie der mittleren Jahrestemperatur an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

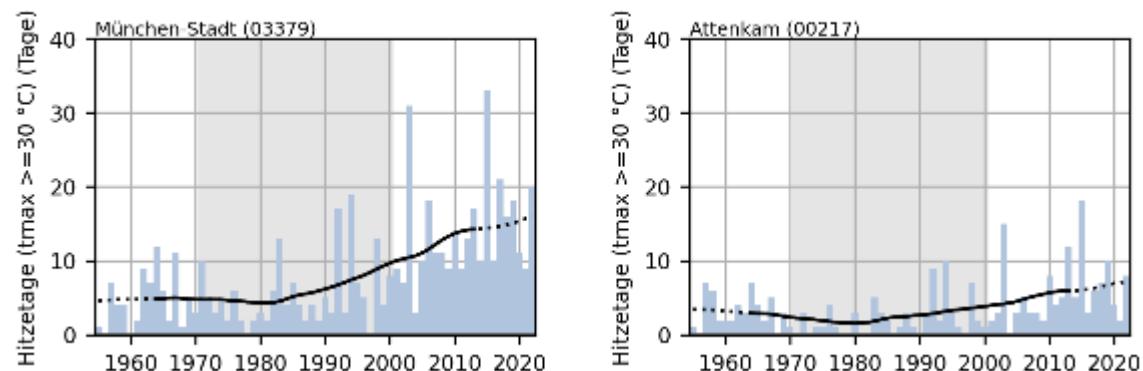


Abbildung 41: Beobachte Änderung der Hitzetage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

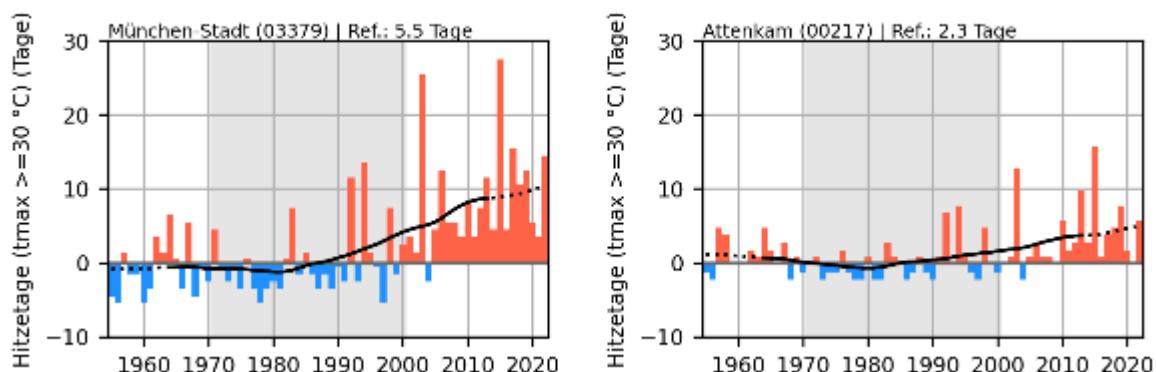


Abbildung 42: Anomalie der Hitzetage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

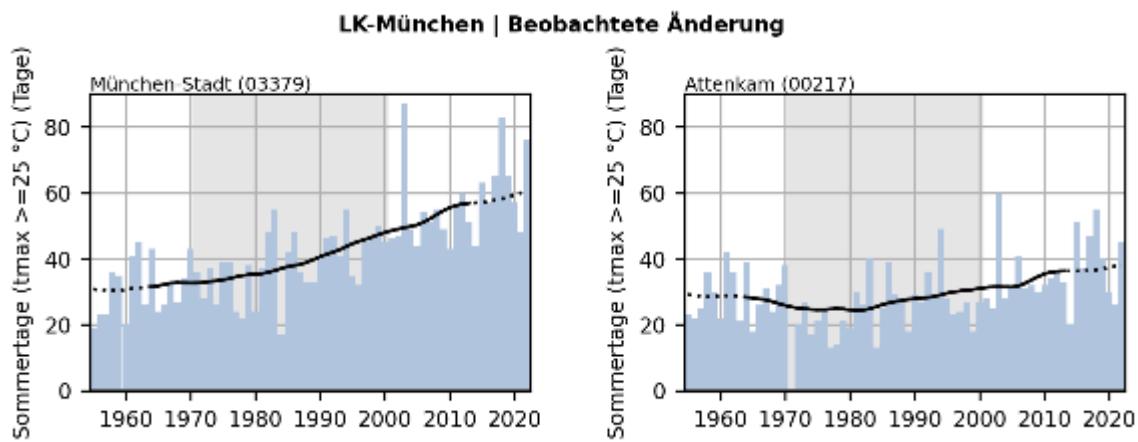


Abbildung 43: Beobachte Änderung der Sommertage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

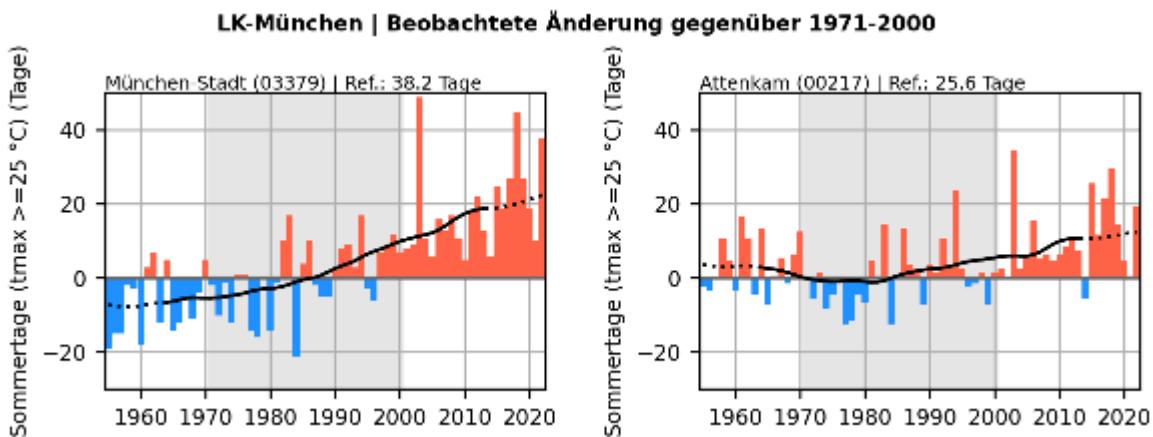


Abbildung 44: Anomalie der Sommertage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

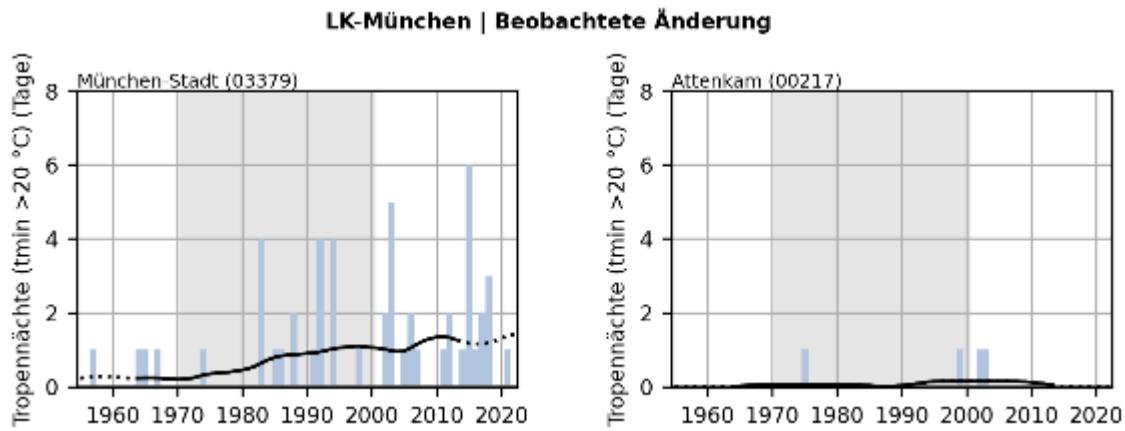


Abbildung 45: Beobachte Änderung der Tropennächte an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

