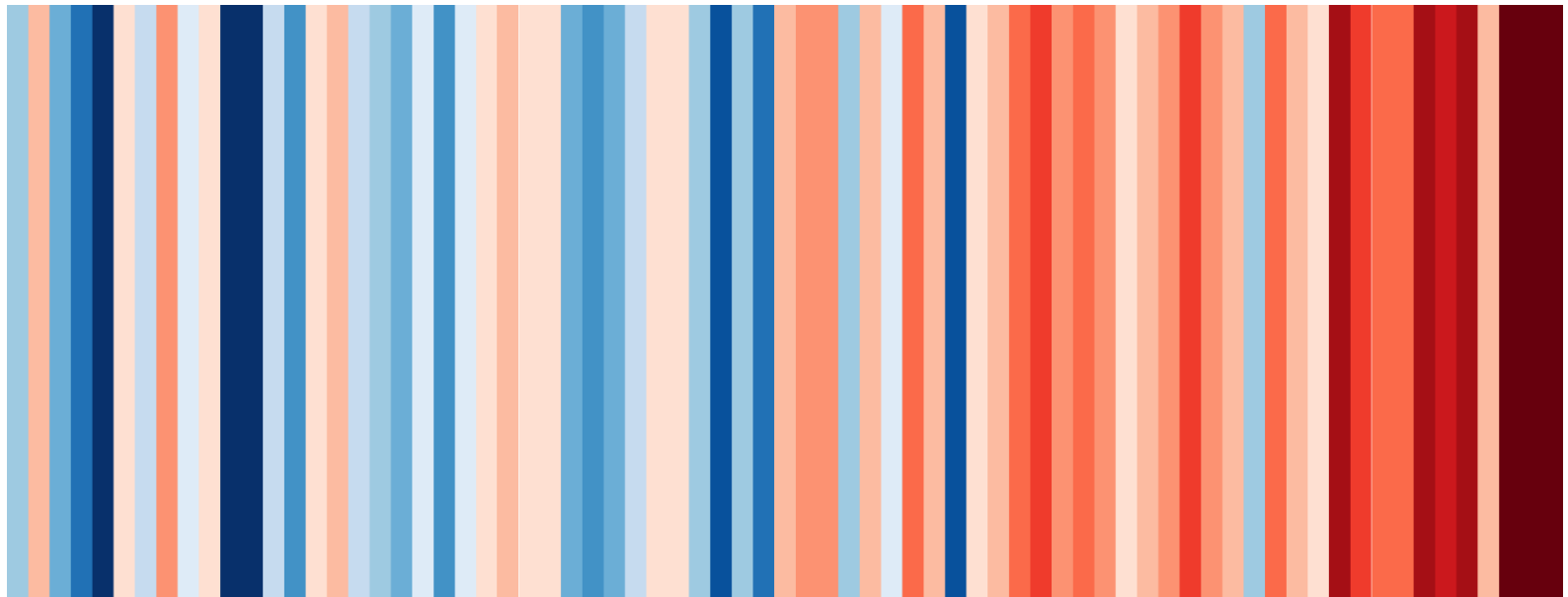


Integriertes Klimaanpassungskonzept Cölbe





© Henrik Isenberg



Impressum

Das Projekt wurde vom Kreisausschuss des Landkreises Marburg-Biedenkopf in Zusammenarbeit mit der alpS GmbH, Klima Plus und equ:win durchgeführt und vom Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) im Förderprogramm „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ gefördert. Das Vorhaben des Zuwendungsbescheids lautet: "DAS-A.1: Erstellung eines integrierten Klimaanpassungskonzepts für den Landkreis Marburg-Biedenkopf mit 14 Kommunen", Förderkennzeichen: 67DAA00711.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages

Auftraggeber	Auftragnehmer			Kooperationspartner
Kreisausschuss des Landkreises Marburg-Biedenkopf	alpS GmbH	Klima Plus	equ:win	Gemeindeverwaltung Cölbe
Im Lichtenholz 60 35043 Marburg LANDKREIS 	Technikerstraße 21a AT-6020 Innsbruck 	Gerberau 5a 79098 Freiburg 	Erhardtstraße 6 80469 München 	Kasseler Straße 88 35091 Cölbe 
Ansprechpartnerinnen: Michael Kauer (Projektleitung) Katrin Lotzmann Mareike Lorenz Lukas Simon	Ansprechpartnerin: Fr. Hohenwallner-Ries	Ansprechpartnerin: Fr. Lorenz	Ansprechpartnerin: Fr. Gollner	

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Einleitung	VI
1. Gesamtstrategie	1
1.1. Strategische Ziele	2
1.2. Handlungsfelder	3
1.3. Clusterbildung	4
2. Bestandsaufnahme	6
2.1. Klimatische Ist-Situation	6
2.2. Klimaprojektionen	14
2.3. Treibhausgasszenarien	14
2.3.1. Klimaentwicklung nach Szenarien für Marburg-Biedenkopf	15
2.3.2. Zusammenfassung der Klimaänderungen	18
2.4. Online-Umfrage Cölbe	19
3. Betroffenheitsanalyse	20
3.1. Vorgehen und Methodik – Betroffenheit nach Handlungsfeldern	20
3.2. Betroffenheiten auf Clusterebene	22
3.2.1. Bauwesen, Verkehr und Mobilität	22
3.2.2. Boden, Landwirtschaft	25
3.2.3. Industrie und Gewerbe, Tourismus und Naherholung	29
3.2.4. Katastrophenschutz und Sicherheit, Gesundheit	33
3.2.5. Kommunale Bauleitplanung	37
3.2.6. Naturschutz und biologische Vielfalt	39
3.2.7. Wald und Forstwirtschaft	43
3.2.8. Wasserwirtschaft	46
3.3. Die Betroffenheit der Gemeinde Cölbe	48
3.4. Zusammenfassung der Hauptrisiken, Anpassungskapazitäten und -bedarfe je Handlungsfeld	49
3.5. Vorgehen und Methodik - Hotspotanalyse	51
3.5.1. Erstellung geeigneter Kartengrundlagen	51

3.5.2.	Workshop zur Hotspotanalyse Cluster Nord	52
3.6.	Hotspotanalyse Cölbe	52
4.	Maßnahmenkatalog	54
4.1.	Vorgehen und Methodik	54
4.2.	Bestehende Maßnahmen	54
4.3.	Neue Maßnahmen der Gemeinde Cölbe	56
4.4.	Wechselwirkungen und Synergien	56
4.5.	Maßnahmensteckbriefe	57
5.	Beteiligung von Akteurinnen- und Akteuren	69
5.1.	Einbindung von Akteurinnen und Akteuren	69
5.2.	Akteurinnen- und Akteursbeteiligung bei der Konzepterstellung	69
6.	Öffentlichkeits- und Kommunikationskonzept	74
6.1.	Darstellung der Zielgruppen	74
6.2.	Kommunikationskanäle der Kommunen im Landkreis Marburg-Biedenkopf	75
6.2.1.	Internetauftritt	76
6.2.2.	Printmedien und Presse	76
6.2.3.	Soziale Medien	76
6.3.	Kommunikationsinhalte	77
6.3.1.	Kommunikation von Betroffenheiten und Anpassungsbedarf	77
6.3.2.	Maßnahmenbezogene Kommunikation	78
6.3.3.	Nutzung von bestehenden Veranstaltungen und Gelegenheitsfenstern	78
7.	Verstetigungsstrategie	79
7.1.	Institutionelle Verankerung	80
7.1.1.	Rahmenbedingungen im Landkreis Marburg-Biedenkopf	80
7.1.2.	Rolle des Klimaanpassungsmanagements für die Verstetigung	80
7.2.	Verstetigung auf verschiedenen Verwaltungsebenen	81
7.2.1.	Verstetigung in der Kreisverwaltung	81
7.2.2.	Verstetigung der Zusammenarbeit mit den Kommunen	82
7.2.3.	Verstetigung der Zusammenarbeit zwischen der Kreisverwaltung und den Kommunen	84
7.3.	Aufbau und Verstetigung von externen Kooperationen und Netzwerken	84
7.3.1.	Vernetzung mit kommunalen und regionalen Akteurinnen und Akteuren	85
7.3.2.	Vernetzung mit anderen Kommunen des Landkreises	85
7.3.3.	Einbindung der Öffentlichkeit	86

7.4.	Monitoring und Evaluierung	86
7.5.	Finanzierung und Ressourcen	87
7.5.1.	Prüfung von Förderoptionen und Einwerben von Fördermitteln	87
7.5.2.	Finanzierung der Klimaanpassungsstellen und personelle Ressourcen	88
8.	Controllingkonzept	89
8.1.	Zielsetzung und Vorgehensweise	89
8.2.	Auswahl Indikatoren	91
9.	Literatur	92
10.	Anhang - Klimaauswertung	96
10.1.	DWD-Messstation Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)	96
10.2.	Niederschlagsmessungen im Landkreis Marburg-Biedenkopf	101
10.3.	Windmessungen in Hessen	105
11.	Anhang – Ergebnisse Online-Umfrage	106
12.	Anhang – Ergebnisse Hotspotanalyse	112
12.1.	Definition der für Cölbe relevanten Risiken	112
12.2.	Hotspotkarte – Gefahrenzonenkarte	114
12.3.	Risikokarte – Hintergrund Fließpfadkarte	117
12.4.	Risikokarte – Hintergrund Hitzebelastungsindex	118

Einleitung

Der globale Temperaturanstieg, die Zunahme von Dürren, das Abschmelzen der Gletscher und der Meeresspiegelanstieg – die weltweiten Auswirkungen des Klimawandels sind unübersehbar. Auch in Hessen und im Landkreis Marburg-Biedenkopf zeigt sich der Klimawandel zum Beispiel in der zunehmenden Hitzebelastung, den Schäden durch Starkregen, den Ernteaufschlägen aufgrund von Trockenheit und flächenhaft absterbenden Baumbeständen. Die Kommunen im Land sind direkt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen.

Über die Ursachen der Klimaerwärmung besteht seit vielen Jahren wissenschaftlicher Konsens: die vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen sind für die bisherige und weitere Erwärmung des Klimasystems verantwortlich. Die neusten Erkenntnisse dazu wurden im Jahr 2021 im sechsten Sachstandsbericht des Weltklimarates (IPCC) zusammengefasst. Der Weltklimarat kommt zu dem Ergebnis, dass zahlreiche Auswirkungen des Klimawandels schneller als erwartet eingetreten sind und sich direkt dem vom Menschen verstärkten Treibhausgaseffekt zuordnen lassen. Gleichzeitig sind die Folgen wie die Zunahme von Extremwetterereignissen intensiver und häufiger geworden. Es wird erwartet, dass sich diese Entwicklung in den kommenden Jahrzehnten fortsetzen wird.

Neben der Bekämpfung der Ursachen des Klimawandels durch die Reduktion von Treibhausgasemissionen (Maßnahmen zum Klimaschutz) bedarf es auch der Auseinandersetzung mit der Anpassung an die Folgen des Klimawandels, um die negativen Auswirkungen durch gezielte und rechtzeitige Anpassung zu vermeiden (Maßnahmen zur Klimaanpassung). So können Schäden gemindert oder sogar vermieden werden. Da viele Auswirkungen des Klimawandels Infrastrukturen wie beispielsweise Straßen, Kanalisation oder öffentliche Gebäude betreffen, stellt die Klimaanpassung einen bedeutenden Beitrag zur kommunalen Daseinsvorsorge dar.

Mit dem im Juli 2024 in Kraft getretenen Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG) werden die Bundesländer zur Erstellung und Umsetzung von Klimaanpassungsstrategien verpflichtet und sind dafür verantwortlich, dass Klimaanpassungskonzepte auf lokaler Ebene erstellt werden. Die Landkreise spielen dabei eine zentrale Rolle für die Stärkung der Klimaanpassung vor Ort. Der Landkreis Marburg-Biedenkopf hat zum 01. Januar 2024 im Rahmen der Förderung des Bundesministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und Nukleare Sicherheit (BMUKN) für „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ mit der Erstellung von 14 kommunalen Klimaanpassungskonzepten für Amöneburg, Bad Endbach, Breidenbach, Cölbe, Dautphetal, Fronhausen, Kirchhain, Lahntal, Lohra, Münchhausen, Neustadt, Rauschenberg, Wetter und Wohratal begonnen.

Das nun vorliegende Klimaanpassungskonzept für die Gemeinde Cölbe bildet einen übergeordneten Rahmen für Maßnahmen der Klimaanpassung. Risiken, Schäden und Kosten durch Klimafolgen sollen damit verringert und bestenfalls vermieden und Chancen bestmöglich genutzt werden, damit die Gemeinde Cölbe heutigen und zukünftigen Generationen einen attraktiven und gesunden Lebensraum bieten kann.

1. Gesamtstrategie

Das Klimaanpassungskonzept der Gemeinde Cölbe gliedert sich in mehrere thematische Kapitel. Im Kapitel zur Gesamtstrategie wird der strategische Rahmen des Klimaanpassungskonzepts beschrieben. Es definiert die Zielsetzungen auf Ebene der Handlungsfelder (vgl. Kapitel 1.1), stellt die betrachteten Handlungsfelder dar (vgl. Kapitel 1.2) und erläutert die räumliche Clusterung der Region (vgl. Kapitel 1.3). Diese Clusterung bildet sowohl die Grundlage für die Betroffenheitsanalyse (vgl. Kapitel 3) als auch für die eingesetzten Partizipationsformate (vgl. Kapitel 5).

Die Bestandsaufnahme beschreibt zunächst die klimatische Ist-Situation (vgl. Kapitel 2.1) sowie die zukünftige klimatische Entwicklung (vgl. Kapitel 2.2). Darüber hinaus werden die Ergebnisse einer kommunenscharfen Abfrage zur Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels dargestellt, die in Form einer Online-Umfrage entlang verschiedener Handlungsfelder durchgeführt wurde (vgl. Kapitel 2.4 sowie Anhang 11: Ergebnisse der Online-Umfrage).

Sowohl die klimatischen Entwicklungen als auch die Umfrageergebnisse bilden die Grundlage für die Betroffenheitsanalyse. Diese erfolgt einerseits auf Clusterebene (vgl. Kapitel 1.3 und 3.2) und umfasst andererseits detaillierte, kommunenspezifische Auswertungen (vgl. Kapitel 3.3). Ergänzend dazu identifiziert die Hotspotanalyse konkrete räumliche Schwerpunkte innerhalb der Gemeinde Cölbe, die Risiken aus den Bereichen Natur, Technik und Gesellschaft ausgesetzt sind (vgl. Kapitel 3.5 sowie Anhang 12).

Die Ergebnisse aus der kommunenscharfen Bestandsaufnahme, Betroffenheits- und Hotspotanalyse dienen als Basis für die Erarbeitung eines Maßnahmenkatalogs. Dieser umfasst sowohl bereits umgesetzte und geplante Maßnahmen der Gemeinde Cölbe (vgl. Kapitel 4.2) als auch neu entwickelte Ansätze (vgl. Kapitel 4.3), die in Form von Maßnahmensteckbriefen beschrieben werden (vgl. Kapitel 4.5). Diese Steckbriefe enthalten neben übergeordneten Zielsetzungen, wie den Nachhaltigkeitszielen, auch Hinweise zu sozialen Belangen.

Die Beteiligung relevanter Akteurinnen und Akteure im Rahmen der Konzepterstellung wird in Kapitel 5.2 dargestellt. Die am Prozess beteiligten Akteurinnen und Akteure sind in Kapitel 5.1 aufgeführt. Die zukünftig geplante Einbindung bestimmter Zielgruppen ist Bestandteil des Verstetigungskonzepts (vgl. Kapitel 7). Dort werden zudem die notwendigen Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen langfristigen Umsetzungsprozess beschrieben. Ergänzend skizziert die Kommunikationsstrategie (vgl. Kapitel 6) zentrale Aspekte der Einbindung der beteiligten Akteurinnen und Akteure auf Maßnahmenebene, die ebenfalls in den Maßnahmensteckbriefen verankert ist. Abschließend beschreibt das Controlling-Konzept (vgl. Kapitel 8) den Ablauf des Monitorings und der Erfolgskontrolle sowie die hierfür herangezogenen Indikatoren.

1.1. Strategische Ziele

Die strategischen Ziele im Bereich Klimaanpassung sind eine langfristige Orientierungshilfe für die Gemeinde Cölbe, die Rahmen und Richtlinie für Entscheidungen und Herangehensweisen bietet. Diese umfassen angestrebte Ziele, handlungsanleitende Grundprinzipien und konkrete Entwicklungsrichtungen. Tabelle 1 fasst die strategischen Ziele für die Gemeinde Cölbe zusammen.

Tabelle 1: Handlungsfelder Cluster Nord und strategische Ziele der Gemeinde Cölbe.

Handlungsfeld	Strategisches Ziel
Bauwesen	Schutz und zukunftsorientiertes Gestalten der bestehenden und geplanten Siedlungsstrukturen.
Boden	Erhalten von fruchtbarem Boden als Grundlage von Nahrungsproduktion und Ökosystemleistungen.
Gesundheit	Aktives Schützen der Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger, insbesondere von vulnerablen Gruppen.
Industrie und Gewerbe	Minimieren der Risiken, die aus dem Klimawandel für unsere Unternehmen entstehen.
Katastrophenschutz und Sicherheit	Unterstützen und Stärken unserer Blaulicht- Organisationen und ihrer Einsatzkräfte.
Kommunale Bauleitplanung	Sparsamer Umgang mit Ressourcen. Berücksichtigen der klimatischen Veränderungen in der Planung.
Landwirtschaft	Bewahrung der bäuerlichen Landwirtschaft und ihrer vielfältigen Funktionen im ländlichen Raum.
Naturschutz und biologische Vielfalt	Schützen von Biotopen und Lebensräumen. Erhalten des Gleichgewichtes von Ökosystemen.
Tourismus und Naherholung	Erhalten und Schützen der touristischen Infrastruktur und Entwicklung angepasster Angebote.
Verkehr und Mobilität	Erhalt und Weiterentwicklung der Verkehrsinfrastruktur und nachhaltiger Mobilität.
Wald und Forstwirtschaft	Stärken der Resilienz der Wälder und Sichern der Schutz-; Nutzungs- und Erholungsfunktionen.
Wasserwirtschaft	Nachhaltiges Umgehen mit unseren Wasserressourcen und Gewässern. Schützen der Menschen und Infrastruktur vor Hochwasser und den Folgen von Starkregen.

1.2. Handlungsfelder

Handlungsfelder in der Klimaanpassung sind Bereiche, denen einerseits Auswirkungen des Klimawandels bzw. Klimafolgen zuordenbar sind und in denen andererseits Maßnahmen mit dem Ziel ergriffen werden, die negativen Folgen des Klimawandels zu minimieren und die Widerstandsfähigkeit von Gesellschaft und Umwelt zu stärken. Für das Klimaanpassungskonzept der Gemeinde Cölbe wurden zwölf Handlungsfelder ausgewählt (siehe Abbildung 1), die die Basis für die Betroffenheitsanalyse und die Maßnahmenausarbeitung bildeten.



Abbildung 1: Darstellung der betrachteten Handlungsfelder für Cölbe.

1.3. Clusterbildung

Die Erstellung des Klimaanpassungskonzepts erfolgte zum einen auf der Ebene der Kreisverwaltung und zum anderen für die beteiligten Kommunen. Diese wurden zunächst in drei übergeordnete Cluster (siehe Abbildung 2) gegliedert. Diese Einteilung basierte auf räumlicher Nähe, ähnlichen landschaftlichen und klimatischen Bedingungen sowie bereits existierenden Kooperations- und Verwaltungsstrukturen, wie z. B. der interkommunalen Zusammenarbeit Klimahandeln Ostkreis. Dadurch können gemeinsam auftretende Herausforderungen, etwa im Hinblick auf Starkregen-, Hochwasser- und Hitzeereignisse, gezielter bearbeitet werden. Da sich innerhalb eines Clusters in vielen Fällen bereits Netzwerke etabliert und bewährt haben, konnten diese Synergieeffekte effektiv in die Konzeptentwicklung einfließen.

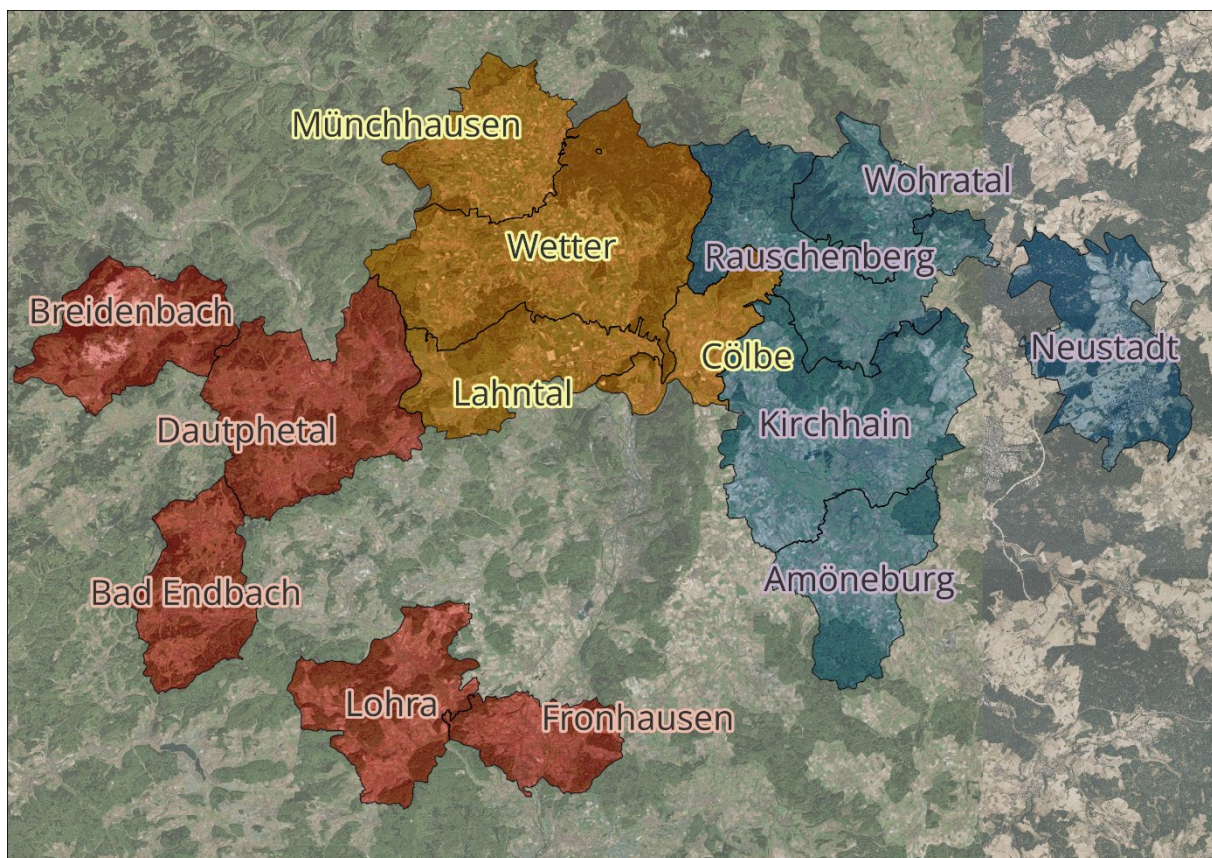


Abbildung 2: Übersichtskarte der drei übergeordneten Cluster Ostkreis (Blau), Cluster Nord (Gelb), Cluster Südwest (Rot) und ihren Kommunen.

Der Cluster Nord (siehe Abbildung 3) umfasst die Kommunen Cölbe, Lahntal, Münchhausen und Wetter, die in einer ländlich geprägten Region entlang der Flüsse Lahn und Wetschaft liegen. Diese Kommunen gehören der LEADER-Region Burgwald-Ederbergland an und kooperieren bereits im Rahmen gemeinsamer Tourismusinitiativen und Ordnungsbehördenbezirke. Darüber hinaus haben die Kommunen im Jahr 2011 gemeinsam ein Klimaschutzkonzept erarbeitet. Dadurch bestehen bereits etablierte Kommunikationswege, die für den Austausch zum Thema Klimaanpassung einen erheblichen Mehrwert bieten. Der überregionale Zusammenhalt und die Erfahrungen aus bisherigen Projekten fördern den Wissens- und Ideentransfer zwischen den Kommunen. Im Zuge der Konzeptentwicklung konnte so auf die gemeinsame Basis aufgebaut werden, um kommunale Anpassungsstrategien an den Klimawandel gezielt weiterzuentwickeln und langfristig zu festigen.