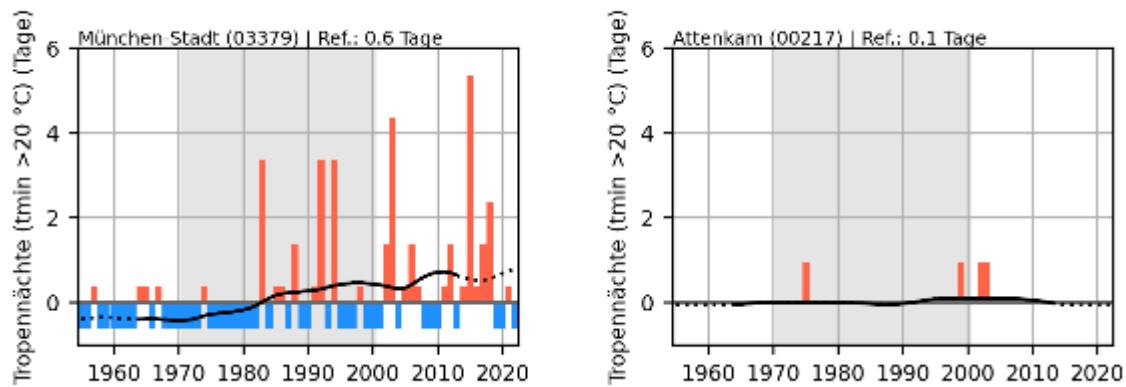
LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

Abbildung 46: Anomalie der Tropennächte an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

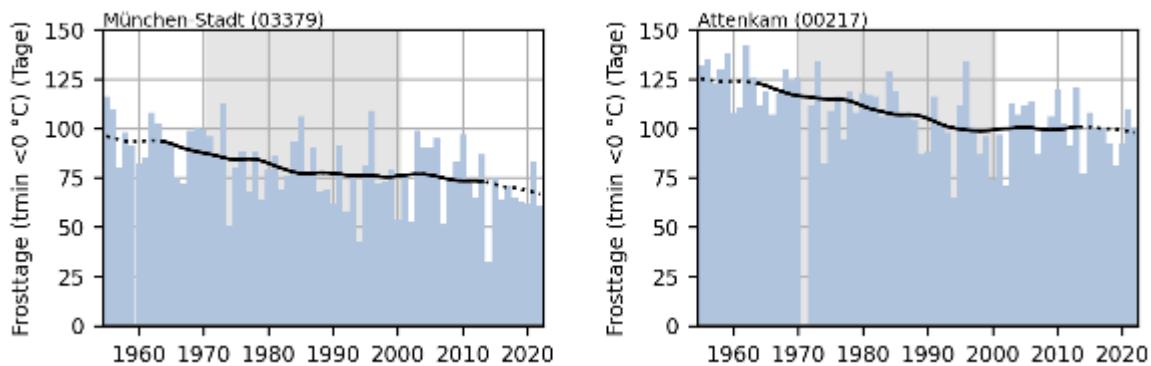
LK-München | Beobachtete Änderung

Abbildung 47: Beobachte Änderung der Frosttage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

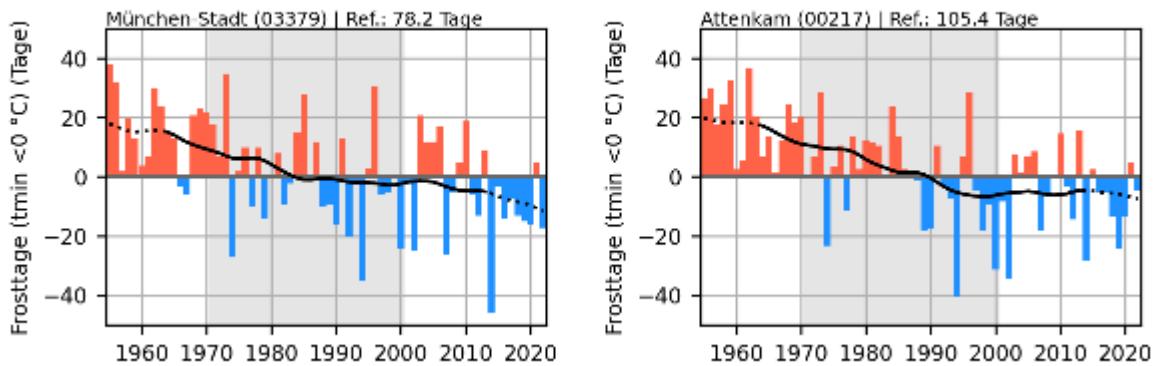
LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

Abbildung 48: Anomalie der Frosttage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

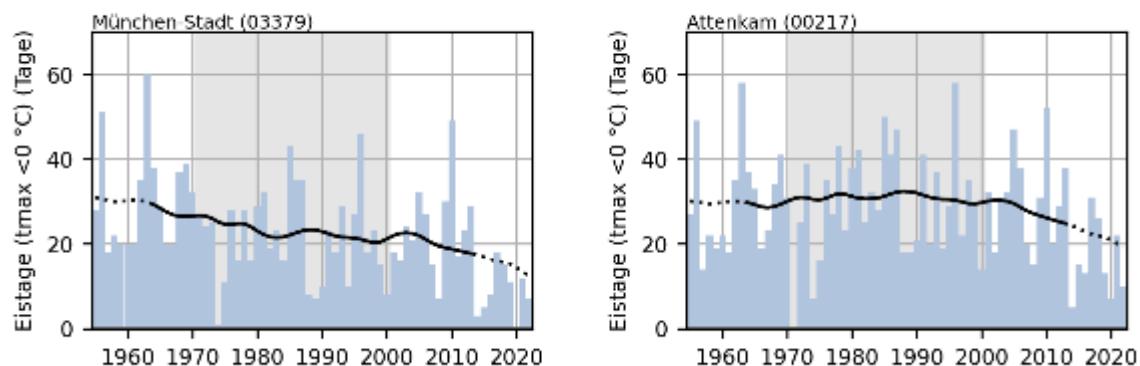


Abbildung 49: Beobachte Änderung der Eistage an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

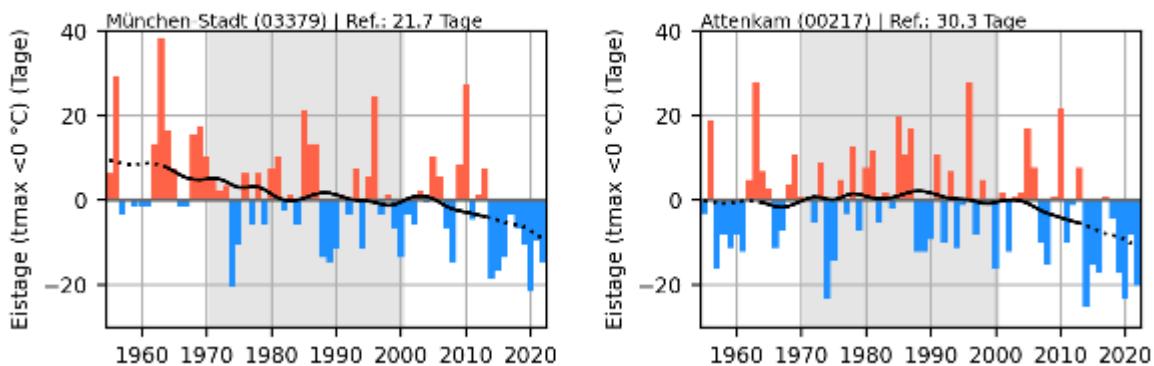


Abbildung 50: Anomalie der Eistage an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

Niederschlag

LK-München | Beobachtete Änderung

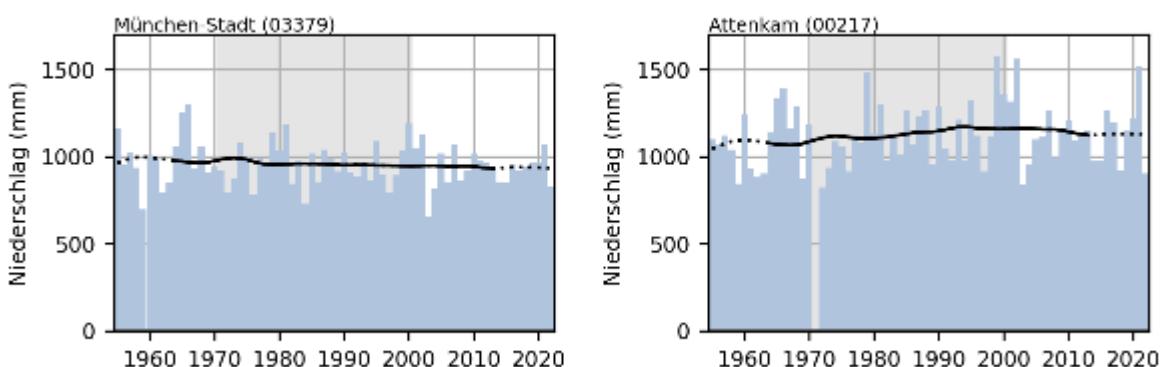


Abbildung 51: Beobachte Änderung des Jahresniederschlags an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