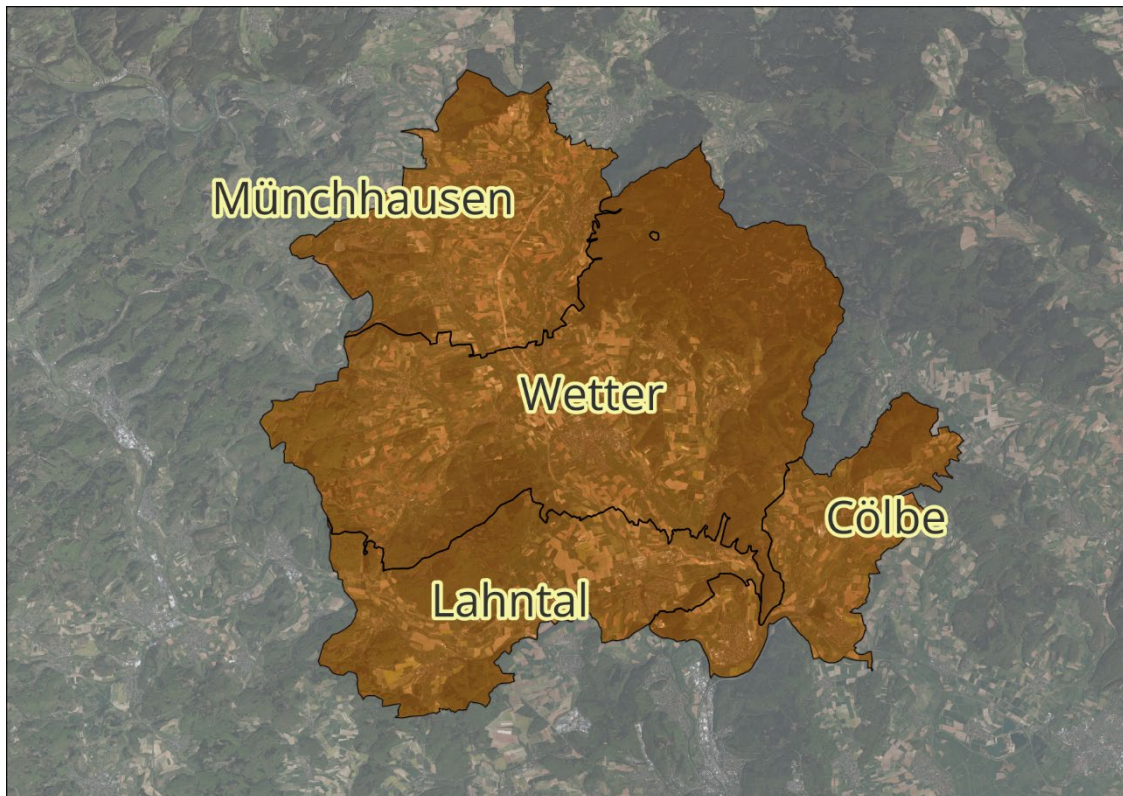


Abbildung 3: Übersichtskarte des Clusters Nord mit seinen Kommunen.

2. Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme für das vorliegende Klimaanpassungskonzept der Gemeinde Cölbe umfasst die Beschreibung der klimatischen Ist-Situation, der klimatischen Zukunft sowie die Ergebnisse der Online-Umfrage, die in der Gemeinde im Zeitraum Dezember 2024 und Januar 2025 durchgeführt wurde, um die aktuelle Betroffenheit, Ereignisse im Zusammenhang mit dem Klimawandel und bestehende und notwendige Maßnahmen zu erheben. Die nachfolgenden Informationen sind Basis für die in Kapitel 2.4 durchgeführte Betroffenheitsanalyse und die Ausarbeitung von Maßnahmen (siehe Kapitel 4).

2.1. Klimatische Ist-Situation

Im folgenden Kapitel werden der klimatische Ist-Zustand sowie die Veränderungen des Klimas in den letzten Jahrzehnten auf Basis regionaler Klimadaten beschrieben. Dafür wurden Daten der Messstation Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit der Kennung 03164 herangezogen.

Diese Station verfügt über eine lange Messzeitreihe, was eine zuverlässige Grundlage für die Darstellung der Klimaentwicklung bietet. Die Auswertungen umfassen temperaturabhängige Indizes für den Zeitraum von 1950 bis 2023 sowie niederschlagsbezogene Indizes von 1950 bis 2020. Es werden zwei Darstellungsarten gewählt, zum einen die absolute Entwicklung an der Station sowie zum anderen die relative Entwicklung zur Referenzperiode 1971–2000. Die Darstellung der relativen Entwicklung eignet sich besonders gut, um Klimaveränderungen zu beschreiben.

Im Folgenden wird die relative klimatische Entwicklung anhand ausgewählter Klimaindizes, wie der mittleren Temperatur, Hitzetage oder dem Jahresniederschlag, beschrieben. Ergänzend ist in Anhang 10.1 sowohl eine größere Auswahl an Klimaindizes in relativer und absoluter Darstellungsart zu finden, als auch eine Aufschlüsselung der entsprechenden Grafik anhand einer Legende (siehe Abbildung 37 und Abbildung 38 in Anhang 10.1).

Hinweis: Der Standort der Messstation wurde seit Beginn der Aufzeichnungen dreimal um +/- 10 m in der Höhe verlagert. Dies kann die Aussagekraft der Klimadaten in gewissem Umfang einschränken.

Temperatur

Es zeigt sich, dass auch Hessen unmittelbar vom Klimawandel betroffen ist. Seit 1881 ist die Jahresmitteltemperatur um 1,7 °C angestiegen [1]. Temperaturbezogene Klimaindizes verdeutlichen diese Entwicklung: Die Anzahl an Frost- und Eistagen hat abgenommen, während Sommer- oder Hitzetage häufiger auftreten. Diese Trends lassen sich bundesweit und auch lokal in der Gemeinde anhand der DWD-Messstation in Cölbe nachvollziehen. Besonders seit Beginn der 2000er Jahre ist der Temperaturanstieg in der Gemeinde deutlich erkennbar (Abbildung 4). Die Jahresmitteltemperatur im Jahr 2023 lag bei 11,2 °C und damit deutlich (+2,1 °C) über dem Durchschnitt der Referenzperiode 1971–2000, in der die Jahresmitteltemperatur 9,1 °C betrug.

Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)
Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

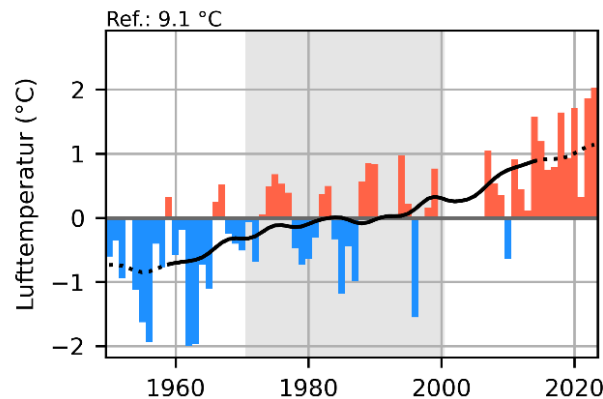
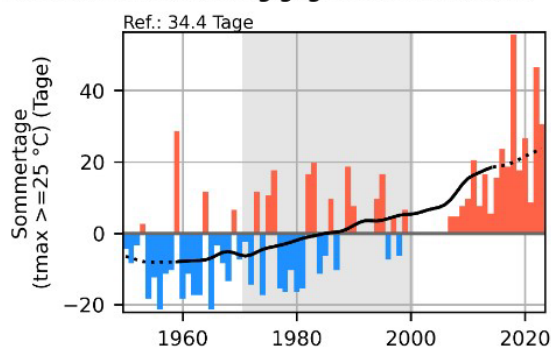


Abbildung 4: Darstellung der Anomalie der Lufttemperatur gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

Auch Indikatoren für Hitze, wie die Sommer- (Maximaltemperatur ≥ 25 °C; Abbildung 5a) und Hitzetage (≥ 30 °C; Abbildung 5b), zeigen einen ansteigenden Trend. Insbesondere die letzten Jahre waren heiß. So wurden im Jahr 2018 91 Sommertage und 27 Hitzetage verzeichnet. Das entspricht mehr als doppelt so vielen Sommertagen und mehr als viermal so vielen Hitzetagen wie in der Referenzperiode 1971–2000. Im Hitzesommer 2018 stiegen deutschlandweit die Anzahl an Rettungseinsätzen und die Mortalität aufgrund der Folgen der Hitzebelastungen [2], [3]. Im Jahr 2018 gab es in Deutschland etwa 8700 hitzebedingte Todesfälle [2]. Auf kommunaler Ebene sind keine verlässlichen Daten vorhanden. Hessenweit gibt es Schätzungen. Dabei konnten zwischen 2005 und 2018 an 49 Tagen mit Tagesmitteltemperaturen über 23 °C 889 Exzesssterbefälle geschätzt werden [4]. Die vier Jahre mit den meisten Hitzetagen seit Beginn der Aufzeichnungen an der Station fielen alle in die Jahre nach 2010.

(a) Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)
Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000



(b) Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)
Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

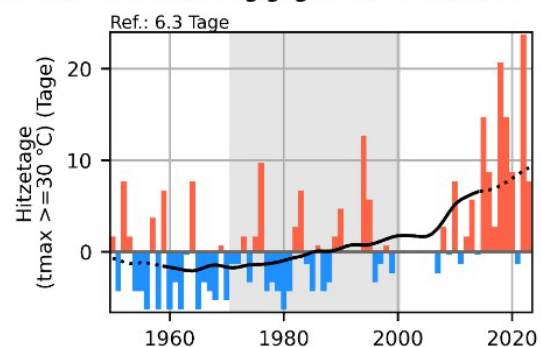


Abbildung 5: Darstellung der Anomalie der (a) Sommertage und (b) Hitzetage gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

Neben der Zunahme an Hitzetagen stellt insbesondere das vermehrte Auftreten von Tropennächten, in denen die Temperaturen nicht unter 20 °C fallen, eine massive gesundheitliche Belastung, z. B. in Form von Herz-Kreislaufproblemen dar. Auch indirekte Folgen des Klimawandels, wie Verunreinigungen der Atemluft oder Ozonbildung sind in diesem Zusammenhang von Relevanz [3], weil höhere Lufttemperaturen die Bildung von bodennahem Ozon begünstigen. Dieses wirkt als Reizgas und beeinträchtigt die körperliche Leistungsfähigkeit [5].

Auch bei der Entwicklung kältebedingter Indizes wie Frost- (Tiefsttemperatur unter 0 °C) und Eistage (Höchsttemperatur unter 0 °C) lässt sich ein klarer Trend erkennen. Diese werden an der Messstation nicht mehr so häufig wie früher nachgewiesen. Über die Referenzperiode 1971–2000 gab es im Jahresmittel 73,7 Frosttage und 15,6 Eistage. Im Jahr 2023 wurden hingegen nur 61 Frosttage verzeichnet, was einem Rückgang von 12,7 Tagen gegenüber der Referenzperiode entspricht. Die Anzahl der Eistage lag 2023 bei lediglich zwei Tagen – ein Minus von 13,6 Tagen im Vergleich zur Referenzperiode 1971–2000 (siehe Abbildung 43 und Abbildung 44 in Anhang 10.1).

Niederschlag

Der Niederschlag zeigt eine hohe räumliche und auch zeitliche Variabilität auf. Stationsmessungen können nur einen räumlich begrenzten Überblick über das Niederschlagsgeschehen geben. In Hessen besteht zusätzlich zu den Klimamessstationen ein größeres Messnetzwerk aus Niederschlagsmessstationen. So sind sieben Niederschlagsmessstationen im Landkreis Marburg-Biedenkopf verortet (Abbildung 6).

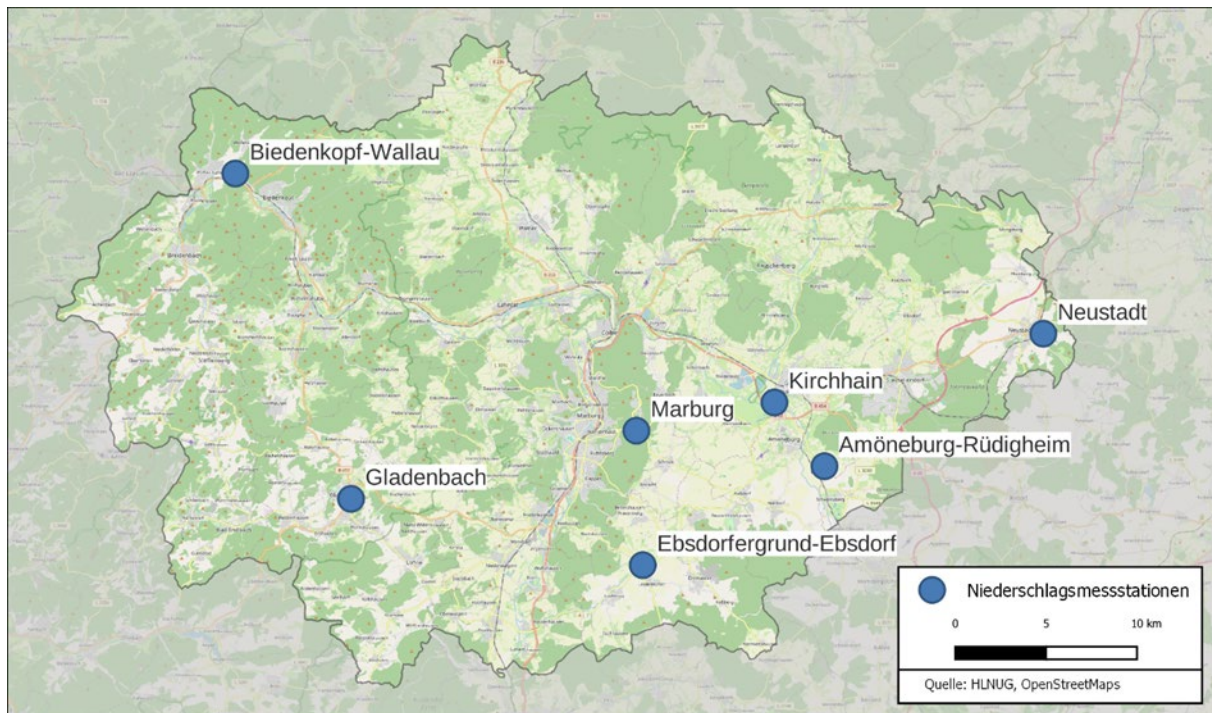


Abbildung 6: Übersicht der Niederschlagsmessstationen im Landkreis Marburg-Biedenkopf.

Um die erhöhte räumliche Variabilität des Niederschlags widerzuspiegeln, sind im Anhang die Ergebnisse der verschiedenen Niederschlagsmessstationen dargestellt (Anhang 10.2). Abbildung 7 zeigt die Jahressumme des Niederschlags für die ausgewertete DWD-Messstation in Cölbe. Über die Referenzperiode 1971–2000 liegt der jährliche Niederschlag bei 734 mm. Erkennbar ist ein leicht rückläufiger Trend des Niederschlags ab 2010. Damit entsprechen die Messungen an der Station Cölbe dem hessenweiten Trend. Im Bundesland werden seit 2008 eher unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen verzeichnet [1].

Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)
Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

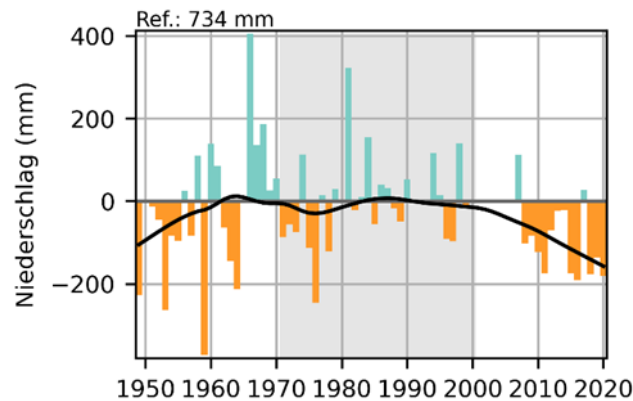


Abbildung 7: Darstellung der Anomalie des Jahresniederschlags gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

Insbesondere im Winter, Frühjahr und Herbst ist in den letzten Jahren ein Rückgang der Niederschlagsmengen erkennbar. Für den Sommer ist hier kein klarer Trend zu verzeichnen. Hingegen waren die Sommer der 50er- und 60er-Jahre überdurchschnittlich niederschlagsreich. Sommer- und Winterniederschläge können im Kontext von Sommerdürren oder Winterhochwasser eine größere Rolle einnehmen. Der Niederschlag an der DWD-Station ist während der Referenzperiode über das Jahr homogen verteilt (siehe Abbildung 46 in Anhang 10.1).

Um extreme Niederschläge zu charakterisieren, können die Starkniederschlagstage (> 25 mm) herangezogen werden. Diese zeigen akkumuliert die Anzahl der Tage mit besonders hohen Niederschlagsmengen auf. An der ausgewerteten Messstation ist kein Trend für die Entwicklung der Starkniederschlagstage erkennbar (Abbildung 8).

Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)
Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

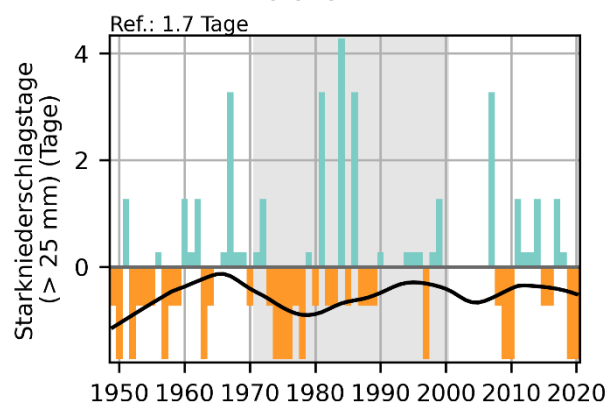


Abbildung 8: Darstellung der Anomalie der Starkniederschlagstage (>25 mm) gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

Trockenperioden sind ein Indikator für niederschlagsarme Zeiträume und haben z. B. im landwirtschaftlichen Kontext eine größere Bedeutung. Sie sind charakterisiert als sieben oder mehr Tage mit Niederschlagssummen unter 1 mm. An der Station Cölbe ist ein leichter Anstieg erkennbar (Abbildung 9).

Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)
Beobachtete Änderung gegenüber 1971-2000

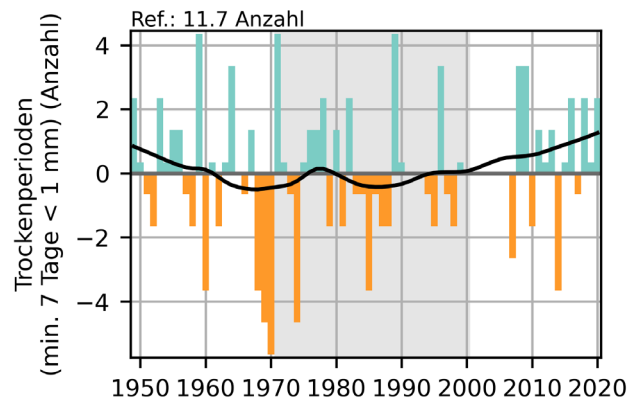


Abbildung 9: Darstellung der Anomalie der Trockenperioden (≥ 7 Tage unter 1 mm Niederschlag) gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

Wind

Der bodennahe Wind wird stark von der Topografie beeinflusst. In Hessen führt der Deutsche Wetterdienst an 20 Messstationen Windmessungen durch, wie beispielsweise in Frankenberg-Geismar, Neu-Ulrichstein und Alsfeld. Diese erfolgen standardmäßig in 10 m Höhe, um den Einfluss des Untergrunds zu minimieren [1]. Trotzdem kann die Messung der Windgeschwindigkeit durch die unmittelbare Umgebung, wie z. B. wachsende Bäume, beeinträchtigt werden. Oftmals hängen existierende Unterschiede dabei unmittelbar mit der Topografie zusammen. Generell ist bei der mittleren Windgeschwindigkeit [m/s] kein klarer Trend zwischen 1995 bis 2018 ersichtlich (siehe Abbildung 56 in Anhang 10.3).

Extremwetterereignisse

Unter Extremwetterereignisse versteht man Hochwasser, außergewöhnlich heiße Tage aber auch Stürme. Es handelt sich dabei um sehr selten auftretende Ereignisse, die stark vom üblichen Zustand abweichen [1]. Extremwetterereignisse können Hochwasser sein, wie z. B. in den Jahren 2002 an der Elbe oder 2021 im Ahrtal, die zu Überflutungen führen. Sie können auch durch außergewöhnlich viele heiße Tage charakterisiert sein, wie z. B. im Sommer 2018. Auch starke Stürme, wie Kyrill im Jahr 2007 oder Friederike im Jahr 2018, gelten als Extremwetterereignisse.

Hochwasser aufgrund von Starkniederschlägen

Starkniederschläge stellen Verantwortliche im Katastrophenschutz und in der Stadt- und Raumplanung regelmäßig vor Herausforderungen. Kurze und heftig auftretende Niederschläge führen in Städten und Gemeinden zu Überflutungen aufgrund kurzfristiger Überlastungen der Kanalisation. Im ländlichen Raum können erosionsbedingte Schäden auftreten [1]. Aber auch bei langanhaltenden Niederschlägen können größere Schäden im Zusammenhang mit Flusshochwasser auftreten wie z. B. an der Perf im Jahr 1984, bei dem es zu Unterspülungen an Verkehrswegen kam [6], [7]. In Deutschland liegen seit Mitte des Jahres 2000 flächendeckende radarbasierte Niederschlagsdaten vor [8]. Radardaten können Niederschlagsereignisse besser widerspiegeln als Daten von Wetterstationen. Bei statistischen Auswertungen müssen jedoch die Länge der verfügbaren Zeitreihe und die hohe Variabilität des Niederschlags als Unsicherheiten berücksichtigt werden.

Der DWD hat einen radarbasierten Katalog für Starkregenereignisse (CatRaRE) veröffentlicht [8], [9]. Dieser zeigt auf Landkreisebene Ereignisse ab 2001 für Dauerstufen zwischen 1 h und 72 h. Ein heftiger Starkregen wird beispielsweise durch eine Niederschlagsmenge von mindestens 25 l/m² innerhalb einer Stunde definiert. Ein ergiebiger Dauerregen hingegen führt zu Niederschlagsmengen von mindestens 50 l/m² innerhalb von 24 Stunden [10].

Abbildung 10 stellt die Anzahl an Ereignissen in Hessen im Zeitraum 2001 bis 2020 dar. Für Starkregen (Abbildung 10a) ist kein klares räumliches Muster erkennbar. Südwestlich der Stadt Marburg zeigt sich eine etwas höhere Ereignisanzahl. Von Dauerregen (Abbildung 10b) sind die höher gelegenen Kommunen des Bundeslands häufiger betroffen.

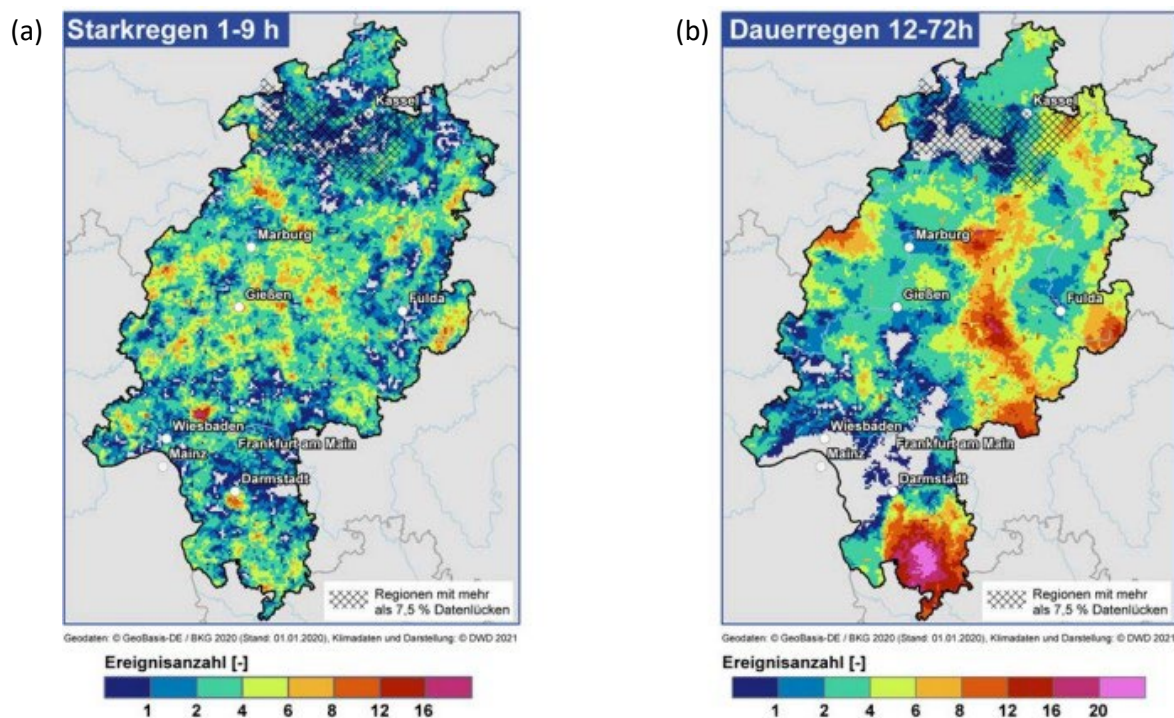


Abbildung 10: Darstellung der Anzahl an Niederschlagsereignissen in Hessen für (a) Stark- und (b) Dauerregen für den Zeitraum 2001–2020. Graue Gebiete weisen keine Ereignisse auf. Schraffierte Gebiete sind aufgrund von Radarausfall nicht belastbar [1, S. 49], [9]. Ausgewählt wurden Ereignisse nach dem Schwellenwert der DWD-Warnstufe 3.