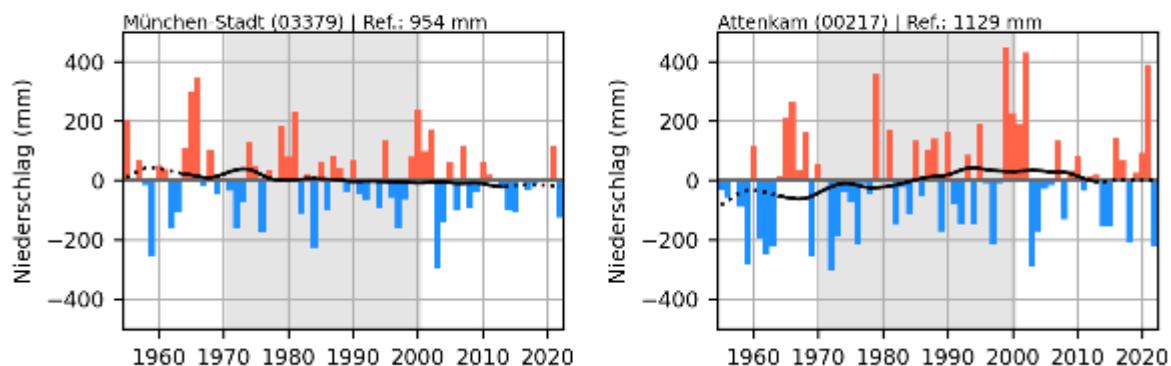


Abbildung 52: Anomalie des Jahresniederschlags an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

München-Stadt (03379) | Beobachtete Änderung

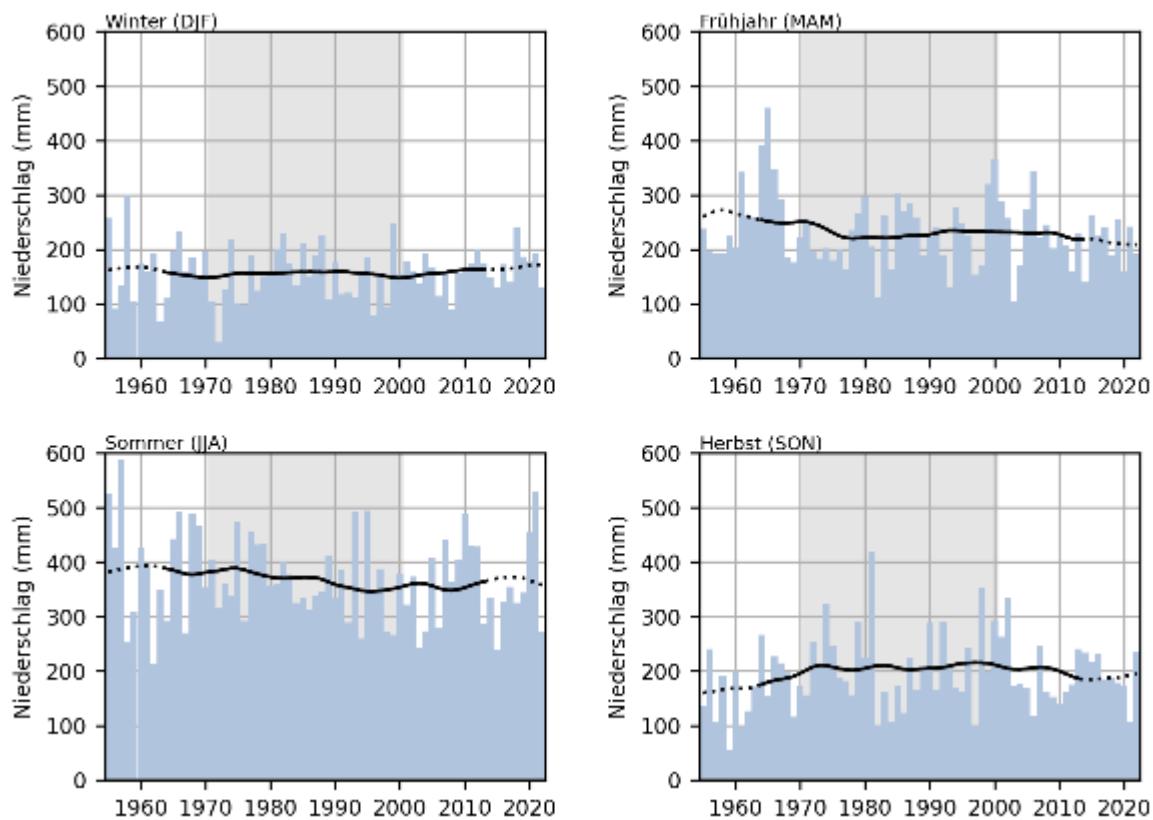


Abbildung 53: Beobachte Änderung des saisonalen Niederschlags im Winter, Frühling, Sommer und Herbst an der Station München-Stadt.

München-Stadt (03379) | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

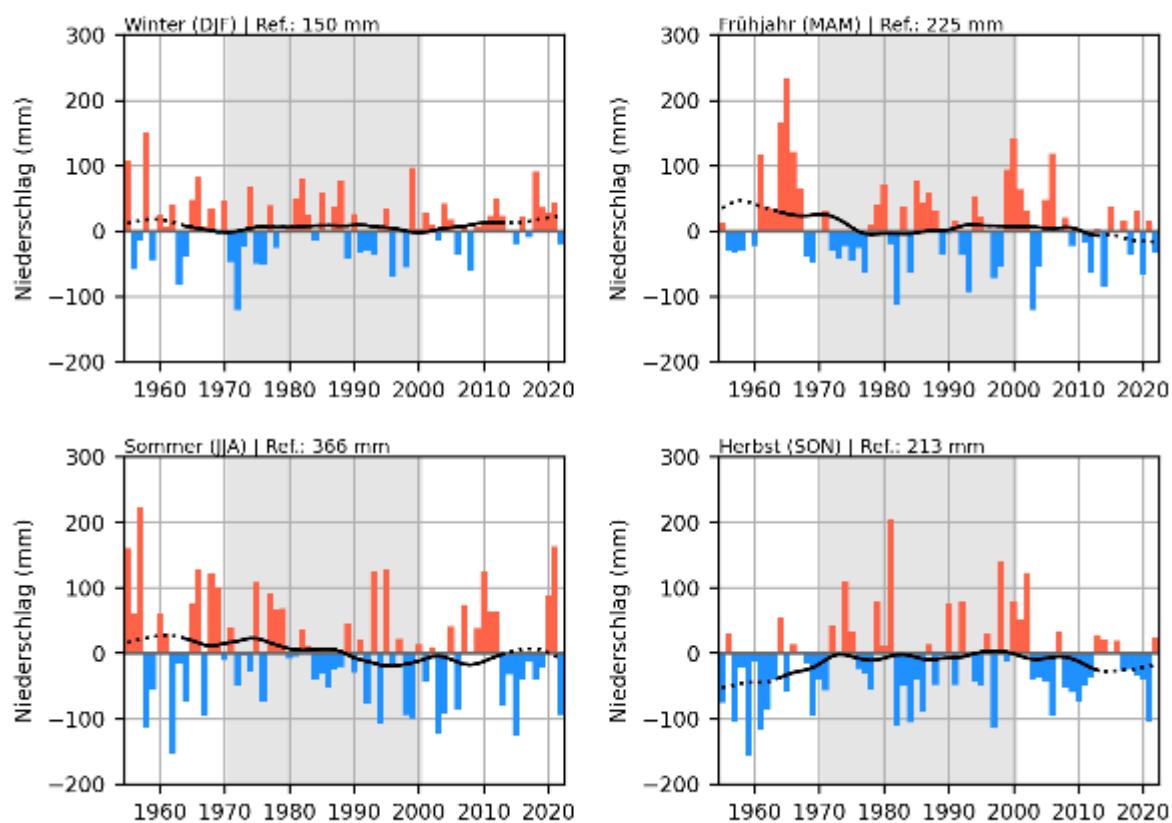


Abbildung 54: Anomalie des saisonalen Niederschlags an der Station München-Stadt im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