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf verzeichnete in den Jahren 2014 und 2017 mit jeweils 17 Ereignissen die höchste Anzahl an extremen Niederschlagsereignissen während des Zeitraums 2002–2023 [9]. Aufgrund der Kürze der Zeitreihe und der hohen Variabilität des Niederschlags ist bisher kein klarer Trend der Entwicklung für den Landkreis ersichtlich (Abbildung 11).

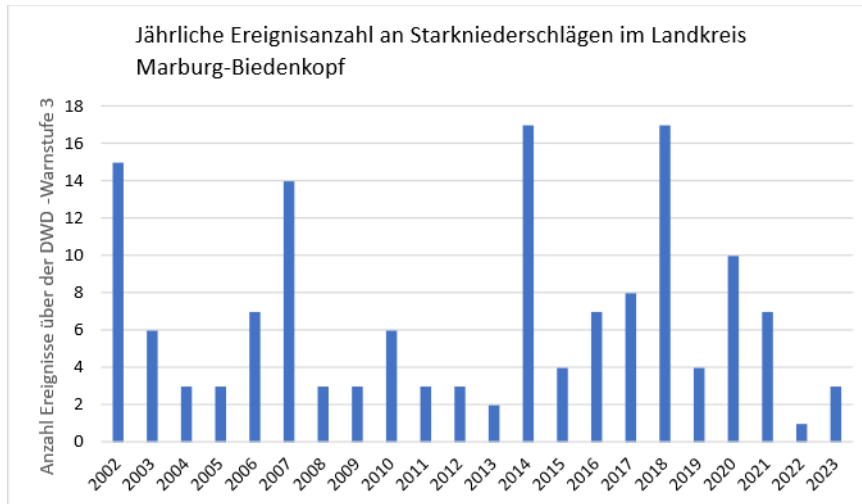


Abbildung 11: Jährliche Ereignisanzahl an Niederschlägen über dem Schwellenwert der DWD-Warnstufe 3 im Landkreis Marburg-Biedenkopf zwischen 2001 und 2023 [9].

Im Klimareport Hessen wurden die extremsten Starkregen- bzw. Dauerregenereignisse auf Bundeslandebene ausgewiesen [1]. Das Starkregenereignis am 30.05.2008 in Kirchhain steht auf Platz 1. Ein weiteres Ereignis in Kirchhain vom 07.08.2018 mit einer Wiederkehrzeit von über 100 Jahren liegt auf Platz 5 (Abbildung 12). Dabei fielen innerhalb von zwei bis drei Stunden 118,5 mm Niederschlag (gemessen an der DWD-Niederschlagsmessstation Amöneburg-Rüdigheim; Abbildung 49). Es wurden 460 Einsätze der Feuerwehr registriert, und es entstanden hohe Sachschäden. Das Dauerregenereignis am 10.08.2017 in der Stadt Wetter liegt auf Platz 7 der stärksten Dauerregenereignisse [1].



Abbildung 12: Unwetterereignis Gemeinde Weimar 2023. Bildquelle: Landkreis Marburg-Biedenkopf.

Im Starkregenvier Hessens des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie HLNUG werden anhand der Fließwege Gebäude klassifiziert, die „außerhalb des Gefährdungsbereiches“ oder „innerhalb des Gefährdungsbereiches“ liegen. Gebäude in letzterer Kategorie werden nochmals in 15 m, 10 m bzw. 5 m innerhalb des Gefährdungsbereiches unterschieden [12].

Die Starkregen-Hinweiskarten oder auch Fließpfadkarten bieten einen ersten Anhaltspunkt zur Bewertung des Starkregenrisikos, können jedoch nicht eine Starkregengefahrenkarte, die eine tatsächliche hydrologische Modellierung des Starkregenrisikos beinhaltet, ersetzen. Fließwegkarten sind durch das HLNUG realisiert worden und stehen für jede Kommune bereit [13], [14].

Flusshochwasser

Von großer Relevanz sind auch Flusshochwässer, die beispielsweise in Folge langanhaltender Dauerniederschläge oder im Frühjahr durch Schneeschmelze entstehen können. Das größte Gewässer im Landkreis ist der Fluss Lahn, der durch sieben Kommunen fließt und von weiteren Gewässern im Landkreis gespeist wird. Die EU-Hochwasserrichtlinie 2007/60/EG verpflichtet die Mitgliedsländer dazu, Hochwassergefahrenkarten zu erstellen [15]. Auch für die Lahn liegen Hochwassergefahrenkarten vor, welche auf der Website des HLNUG einsehbar sind [16].

Sturmereignisse

In der Vergangenheit traten auch extreme Sturmereignisse in Hessen auf. Kurze Zeitreihen und Inhomogenitäten machen Aussagen zu Trends schwierig. Einzelne Extremwetterereignisse zeigen jedoch die Relevanz, die Stürme immer wieder haben. Der Sturm Friederike am 18.01.2018 führte zu schweren Sturmböen insbesondere in Nord- und Mittelhessen. Auch die Kommunen des Landkreises Marburg-Biedenkopf waren betroffen (Abbildung 13). Es wurden 191 Einsätze registriert. Folgen waren lose Bauteile oder umgestürzte Bäume [17].



Abbildung 13: Einsatz während des Sturms Friederike 2018 an der Marburger Panoramastraße. Quelle: Landkreis Marburg-Biedenkopf Pressemitteilung 027/2018, Verfügbar unter: <https://www.marburg-biedenkopf.de/Pressemitteilungen/2018/01/027-2018-sturm-friederike.php>, Bildquelle: Landkreis Marburg-Biedenkopf [17].

2.2. Klimaprojektionen

Um die Auswirkungen des fortschreitenden Klimawandels darstellen zu können, werden mit Hilfe von Klimamodellen Projektionen für das zukünftige Klima berechnet. Verschiedene Annahmen zu ökonomischen, sozialen und politischen Rahmenbedingungen wie Bevölkerungsentwicklung oder technischer Fortschritt führen zu unterschiedlichen Entwicklungspfaden der Treibhausgasemissionen.

Diese Klimaprojektionen ermöglichen es Aussagen über die zukünftige Entwicklung des Klimas zu treffen. Je nach verwendeten Annahmen unterscheiden sich die Ergebnisse der Projektionen.

Deutschland im Klimawandel

Abgebildet sind die positiven und negativen Abweichungen der Lufttemperatur vom vieljährigen Mittelwert 1971 - 2000 sowie die zu erwartende Zunahme bis 2100

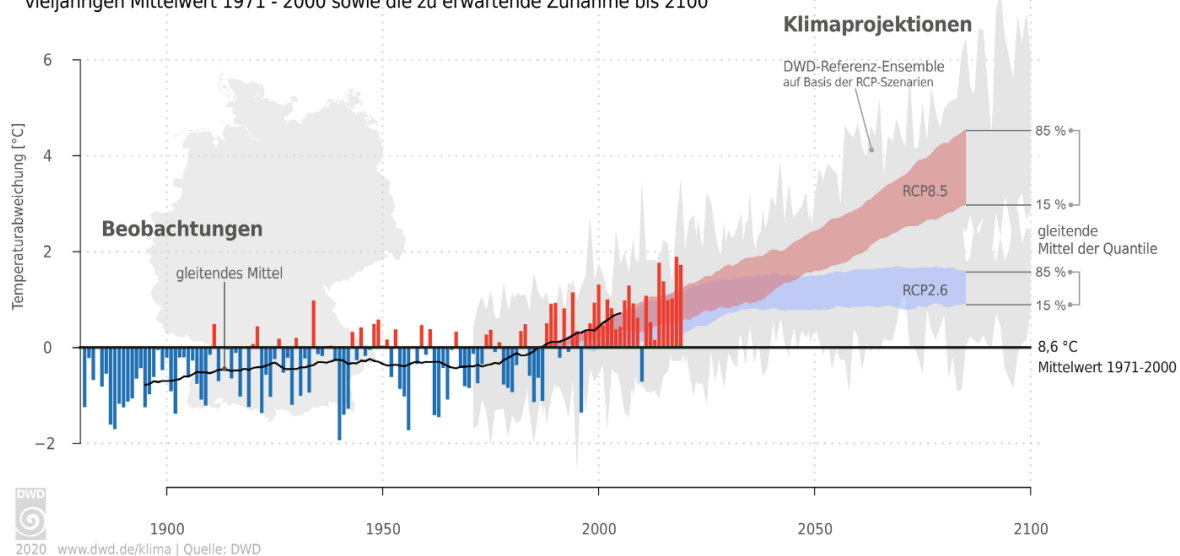


Abbildung 14: Klimaprojektionen für Deutschland bis ins Jahr 2100 [18].

Die Abbildung 14 zeigt die Bandbreite der Klimamodelle: Die blaue Ensembleberechnung (RCP2.6) geht von einer Einhaltung der Pariser Klimaschutzziele aus. Der rote Balken steht für das sogenannte „weiter-wie-bisher“-Szenario (ohne effektiven Klimaschutz) und damit für einen starken Klimawandel (RCP8.5).

Um den Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklung Rechnung zu tragen, wird als Datengrundlage pro Szenario nicht nur ein Klimamodell, sondern ein Ensemble verschiedener Klimamodelle verwendet. Einen maßgeblichen Einfluss auf die Klimaentwicklung haben dabei die Emissionen der menschlichen Treibhausgase.

2.3. Treibhausgasszenarien

Zur Berechnung der Klimamodelle wird die unbekannte Größe der zukünftigen Treibhausgaskonzentrationen mittels unterschiedlicher Emissionsszenarien berücksichtigt. Im Rahmen des 5. Sachstandsbericht des Weltklimarates wurden dafür sogenannte „Repräsentative Konzentrationspfade“ (*Representative Concentration Pathways* - RCPs) entwickelt. Die RCP-Szenarien legen bestimmte Szenarien von Treibhausgaskonzentrationen, sogenannte „Klimaschutz-Szenarien“, fest. In Abbildung 15 sind die Entwicklungen der Emissionsszenarien bis zum Ende des Jahrhunderts vergleichend dargestellt. Diesen Szenarien liegen im Groben folgende Annahmen zugrunde:

- RCP2.6: Sehr ambitionierte Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen mit einer Treibhausgaskonzentration von 421 ppm (parts per million) im Jahr 2100, nur wenig höher als heute. Dem Szenario liegt die Annahme zugrunde, dass das Pariser Klimaschutzabkommen mit dem Ziel der Begrenzung des weltweiten Temperaturanstiegs möglichst auf 1,5 Grad Celsius, auf jeden Fall aber deutlich unter 2 °C im Vergleich zum vorindustriellen Niveau, eingehalten wird.
- RCP4.5: Die Emissionen steigen bis Mitte des 21. Jahrhunderts weiter an und sinken danach wieder; die Treibhausgaskonzentration liegt hier bei 670 ppm.
- RCP8.5: Weiterhin kontinuierlicher Anstieg der Treibhausgasemissionen mit einer Stabilisierung auf einem sehr hohen Niveau zum Ende des 21. Jahrhunderts. Die Treibhausgaskonzentration beträgt über 900 ppm (mehr als doppelt so viel wie heute). Gleichzeitig handelt es sich beim RCP8.5 um das „weiter-wie-bisher“ – Szenario.

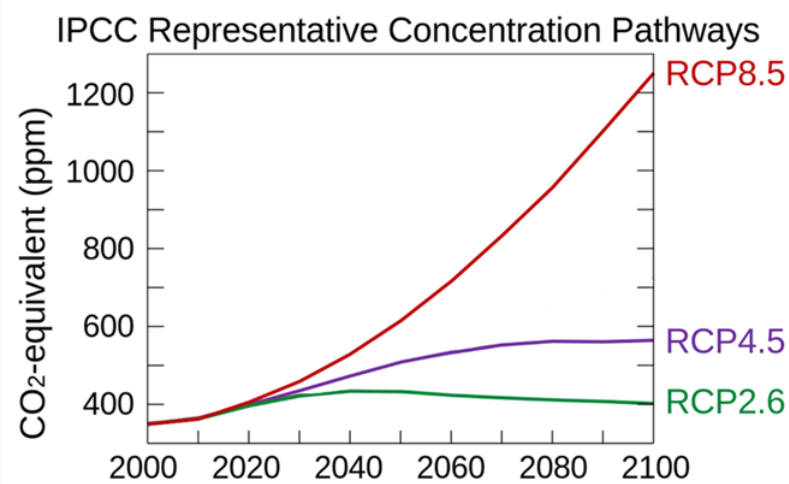


Abbildung 15: Mögliche Pfade der zukünftigen Treibhausgaskonzentration. Darstellung für die Jahre 2000–2100 [19].