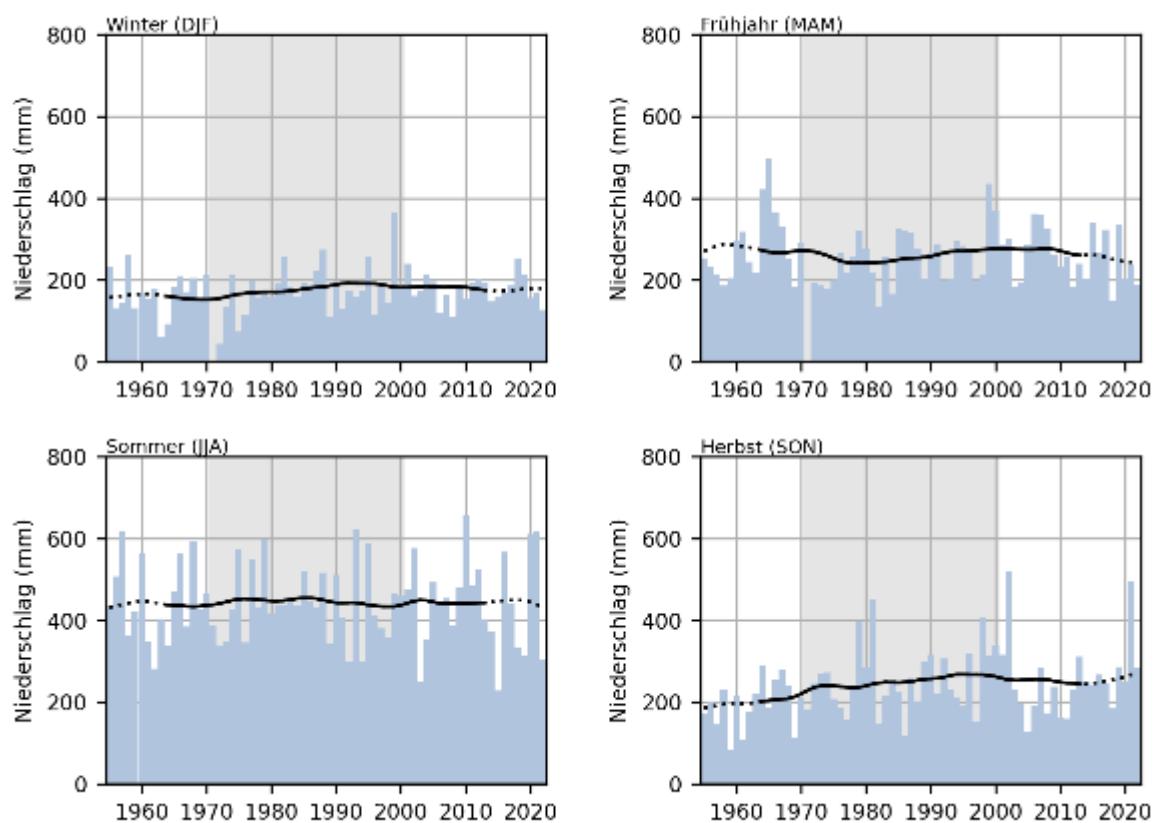
Attenkam (00217) | Beobachtete Änderung

Abbildung 55: Beobachte Änderung des saisonalen Niederschlags im Winter, Frühling, Sommer und Herbst an der Station Attenkam.

Attenkam (00217) | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

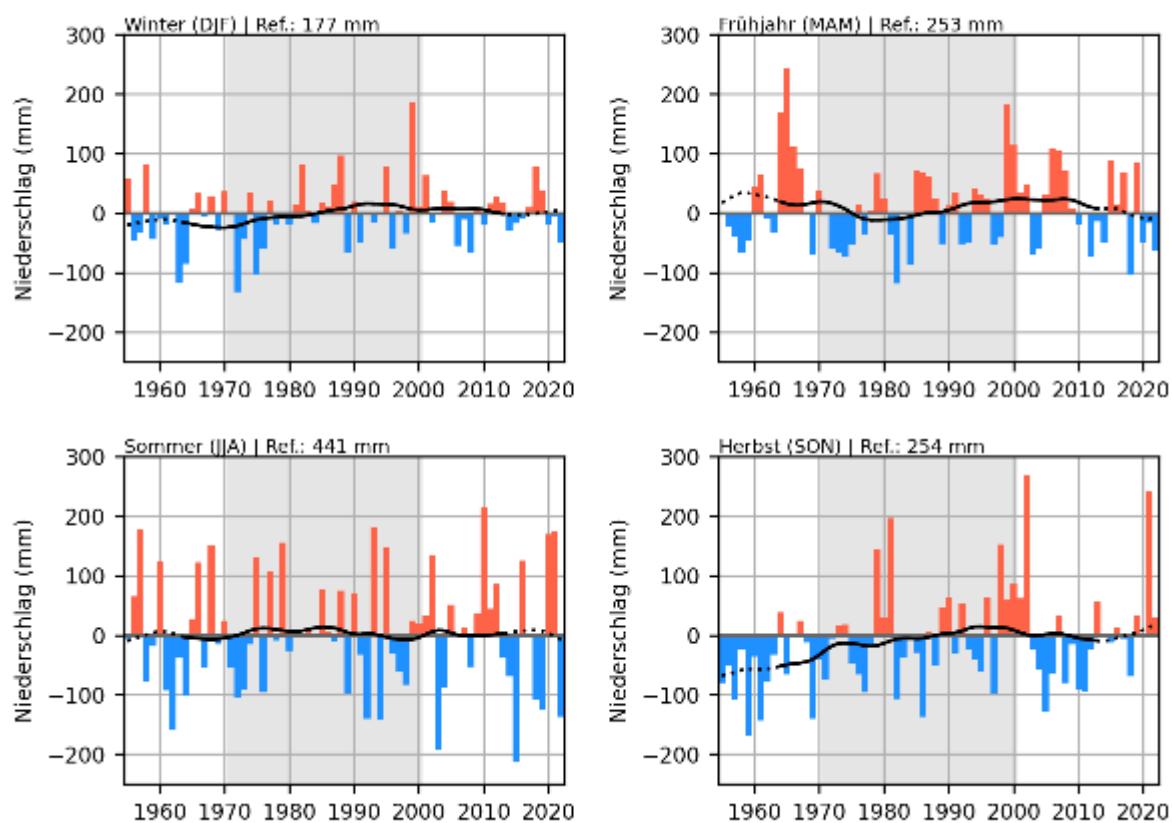


Abbildung 56: Anomalie des saisonalen Niederschlags an der Station Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

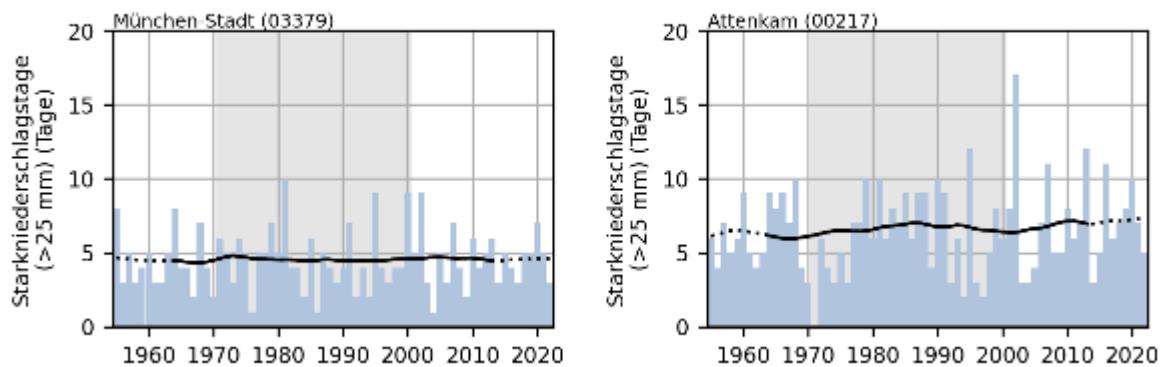


Abbildung 57: Beobachte Änderung der Starkniederschlagstage (>25 mm) an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