2.3.1. Klimaentwicklung nach Szenarien für Marburg-Biedenkopf

Im Folgenden wird die Klimazukunft des Landkreises Marburg-Biedenkopf betrachtet. Dabei wurde einerseits das Szenario einer moderaten Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen (RCP2.6), die ambitionierte Emissionsreduktionen voraussetzt, und andererseits das „weiter-wie-bisher“-Szenario (RCP 8.5) verwendet. Die beiden Szenarien wurden entsprechend der im Klimaportal des HLNUG veröffentlichten Daten für die Klimazukunft ausgewählt. Die Szenarien bilden die Bandbreite der möglichen zukünftigen Entwicklungen ab.

Um den Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklung Rechnung zu tragen, wird als Datengrundlage zur Beschreibung der zukünftigen Entwicklung nicht nur ein einzelnes Klimamodell, sondern ein regional auf hessische Naturräume angepasstes Modellensemble verwendet. Die Auswertungen der Modellberechnungen für die Prognose der Klimaentwicklung im Landkreis Marburg-Biedenkopf basieren auf einem Ensemble aus zehn regionalen Klimamodellsimulationen [1].

Tabelle 2 zeigt temperatur- und niederschlagsbasierte Kennwerte für 2031–2060 und 2071–2100 sowie deren Abweichungen zum modellierten Referenzzeitraum von 1971–2000 für beide Emissionsszenarien im arithmetischen Mittel aller Modelle (Ensemble-Mittelwert), ergänzt um die Bandbreite der Einzelmodelle.

Tabelle 2: Veränderungen für temperatur- und niederschlagsbasierte Kennwerte im Landkreis Marburg-Biedenkopf für eine moderate Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen (RCP2.6), die ambitionierte Emissionsreduktionen voraussetzt, und ein Szenario ohne Klimaschutz mit weiterhin kontinuierlichem Anstieg der Treibhausgasemissionen auf einem sehr hohen Niveau (RCP8.5). Die Ergebnisse basieren auf 10 regionalen Klimamodellsimulationen (ReKliEs-De Klimasimulationsdaten) und sind als arithmetische Mittelwerte jeweils mit den Minimal- und Maximalwerten aus den Modellberechnungen dargestellt. Diese kennzeichnen die Entwicklung relativ zur Referenzperiode (1971–2000) für die nahe Zukunft (2031–2060) und die ferne Zukunft (2071–2100).

	Nahe Zukunft 2031 - 2060		Ferne Zukunft 2071-2100	
	RCP 2.6	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 8.5
Mittlere Jahrestemperatur [°C]	+1,1 +0,8 - +1,6	+1,9 +1,1 - +2,4	+1,1 +0,6 - +1,7	+3,8 +2,7 - +4,8
Sommertage [Tage] Anzahl der Tage mit Tmax ≥ 25°C	+8,6 +4,5 - +13,2	+18,7 +9,6 - +21,1	+9,1 +5,2 - +11,5	+43,2 +20,5 - +47,7
Heiße Tage [Tage] Anzahl der Tage mit Tmax ≥ 30°C	+3 +0,8 - +5,8	+6,8 +4,4 - +9,2	+4,2 +2,8 - +7	+20,3 +9,1 - +26,5
Tropennächte [Tage] Anzahl der Tage mit Tmin ≥ 20°C	+0,1 0 - +0,3	+0,7 0 - +1,1	+0,2 0 - +0,4	+5,9 +0,9 - +10,9
Frosttage [Tage] Anzahl der Tage mit Tmin < 0°C	-21,3 -29,1 - -12,5	-30,6 -41,8 - -18,6	-19 -29,3 - -10,4	-53,7 -70,6 - -42,7
Eistage [Tage] Anzahl der Tage mit Tmax < 0°C	-8,2 -9,4 - -4,1	-11,6 -16,2 - -4,2	-9,1 -12 - -4,8	-17,5 -20,2 - -12,3
Winterniederschlag [%] Niederschlagssumme (Dec, Jan, Feb)	+9,1 -0,7 - +19,1	+11,5 -5,7 - +27	+5,7 -6,4 - +14,3	+22,5 +9,3 - +41,4
Sommerniederschlag [%] Niederschlagssumme (Jun, Jul, Aug)	+0,1 -11,4 - +9,1	-1,6 -9,5 - +12,1	+0,5 -9 - +12,7	-9,5 -16,6 - +8,6
Jahresniederschlag [%]	+4,3 -1,5 - +7,2	+4,5 -3,8 - +12,9	+3,8 -5,6 - +7,7	+5,9 -2 - +19,9

Temperatur, Hitze- und Winterkerntage

Die Analysen ergeben - je nach Modell und Szenario - einen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur um 1,1 °C bis 3,8 °C bis zum Ende des 21. Jahrhunderts (ferne Zukunft). Unter Annahme des RCP2.6-Szenarios steigt die Jahresmitteltemperatur bis zur Mitte des Jahrhunderts um 1,1 °C (nahe Zukunft). Ab Mitte des Jahrhunderts verändert sich die Jahresmitteltemperatur bis zum Zeitraum 2071-2100 im RCP2.6-Szenario nicht mehr und es kommt zu keinem weiteren Anstieg. Bei Annahme des RCP8.5-Szenarios steigt die Jahresmitteltemperatur in der nahen Zukunft um 1,9 °C. In der fernen Zukunft steigt die Temperatur weiterhin stark an, um bis zu 3,8 °C im Vergleich zur Referenzperiode von 1971–2000. Die verschiedenen Modelle weisen niedrige Schwankungsbreiten auf.

Die Jahresmitteltemperatur ist ein gutes und robustes Klimasignal zur Beschreibung der zu erwartenden Veränderungen. Sie charakterisiert eindrücklich, wie viel mehr Energie im Atmosphärensystem für alle dort ablaufenden meteorologischen Prozesse verfügbar ist. Mittelwerte führen allerdings nur in wenigen Fällen vor Augen, welche direkt spürbaren Klimawirkungen mit den Temperaturveränderungen einhergehen. Um die aus der Temperaturzunahme resultierende Belastung oder die Entwicklung von Extremwetterereignissen zu verdeutlichen, werden Kennzahlen, sogenannte Klimaindizes, wie Sommertage, Hitzetage und Tropennächte sowie Frost- und Eistage herangezogen. Diese Kennzahlen basieren auf den Temperaturdaten.

Im Landkreis Marburg-Biedenkopf werden Sommertage und Hitzetage in allen angenommenen Szenarien signifikant zunehmen. Nach RCP2.6-Szenario werden es bis ans Ende des Jahrhunderts ca. neun Sommertage und vier Hitzetage mehr. Nach dem „weiter-wie-bisher“-Szenario (RCP8.5) muss hingegen mit einer deutlich stärkeren Zunahme von etwa 43 Sommer- bzw. 20 Hitzetagen gerechnet werden. Tropennächte verzeichnen im Landkreis Marburg-Biedenkopf nur nach RCP8.5-Szenario und auch

erst zum Ende des Jahrhunderts einen eindeutigen, ansteigenden Trend. In der fernen Zukunft wird bei weiterhin uneingeschränkter Emission von Treibhausgasen mit einem Anstieg von im Mittel sechs Tropennächten im Jahr gerechnet.

Hingegen ergeben die Modellberechnungen eine robuste Abnahme der Anzahl an Frost- und Eistagen. Insbesondere die Anzahl der Frosttage wird zurückgehen. Je nach Modell und Szenario wird eine Abnahme von im Mittel bis zu 54 Tagen prognostiziert. Selbst für das RCP2.6-Szenario wird bis zum Zeitraum 2031–2060 eine Abnahme von durchschnittlich rund 21 Eistagen simuliert. Zum Ende des Jahrhunderts kann für das RCP2.6-Szenario wieder mit einer leichten Zunahme von Frosttagen gerechnet werden (Abnahme von 19 Frosttagen im Vergleich zum Referenzzeitraum). Nach RCP2.6-Szenario werden es bis zum Ende des Jahrhunderts rund neun Eistage weniger sein, nach RCP8.5 ist die Abnahme sogar doppelt so groß.

Niederschlag

Die Unsicherheiten im Modellensemble sind für Niederschlagskennwerte deutlich größer als für die Simulationsergebnisse der Temperaturkennwerte, auch aufgrund der unterschiedlichen Höhenlage und Geländeformen im Landkreis. Für die meisten Kennwerte und Szenarien weisen die Modellergebnisse eine sehr große Schwankungsbreite auf. Mitunter beinhalten die Modellergebnisse an den Ensemblerändern (Minima oder Maxima) unterschiedliche Richtungen der Trends (Zu- oder Abnahme der Niederschlagsmengen).

Auch wenn die Schwankungsbreite groß ist, weisen der Mittelwert und die Ergebnisse der Mehrzahl der Modelle im Ensemble auf eine leichte Zunahme der Jahresniederschlagssummen im Landkreis Marburg-Biedenkopf hin. Zum Ende des Jahrhunderts ist eine Zunahme von 3,8 % (RCP2.6) bis 5,9 % (RCP8.5) angezeigt.

Die Entwicklung der Sommerniederschläge für das RCP2.6-Szenario zeigt keine klare Tendenz. Die Schwankungsbreite der Modellergebnisse ist groß. Manche Modelle im Ensemble prognostizieren eine leichte Zu-, manche eine leichte Abnahme der Sommerniederschläge. Im Mittel kann sowohl bis Mitte des Jahrhunderts (2031–2060) als auch bis Ende des Jahrhunderts damit gerechnet werden, dass sich die Sommerniederschläge im Vergleich zur Referenzperiode nicht signifikant ändern werden. Nach RCP8.5-Szenario unterliegen die Sommerniederschläge ebenfalls großen Schwankungen. Die Modellergebnisse zeigen Tendenzen in beide Richtungen auf. Für beide Zeithorizonte, nahe Zukunft und ferne Zukunft, zeigen die Mehrzahl der Modelle jedoch eine leichte Abnahme der Sommerniederschläge. Im Mittel wird für das „weiter-wie-bisher“-Szenario (RCP8.5) bis Ende des Jahrhunderts eine Abnahme der Sommerniederschläge von 9,5 % berechnet.

Dagegen ist in Zukunft mit einer tendenziellen Zunahme der Winterniederschläge zu rechnen. Auch wenn die Schwankungsbreite der Ergebnisse für alle Szenarien innerhalb des Modellszenarios groß ist, zeigen neun von zehn Modellen eine Tendenz zu einer Zunahme der Winterniederschlagssummen für alle betrachteten Zeitschnitte. Innerhalb des RCP2.6-Szenarios wird der Winterniederschlag bis in die nahe Zukunft voraussichtlich im Mittel um 9,1 % zunehmen. Zum Ende des Jahrhunderts wird wieder eine leichte Abnahme prognostiziert (Zunahme von 5,7 % der Winterniederschlagssumme im Vergleich zum Referenzzeitraum). Die Ergebnisse für das RCP8.5-Szenario zeigen eine deutlichere Entwicklung. Während für den Zeitraum von 2031–2060 eine Zunahme der Winterniederschläge von 11,5 % berechnet wird, werden die Niederschlagssummen bis Ende 2100 weiter, um 22,5 % gegenüber des Referenzzeitraums, zunehmen.

2.3.2. Zusammenfassung der Klimaänderungen

Die beobachteten und erwarteten Klimaänderungen für den Landkreis Marburg-Biedenkopf lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Es wird wärmer!

- Die Jahresdurchschnittstemperatur im Landkreis wird zunehmen - im Mittel zwischen 1,1 °C bis 3,8 °C bis Ende des Jahrhunderts im Vergleich zum Referenzzeitraum.
- Die Anzahl der Sommer- und Hitzetage wird stark zunehmen. In der fernen Zukunft könnten es im Landkreis bis zu 43 Sommertage und 20 Hitzetage mehr sein.
- Die Anzahl der Frost- und Eistage wird in Zukunft stark abnehmen. Frosttage werden in der fernen Zukunft weniger häufig auftreten als noch zur Jahrtausendwende - bis zu 54 Tage weniger im Jahr. Eistage wird es in Zukunft voraussichtlich nur noch vereinzelt geben.

Mehr Extreme wie Hitze!

- Hitzeperioden werden häufiger. Bis Mitte des Jahrhunderts muss im Landkreis mit einer deutlichen Zunahme der Hitze- und Sommertage gerechnet werden. Dieser Trend wird sich bis 2100 fortsetzen. Es werden bis zu 43 Sommertage pro Jahr mehr auftreten als in der Periode 1971–2000.
- Tropennächte sind im Landkreis Marburg-Biedenkopf noch sehr selten. Je nach Entwicklung der Treibhausgaskonzentration ist es möglich, dass in der fernen Zukunft im Jahr sechs Tropennächte mehr auftreten.

Unterschiedliche Entwicklungen und Modellunsicherheiten bei Niederschlägen:

- Im Mittel wird für den Landkreis Marburg-Biedenkopf für alle Szenarien eine leichte Zunahme der Jahresniederschlagssummen berechnet. Die Modellergebnisse weisen Unsicherheiten auf.
- Bei Einhaltung des „2-Grad-Ziels“ von Paris ist in Zukunft mit unveränderten Niederschlagssummen zu rechnen. Die Verteilung könnte sich aber ändern - im Sommer ist mit weniger Regen zu rechnen, im Winter mit mehr.
- Beim „weiter-wie-bisher-Szenario“ wird es in der Zukunft bis Ende des Jahrhunderts tendenziell im Sommer weniger Regen, aber im Winter deutlich mehr Niederschläge mit einer Zunahme von im Mittel 22,5 % geben.

2.4. Online-Umfrage Cölbe

Wie in Kapitel 1.2 beschrieben, können die Folgen des Klimawandels Auswirkungen auf verschiedene Handlungsfelder haben. Dabei ist es von den kommunenspezifischen Voraussetzungen und Umständen abhängig, welche besonders betroffen sind. Aus diesem Grund wurden für die Gemeinde Cölbe zu Beginn der Konzepterstellung im Rahmen einer Online-Umfrage diejenigen Handlungsfelder ermittelt, bei denen die Folgen des Klimawandels bereits spürbar sind. Hierzu wurden Informationen zu folgenden Themen systematisch erhoben:

1. Bewertung der Klimafolgen für die beschriebenen Handlungsfelder
2. Ereignisse im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels und deren lokalen Auswirkungen
3. Bereits umgesetzte oder geplante Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels

Die Ergebnisse der Online-Umfrage, insbesondere die bewerteten Klimafolgen je Handlungsfeld, bilden die Grundlage für die später erarbeiteten Klimawirkungsketten (vgl. Kapitel 3.2) und sind in Anhang 11 dargestellt. Die Handlungsfelder, für die kaum bzw. keine Betroffenheit identifiziert wurde, wurden in weiterer Folge nicht vertiefend behandelt. Die übrigen erhobenen Informationen flossen in die Betroffenheits- und Hotspotanalyse sowie in die Ausarbeitung von Maßnahmen ein.

3. Betroffenheitsanalyse

Die Veränderungen des Klimas bringen je nach Bereich verschiedene Auswirkungen auf Menschen, Infrastruktur oder Ökosysteme mit sich. Diese können sich abhängig von der Ausgangssituation und dem regionalen Kontext unterscheiden. In der Betroffenheitsanalyse wird betrachtet, inwieweit die Auswirkungen des Klimawandels in der Kommune zu beobachten bzw. zu spüren sind und wie sich die Klimaveränderungen künftig auswirken können. Hierbei werden sowohl langsam eintretende, chronische Klimafolgen (z. B. über lange Zeiträume ansteigende Temperaturen) als auch plötzlich auftretende, akute Klimafolgen (z. B. eine Hitzewelle) berücksichtigt.

Die Erfassung der Betroffenheit nach spezifischen Aufgaben und Zielen erfolgt nach Handlungsfeldern (siehe Kapitel 1.2) über die Erstellung von Klimawirkungsketten. Die Wirkungsketten dienen dazu, die unterschiedlichen Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Kommunen im Cluster und deren Einflussfaktoren zu verstehen, zu systematisieren und zu priorisieren und helfen dabei, Klimarisiken zu bewerten.

Ergänzend dazu wurde eine Hotspotanalyse für Cölbe durchgeführt, wobei Schadenspotenziale in den Bereichen Natur, Technik und Gesellschaft auf einem Luftbild verortet und hinsichtlich des Schadensausmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet wurden. Diese Analyse stellt – ergänzend zur Bewertung der Betroffenheit nach Handlungsfeldern – eine in die Tiefe gehende Betrachtung und somit für die Ausarbeitung der Maßnahmen relevante Grundlage dar.

Methodik und Ergebnisse der Betroffenheit nach Handlungsfeldern sind in den Kapiteln 3.1 und 3.2 bzw. für die Hotspotanalyse in den Kapiteln 3.5 und 3.6 beschrieben.

3.1. Vorgehen und Methodik – Betroffenheit nach Handlungsfeldern

Anhand der Ergebnisse der Online-Umfrage (siehe Kapitel 2.4) wurden die für das Cluster relevanten Handlungsfelder eruiert. Um die Ursache-Wirkbeziehungen zwischen klimatischen Einflüssen und möglichen Klimawirkungen zu analysieren, wurden für die relevanten Handlungsfelder im nächsten Schritt Klimawirkungsketten erstellt. Hierbei wurden die Ergebnisse aus der Online-Umfrage und Informationen aus Experteninterviews eingearbeitet. Im Rahmen des Klimafolgenworkshops wurden die Klimawirkungsketten validiert und die Risiken auf Clusterebene bewertet. Für die prioritären Klimarisiken wurden im Anschluss die Anpassungskapazitäten und Anpassungsbedarfe je Handlungsfeld erfasst. Die Ergebnisse der Betroffenheitsanalyse liegen auf Ebene der Cluster vor. Vereinzelt wurden Anmerkungen eingefügt, wenn abweichende Informationen aus einzelnen Kommunen vorlagen.

Das methodische Vorgehen zur Erstellung orientiert sich an den Vorgaben der DIN ISO 14091:2021 und wird vom Umweltbundesamt empfohlen [20]. Der Aufbau wird am Beispiel des Handlungsfeldes *Naturschutz und biologische Vielfalt* näher erläutert (siehe Abbildung 16). Die Wirkzusammenhänge sind von links nach rechts dargestellt. In Spalte eins wird der klimatische Einfluss basierend auf den aktuellen und zukünftigen Klimaänderungen (siehe Kapitel 2) wie Trockenheit, saisonale Niederschlagsverschiebung oder häufigere Extremwetterereignisse erfasst und bildet somit die Grundlage der Wirkungsketten.

In Spalte zwei und drei werden die wesentlichen Klimawirkbeziehungen näher erläutert und zu Wirkungsbereichen, am Beispiel *Naturschutz und biologische Vielfalt* zu Fauna und Flora, zusammengefasst. Die Wirkungsbereiche bestehen aus den direkten und indirekten Klimawirkungen (Spalte zwei bzw. drei). Dabei ist die zunehmende Trockenheit und Dürre eine direkte Klimawirkung, aus der wiederum Trockenstress für Pflanzen als indirekte Auswirkung resultiert (Beschreibung der Auswirkung).

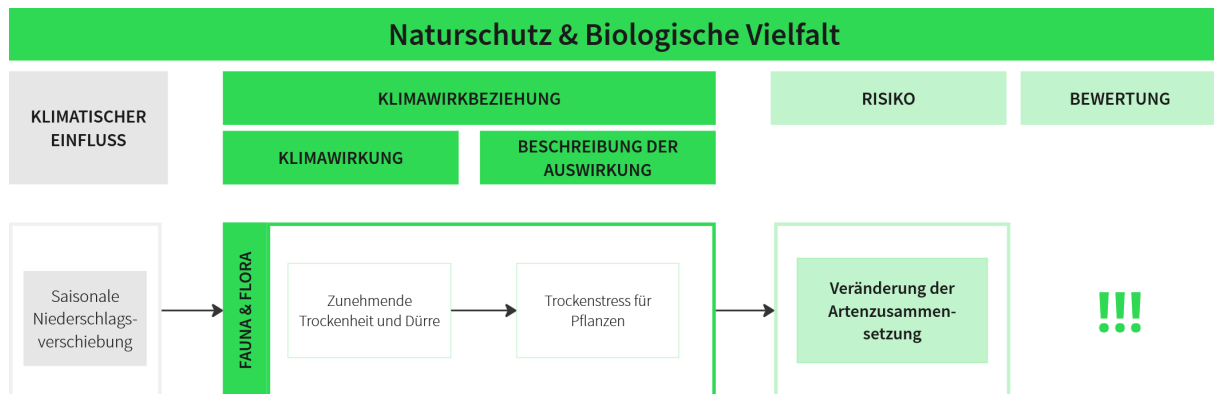


Abbildung 16: Beispielhafte Darstellung einer Wirkungskette für das Handlungsfeld Naturschutz und biologische Vielfalt (Darstellung Klima Plus).

Die aus den Wirkzusammenhängen resultierenden Klimarisiken werden in der Spalte „Risiko“ erfasst. Im Beispiel ist das die Veränderung der Artenzusammensetzung. Im letzten Schritt werden die Risiken für den jeweiligen Kontext anhand einer dreiteiligen Skala in gering (!), mittel (!!) und hoch (!!!) bewertet. Dabei werden die Risiken nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe auf Basis des aktuellen Standes berücksichtigt.

Für die prioritären Klimarisiken (Risiken mit einer hohen und mittleren Bewertung) wurden ergänzend die Anpassungskapazitäten und der Anpassungsbedarf erhoben. Die Anpassungskapazitäten beschreiben die Fähigkeit von Institutionen und Menschen, sich auf potenzielle Schäden einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen der Klimaänderung zu reagieren [21]. Sie setzen sich aus den verfügbaren finanziellen und personellen Ressourcen sowie den vorhandenen Fähigkeiten und Kompetenzen der Kommune oder von beteiligten Dritten (z. B. Anpassungswissen, Kompetenzen, Zuständigkeiten, Organisationsstrukturen) zusammen. Der Anpassungsbedarf beschreibt die zeitliche Handlungsdringlichkeit (innerhalb von 5 Jahren, zwischen 5 und 10 Jahren oder über 10 Jahre) in Bezug auf die prioritären Klimarisiken. Im Ergebnis fasst die Analyse der Klimawirkungsketten, der jeweiligen Anpassungskapazitäten und des zugehörigen Anpassungsbedarfs zusammen, welche Möglichkeiten zur Anpassung an die prioritären Klimarisiken bestehen und wie dringend eine Maßnahme ergriffen werden muss.

3.2. Betroffenheiten auf Clusterebene

Die Erhebung und Bewertung der Betroffenheit finden auf Ebene des Clusters statt. Die Auswahl der betrachteten Handlungsfelder wurde in Abhängigkeit von den Ergebnissen aus der Online-Umfrage und der daraus abgeleiteten Relevanz für die Kommunen des Clusters getroffen (siehe Kapitel 2.4). Dabei ist zu beachten, dass die Handlungsfelder *Bauwesen* und *Verkehr und Mobilität*, *Landwirtschaft* und *Boden*, *Industrie und Gewerbe* und *Tourismus und Naherholung*, *Katastrophenschutz und Sicherheit* und *Gesundheit* jeweils in einer Wirkungskette zusammengefasst sind. In der Auswertung werden die einzelnen Handlungsfelder getrennt untereinander dargestellt.

Die textliche Auswertung der Klimawirkungsketten je Handlungsfeld in den nachfolgenden Unterkapiteln 3.2.1. bis 3.2.8. ist folgendermaßen aufgebaut:

- Definition des betrachteten Handlungsfeldes
- Allgemeine Auswirkungen für das Bundesland Hessen (inkl. Quellenangabe)
- Erläuterung der bewerteten Risiken aus den Klimawirkungsketten
- Abbildung der Klimawirkungskette
- Darstellung der Anpassungskapazität und -bedarfe

Die prioritären Klimarisiken für das gesamte Cluster Nord werden am Ende des Kapitels nochmal in einer Übersicht zusammen mit den Ergebnissen der Anpassungskapazitäten und -bedarfe dargestellt. Im Cluster Nord werden hierbei neben den hoch bewerteten Risiken (!!!) auch die Risiken mit einer mittleren Bewertung (!!) aufgenommen.