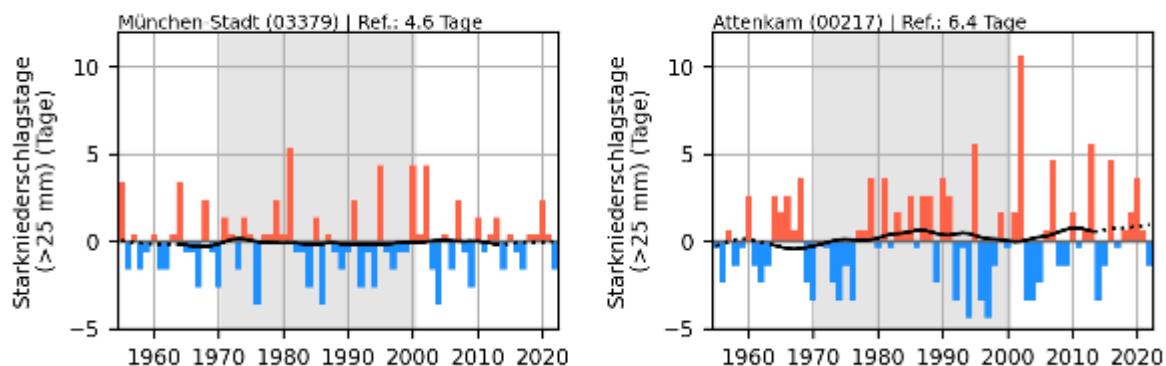
LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

Abbildung 58: Anomalie der Starkniederschlagstage (>25 mm) an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

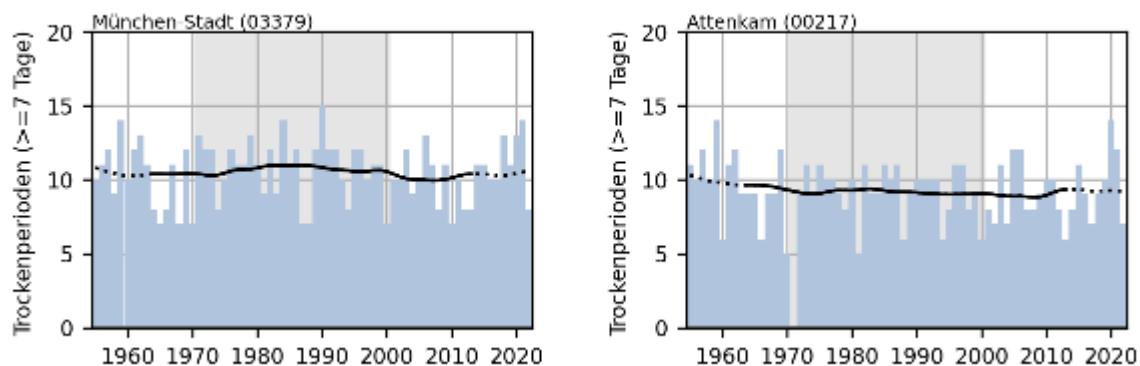
LK-München | Beobachtete Änderung

Abbildung 59: Beobachtete Änderung der Trockenperioden (≥ 7 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

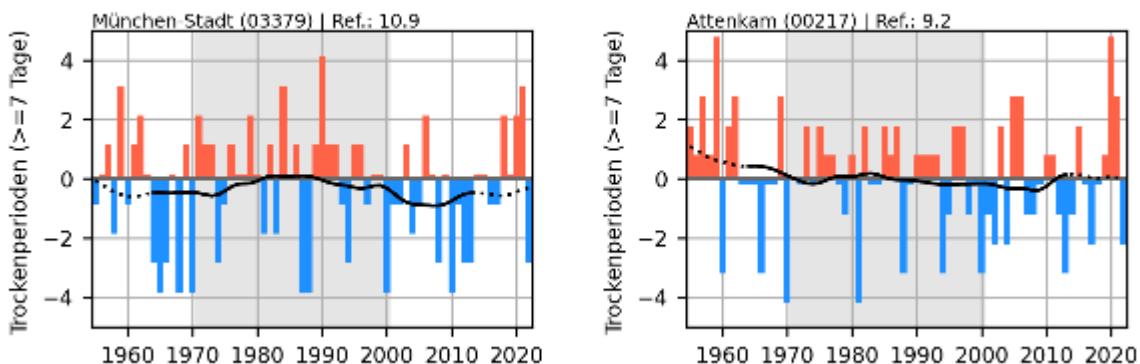
LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

Abbildung 60: Anomalie der Trockenperioden (≥ 7 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

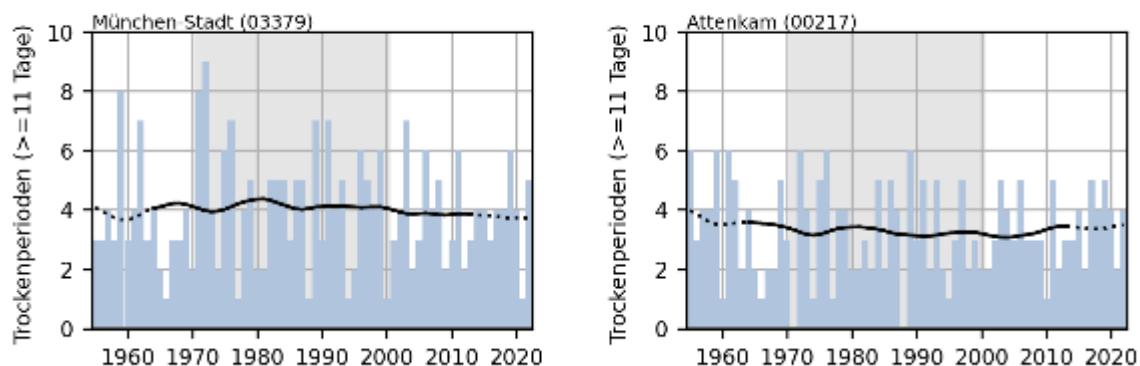


Abbildung 61: Beobachte Änderung der Trockenperioden (≥ 11 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

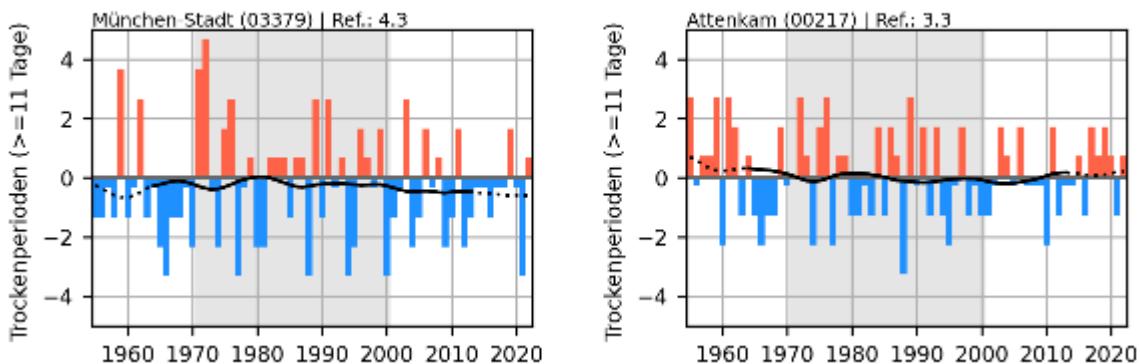


Abbildung 62: Anomalie der Trockenperioden (≥ 11 Tage) an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

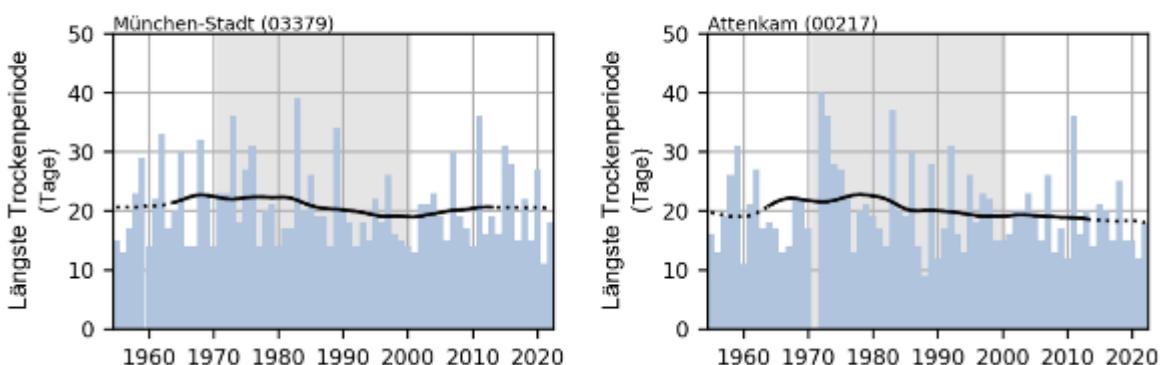


Abbildung 63: Beobachte Änderung der längsten Trockenperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

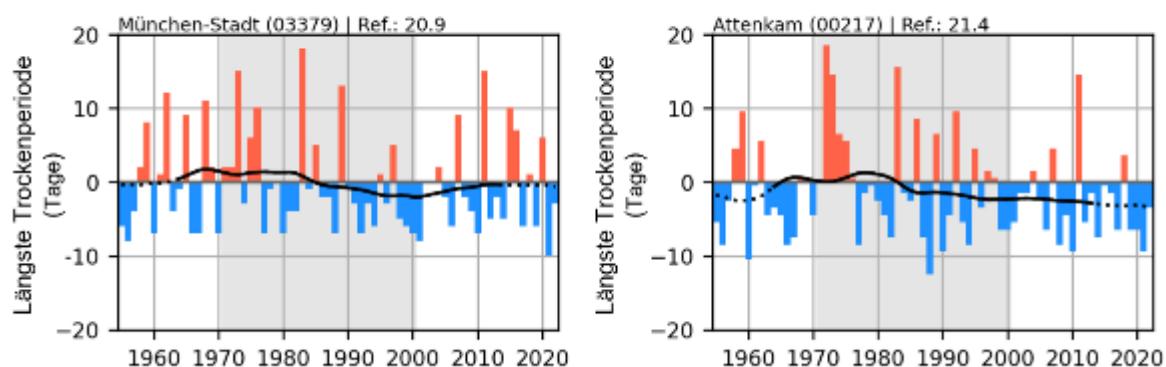
LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

Abbildung 64: Anomalie der längsten Trockenperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

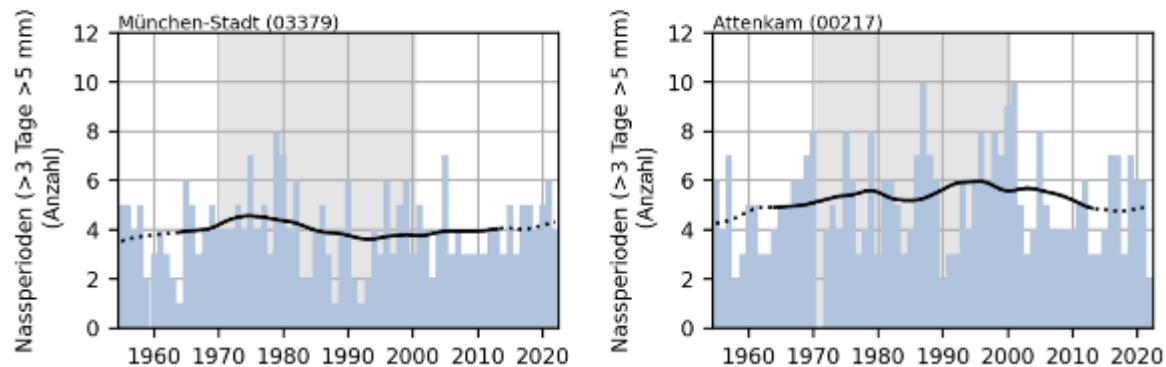
LK-München | Beobachtete Änderung

Abbildung 65: Beobachte Änderung der Nassperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

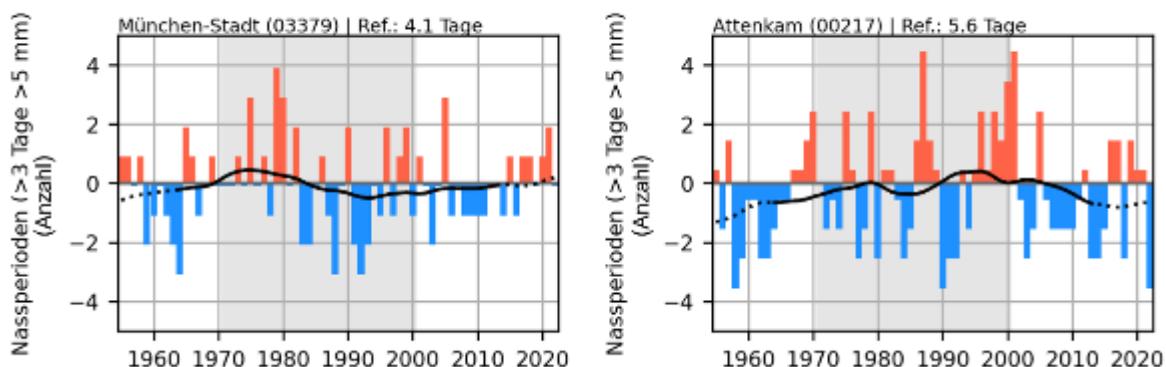
LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

Abbildung 66: Anomalie der Nassperioden an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

Vegetation

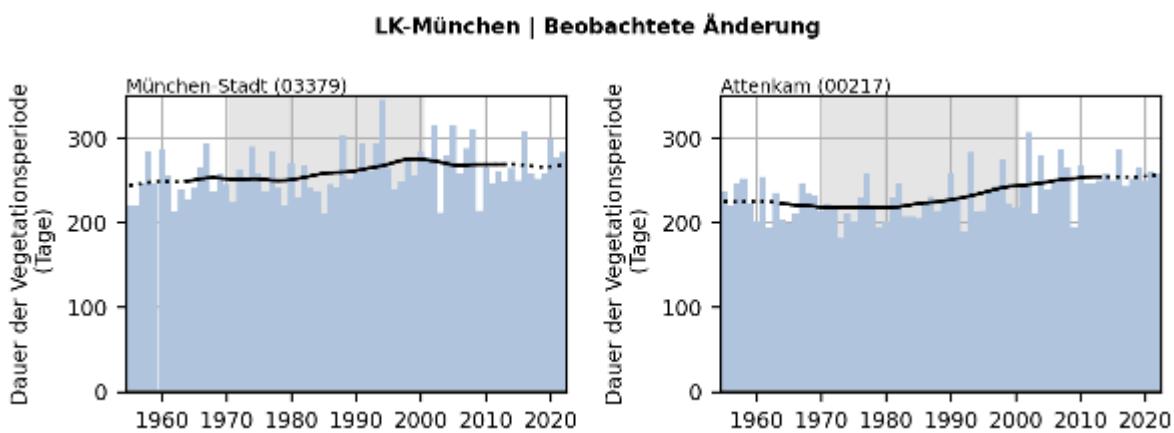


Abbildung 67: Beobachte Änderung der Dauer der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

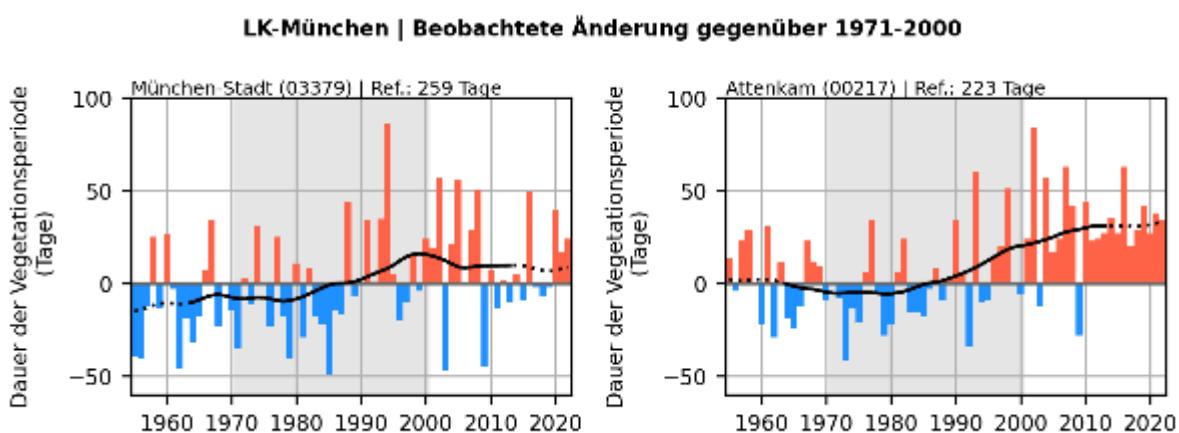


Abbildung 68: Anomalie der Dauer der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

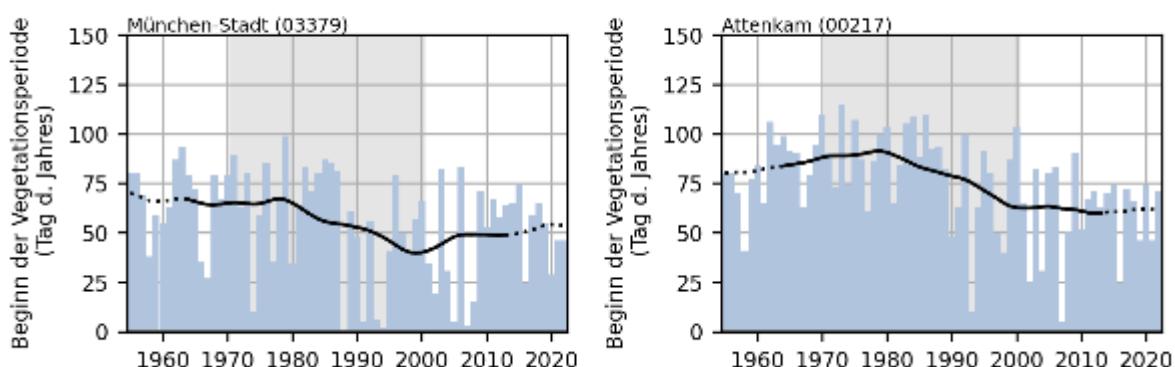


Abbildung 69: Beobachte Änderung des Beginns der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

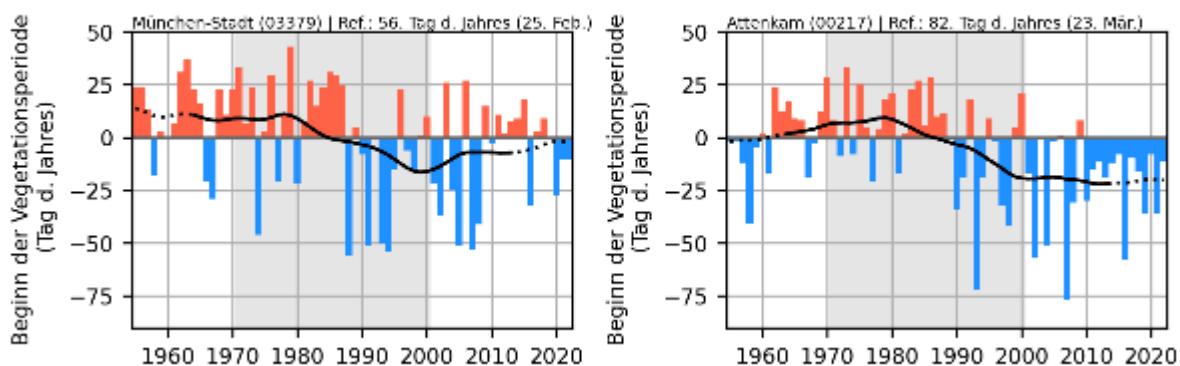


Abbildung 70: Anomalie des Beginns der Vegetationsperiode an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

LK-München | Beobachtete Änderung

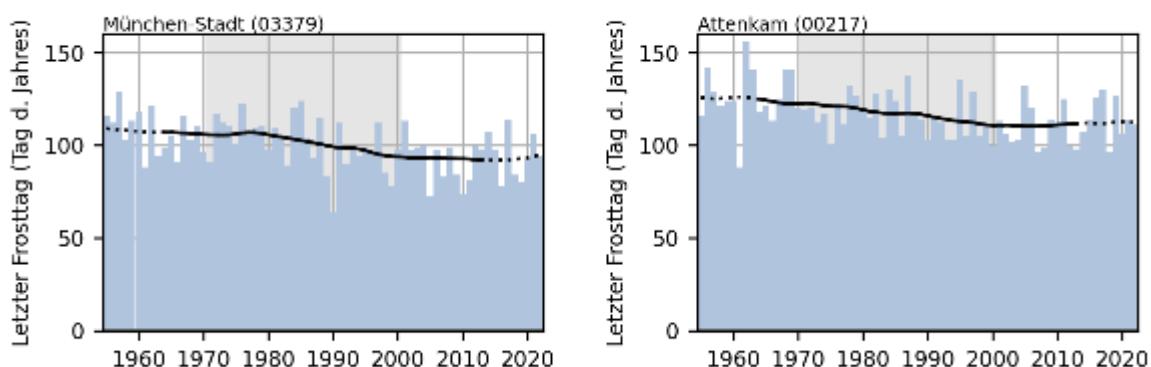


Abbildung 71: Beobachte Änderung des letzten Frosttages im ersten Halbjahr an den Stationen München-Stadt und Attenkam.

LK-München | Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

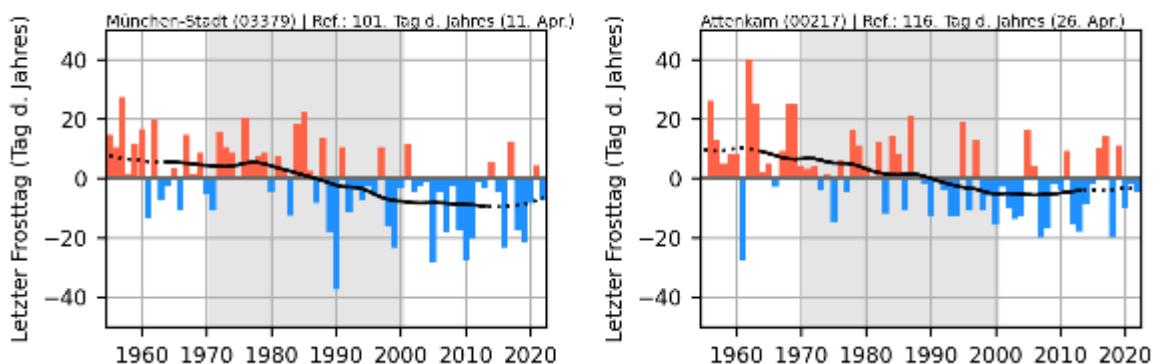


Abbildung 72: Anomalie des letzten Frosttages im ersten Halbjahr an den Stationen München-Stadt und Attenkam im Vergleich zur Referenzperiode 1971-2000.

Projektion bis <u>Mitte</u> des Jahrhunderts (2031-2060)				
	Referenzperiode 1971 - 2000	„Moderater CO ₂ -Anstieg“ (RCP [*] 4.5)	„Welter wie bisher“ (RCP [*] 8.5)	
	Mittlere Jahrestemperatur	8,4 °C	+ 1,6 °C	+ 2,2 °C
	Hitzetage (Tmax > 30 °C)	3,9 Tage im Jahr	+ 7,3 Tage im Jahr	+ 10,3 Tage im Jahr
	Tropennächte (Tmin > 20 °C)	0 Nächte im Jahr	+ 0,5 Nächte im Jahr	+ 1,2 Nächte im Jahr
	Frosttage (Tmin < 0 °C)	105,6 Tage im Jahr	- 26,5 Tage im Jahr (Verfrühung letzter Frosttag: 11,1 Tage)	- 40,6 Tage im Jahr (Verfrühung letzter Frosttag: 19,0 Tage)
	Eistage (Tmax < 0 °C)	28,2 Tage im Jahr	- 11,0 Tage im Jahr	- 15,4 Tage im Jahr
	Vegetationsperiode	231 Tage im Jahr	+ 24,7 Tage im Jahr (Verfrühung Beginn: 14,3 Tage)	+ 36,6 Tage im Jahr (Verfrühung Beginn: 23,6 Tage)
	Starkniederschlagstage (Tagessumme > 25 mm)	4,8 Tage im Jahr	+ 0,9 Tage im Jahr	+ 1,1 Tage im Jahr

* Representativ Concentration Pathway: Pfad zur Beschreibung von Szenarien für den Verlauf der absoluten Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre

OpenStax-Rand25 2023

Abbildung 73: Überblick über Veränderungen wichtiger Klimaindikatoren bis Mitte des Jahrhunderts für die Szenarien RCP 4.5 und 8.5 im Landkreis München

Anhang 2: Übersichtstabellen Klimaindizes

In der ersten Spalte findet sich die Beschreibung sowie die physikalische Einheit der Klimaindizes. In der zweiten Spalte sind, die im Gebietsmittel München-Ebersberg beobachteten Werte während der Referenzperiode angegeben. In der dritten Spalte sind für den jeweiligen Klimaindex die projizierten Änderungen gegenüber der Referenzperiode bis zur Mitte des Jahrhunderts (Mittelwert von 2031 bis 2060) und bis zum Ende des Jahrhunderts (Mittelwert von 2071 bis 2100) dargestellt. Neben dem Median der acht zugrunde

liegenden Simulationen (fett gedruckt) wird die Bandbreite aus Minimum und Maximum (normal gedruckt) angegeben. Die Ergebnisse für das Emissionsszenario RCP4.5 sind blau hinterlegt, die Ergebnisse für RCP8.5 rot. Die Pfeile in der letzten Spalte geben an, dass der Betrag der Änderung im Gebietsmittel München-Ebersberg die Änderung für ganz Bayern zum Ende des Jahrhunderts um mehr als 5 % übersteigt beziehungsweise unterschreitet.

Tabelle 28: Beobachtete Klimaindizes der **Temperatur** für das Gebietsmittel München-Ebersberg sowie deren proji-
zierte Änderungen. Referenzzeitraum 1971-2000; RCP 4.5 – blau, RCP 8.5 – rot; Median – fett gedruckt, min-max – nor-
mal gedruckt; Über-/Unterschreitung des bayerischen Durchschnittes um mehr als 5% zum Ende des Jahrhunderts.
Quelle: BayKIS 2023.

	1971-2000	Änderung		rel. zu Bayern
		bis 2031-2060	bis 2071-2100	
Mittlere Jahrestemperatur [°C]	8,4	+1,3 +0,9 +1,6	+2,1 +1,5 +2,4	≈
		+1,9 +1,3 +2,8	+3,8 +3,0 +4,9	≈
Sommertage [Tage/Jahr] (Tage mit $T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$)	33,3	+14,7 +10 +21,4	+19,5 +16,4 +26,2	↑
		+18,7 +14,8 +47,4	+43,7 +34,1 +76,9	↑
Hitzetage [Tage/Jahr] (Tage mit $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	3,9	+6,1 +3,9 +9,7	+9,1 +5,3 +15,9	↑
		+8,1 +3,9 +15,3	+23,8 +17,5 +35,8	↑
Tropennächte [Tage/Jahr] (Tage mit $T_{\min} > 20^{\circ}\text{C}$)	0,0	+0,3 +0,2 +0,6	+1,2 +0,5 +1,8	≈
		+0,7 +0,0 +2,8	+7,2 +0,6 +20,0	↑
Frosttage [Tage/Jahr] (Tage mit $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)	105,6	-20,4 -38,1 -11,2	-39,2 -61,8 -16,8	↓
		-35,5 -60,6 -16,8	-62,6 -82,3 -40,8	≈
Eistage [Tage/Jahr] (Tage mit $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)	28,2	-10,4 -14,5 -5,1	-15,6 -17,6 -6,9	≈
		-14,7 -20,6 -6	-24,2 -27,3 -20,5	≈

Tabelle 29: Beobachtete Klimaindizes des **Niederschlags** für das Gebietsmittel München-Ebersberg sowie deren proji-
zierte Änderungen. Referenzzeitraum 1971-2000; RCP 4.5 – blau, RCP 8.5 – rot; Median – fett gedruckt, min-max – nor-
mal gedruckt; Über-/Unterschreitung des bayerischen Durchschnittes um mehr als 5% zum Ende des Jahrhunderts.
Quelle: BayKIS 2023.

	1971-2000	Änderung		rel. zu Bayern
		bis 2031-2060	bis 2071-2100	
Jahresniederschlag [mm]	1044,1	+4,7% -1,3% +11,6%	+7,1% +4% +10%	≈
		+3,9% -8,8% +9,1%	+3,0% -15,1% +16,8%	↓
Winterniederschlag [mm] (Niederschlagssumme Dez., Jan., Feb.)	176,7	+12,9% -0,4% +15,7%	+15,6% -2,5% +22%	≈
		+2,4% -11,9% +20,3%	+13,42% -16,5% +31%	↑
Sommerniederschlag [mm] (Niederschlagssumme Jun., Jul., Aug.)	388,4	+1% -7,9% +9,2%	+2% -2,4% +11,2%	↓
		+1,1% -10,4% +10,4%	-3,5% -18,8% +8,8%	↓
Starkniederschlagstage [Tage/Jahr] (Tagessumme >25 mm)	4,8	+0,7 0,1 +1,4	+0,9 0,2 +1,4	↑
		+1 0 +1,9	+1,6 +0,3 +3,2	↑
Nassperioden [Anzahl/Jahr] (mind. 3 aufeinanderfolgende Tage mit Niederschlag >= 5 mm)	20	+1,1 -1,8 +5,3	+2,6 -1,5 +5,1	↑
		+0,6 -5,8 +3,1	-0,2 -8,9 +5,8	↓
Trockenperioden [Anzahl/Jahr] (mind. 7 aufeinanderfolgende Tage mit Niederschlag < 1 mm)	9,9	+0,1 -0,4 +0,8	+0,2 -0,3 +0,7	↑
		+0,5 -0,5 +2,6	+1,1 -0,4 +4,8	↑

Lange Trockenperioden [Anzahl/Jahr] (mind. 11 aufeinanderfolgende Tage mit Niederschlag < 1 mm)	3,8	0		+0,1		↓
		-0,4	+0,2	-0,5	+0,5	
		+0,1		+0,4		↓
		-0,4	+1,1	-0,2	+1,4	
Maximale Dauer von Trockenperioden [Tage]	20,9	-0,5	+1	-0,3	+0,8	↑
		-1,6		-2,4		
		+0,5		+0,1		↑
		-2,9	+3,4	-2,1	+3,8	

Tabelle 30: Beobachtete Klimaindizes der **Vegetation** für das Gebietsmittel München-Ebersberg sowie deren projizierte Änderungen. Referenzzeitraum 1971-2000; RCP 4.5 – blau, RCP 8.5 – rot; Median – fett gedruckt; min-max – normal gedruckt; Über-/Unterschreitung des bayerischen Durchschnitts zum Ende des Jahrhunderts um mehr als 5%. Quelle: BayKIS 2023.

		Änderung				
1971-2000		bis 2031-2060		bis 2071-2100		rel. zu Bayern
Vegetationsperiode [Tage/Jahr]	231	+19,3 +8,7 +28		+37,2 +23,2 +46,8		↑
(Vegetationsbeginn bis Vegetationsende)		30,2 +22,4 +45,1		63 +48,4 +81		≈
Vegetationsbeginn [Tag des Jahres]	84,3	-10,1 -19,4 -4,1		-23,4 -32 -14,5		↑
(6 aufeinanderfolgende Tage mit $T \geq 5^{\circ}\text{C}$)		-19,1 -33,1 -12,3		-38,7 -56,8 -27,7		≈
Letzter Frosttag [Tag des Jahres]	112,1	-10,1 -20,8 -5,4		-22,5 -35,9 -5,5		↑
(Letzter Frosttag im ersten Halbjahr)		-16,1 -28,2 -6,9		-38,8 -48,2 -13,7		↑



Impressum

Herausgeber:

Landratsamt München

Mariahilfplatz 17
81541 München

V. i. S. d. P.:

Christine Spiegel,
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

**Integriertes
Klimaanpassungskonzept
••••
für den Landkreis München**