3.2.1. Bauwesen, Verkehr und Mobilität

Das Handlungsfeld *Bauwesen* fasst zum einen die Planung und den Bau von Gebäuden, zum anderen den Aufenthalt im Gebäude und im Außenbereich zusammen. Besonders die Zunahme von Extremwetterereignissen wirkt sich negativ auf Bauwerke und deren Außenanlagen aus. Bei längeren Hitzeperioden heizen sich Gebäude auf und die Wärme kann nachts bei fehlender Abkühlung nur schwer entweichen. Versiegelte Flächen im Außenbereich nehmen zusätzlich Wärme auf und Grünflächen leiden unter Wassermangel und Trockenstress. Zusätzlich schränken hohe Sommertemperaturen die Lebens- und Aufenthaltsqualität erheblich ein und stellen eine gesundheitliche Belastung für die Bevölkerung dar. Des Weiteren kann Starkregen zu Wasserschäden in Kellern und Erdgeschossen führen, während Stürme Dach- und Fassadenschäden verursachen können [22].

Im Cluster Nord ist das Handlungsfeld *Bauwesen* vor allem von der Zunahme von Starkniederschlägen, Hagel und Sturm sowie einem Anstieg der Temperaturen, der Hitze und der Trockenheit betroffen (siehe Abbildung 17). Mit zunehmender Anzahl an Hitzetagen steigt der Kühlbedarf im öffentlichen Raum und die Aufenthaltsqualität wird vermindert. Kritisch werden hierbei die eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten in Innenräumen und Außenbereichen gesehen.

Um den veränderten Anforderungen aufgrund von Hitze und zunehmenden Überflutungsrisiken gerecht zu werden, bedarf es der Anpassung der Gebäudeplanung und Haustechnik. Dazu gehören u. a. technische Anpassungen zum Schutz vor Überflutungen (wie Rückstauklappen, Erhöhung von Lichtschächten), sommerlicher Wärmeschutz durch Begrünung, Dämmung oder außenliegende Verschattung. In manchen Verwaltungsgebäuden wurden bereits Klimaanlage installiert, um die Hitzebelastung zu senken.

Neben den Risiken ergeben sich aber auch Chancen für dieses Handlungsfeld: Der Heizbedarf im Gebäudesektor sinkt aufgrund milderer Winter und kürzerer Frostperioden, was sich auch positiv auf den Klimaschutz auswirkt.

Das Handlungsfeld *Verkehr und Mobilität* umfasst Planung, Bau, Bewirtschaftung und Nutzung von Infrastruktur zum Transport von Personen und Gütern. In Deutschland gilt der Verkehrssektor aufgrund seiner hohen Anfälligkeit für Schäden infolge von Extremwetterereignissen als besonders vom Klimawandel betroffen [23]. Extremwetterereignisse können verheerende Auswirkungen auf die Verkehrsinfrastruktur haben. Um sowohl die Mobilität als auch die Sicherheit von Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmern langfristig zu gewährleisten, ist es daher unerlässlich, den Verkehr und dessen Infrastruktur an diese Herausforderungen anzupassen [24].

Auch im Cluster Nord ist das Handlungsfeld von den zunehmenden Extremwetterereignissen betroffen (siehe Abbildung 17). Schäden an der Verkehrsinfrastruktur durch Extremwetterereignisse führen zu steigenden Kosten für Reparatur und Instandhaltung. Umgestürzte Bäume und Unterspülungen bedingen den Ausfall oder die zeitweise Blockierung von Verkehrswegen. Der Kühlbedarf im öffentlichen Nahverkehr steigt aufgrund zunehmender heißer Tage an und der Aufenthalt an Haltestellen wird als besonders belastend erlebt. Entsprechend bringen zunehmende Hitze und Starkregenereignisse veränderte Ansprüche an die (Neu-)Gestaltung von Verkehrsinfrastruktur mit sich (z. B. Drainagesysteme) mit sich. Die Risiken, dass die Unfallgefahr für Verkehrsteilnehmende steigt und dass es eine zunehmende Flächenkonkurrenz zwischen Grünflächen und der Anlage von (neuen) Verkehrsflächen gibt, werden von den Kommunen im Cluster Nord als gering eingeschätzt.

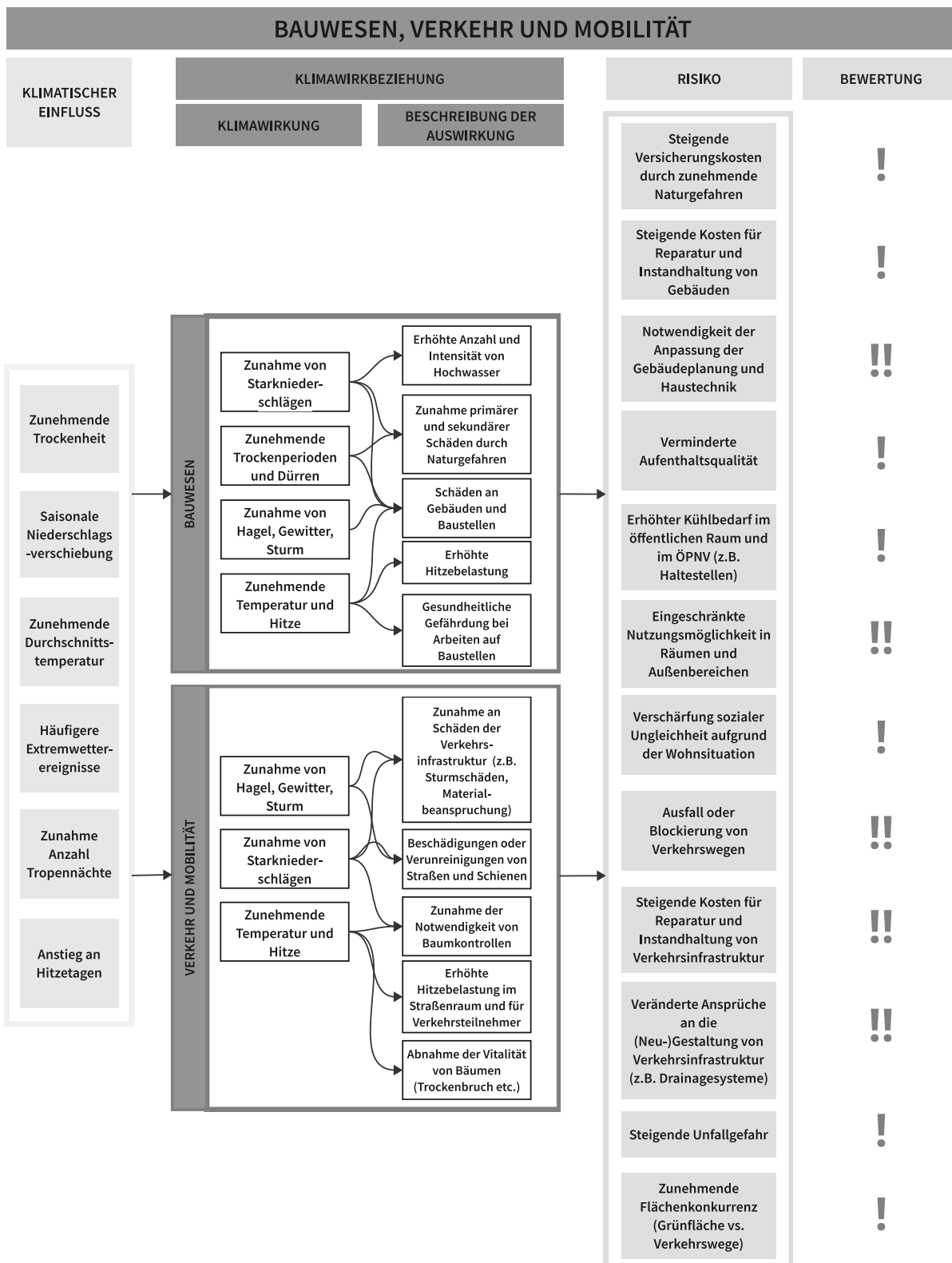


Abbildung 17: Wirkkette für die Handlungsfelder Bauwesen sowie Verkehr und Mobilität (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Bauwesen, Verkehr und Mobilität* zeigt, dass die Anpassungskapazitäten überwiegend gering bis mittel ausgeprägt sind – insbesondere bei der Anpassung von Gebäudeplanung und Haustechnik und bei der Instandhaltung von Verkehrsinfrastruktur (siehe Tabelle 3). Der Anpassungsbedarf ist hingegen mäßig bis hoch, vor allem bei der Verkehrsinfrastruktur, wo Investitionsstau und Personalmangel zusätzliche Herausforderungen darstellen. Verbesserungen werden vielerorts angegangen, stoßen jedoch oft an finanzielle und strukturelle Grenzen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für die Handlungsfelder Bauwesen sowie Verkehr und Mobilität.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Notwendigkeit der Anpassung der Gebäudeplanung und Haustechnik	!!	» Stark begrenzte finanzielle und personelle Kapazitäten bei einer erhöhten Anzahl an Liegenschaften	!	» Nicht genug Ressourcen für eine hohe Bewertung	!!
Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit in Räumen und Außenbereichen	!!	» Kindergärten sind teilweise mit Schirmen und Bäumen ausgestattet » Gießen der Grünflächen ist problematisch	!!	» Einige Maßnahmen wurden bereits umgesetzt; es sollte aber noch mehr getan werden	!!
Ausfall oder Blockierung von Verkehrswegen	!!	» (Rad-)Wege durch Hochwasser/ Starkregen gefährdet » Reaktionen unterschiedlich: Teils aktive Planung für Verlegung, teils keine Kapazitäten	!!	» Teilweise können Radwege nicht verlegt werden » Planung von Umleitungen und Verbesserung des Hochwasserschutzes	! - !!
Steigende Kosten für Reparatur und Instandhaltung von Verkehrsinfrastruktur	!!	» Geringe finanziellen Kapazitäten	!	» Hoher Investitionsstau » Personalmangel » Probleme nicht nur klimawandelbedingt	!!!
Veränderte Ansprüche an die (Neu-)Gestaltung von Verkehrsinfrastruktur	!!	» Planungsbüros können zur Unterstützung beauftragt werden	!!	» Versickerungsflächen in versiegelten Gebieten kaum möglich; einfacher umsetzbar in Außen- oder Neubaugebieten	!! - !!!

3.2.2. Boden, Landwirtschaft

Das Handlungsfeld *Boden* beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf den obersten, im Regelfall belebten Teil der Erdkruste.

Der Boden spielt eine wichtige Rolle als Kohlenstoffspeicher und Wasserfilter, weshalb seine nachhaltige Bewirtschaftung entscheidend für den Klimaschutz und die Landwirtschaft ist. Gesunde Böden

sind daher essenziell für die Lebensmittelproduktion und die Ernährungssicherheit. Zudem unterstützen sie die Klimaanpassung, da die Wasserspeicherkapazität erhalten und die Erosion durch Trockenheit und Starkregen minimiert wird. Allerdings beeinflussen die aufgrund des Klimawandels steigenden Temperaturen und veränderten Niederschlagsmuster Bodenprozesse und -strukturen. Häufigere Starkregenereignisse führen, besonders in Hanglagen und auf landwirtschaftlichen Flächen, zu Erosion, was den Verlust fruchtbarer Böden zur Folge hat. Gleichzeitig schränken lang andauernde Trockenperioden die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens ein. Auch bestehende Bewirtschaftungspraktiken beeinflussen die Bodengesundheit, da schwere land- oder forstwirtschaftliche Maschinen oder Bewirtschaftung unter nassen Bedingungen die Bodenverdichtung erhöhen [25].

Auch im Cluster Nord sind die Auswirkungen des Klimawandels deutlich spürbar (siehe Abbildung 18). Die Zunahme von Starkregen führt verstärkt zu Erosion und Staunässe, was die Bodenstruktur negativ beeinträchtigt. So kam es beispielsweise in Münchhausen bereits zu Abschwemmungen von Ackerböden in Gräben sowie auf Straßen und Wege. Auch die Art der Bewirtschaftung verstärkt dieses Problem. Längere Trocken- und Dürreperioden fördern die Austrocknung der Böden und verschlechtern deren Fähigkeit, Wasser zu speichern. Darüber hinaus sorgt die zunehmende Hitze für eine geringere Nährstoffverfügbarkeit in den Böden, wodurch das Wachstum von Kulturpflanzen vermindert wird.

Diese Klimawirkungen resultieren in erheblichen Risiken. Der Verlust fruchtbarer Böden und die Austrocknung wertvoller Lebensräume – etwa von Moorböden – gefährden die Biodiversität und schwächen die Resilienz von Ökosystemen. Darüber hinaus steigt das Risiko für eine Verschärfung von Nutzungskonflikten erheblich, insbesondere durch den steigenden Bedarf an Retentionsflächen zur Wasserregulierung.

Das Handlungsfeld *Landwirtschaft* umfasst den Anbau von Pflanzen und die Zucht von Tieren sowie den Verkauf der daraus gewonnenen Produkte.

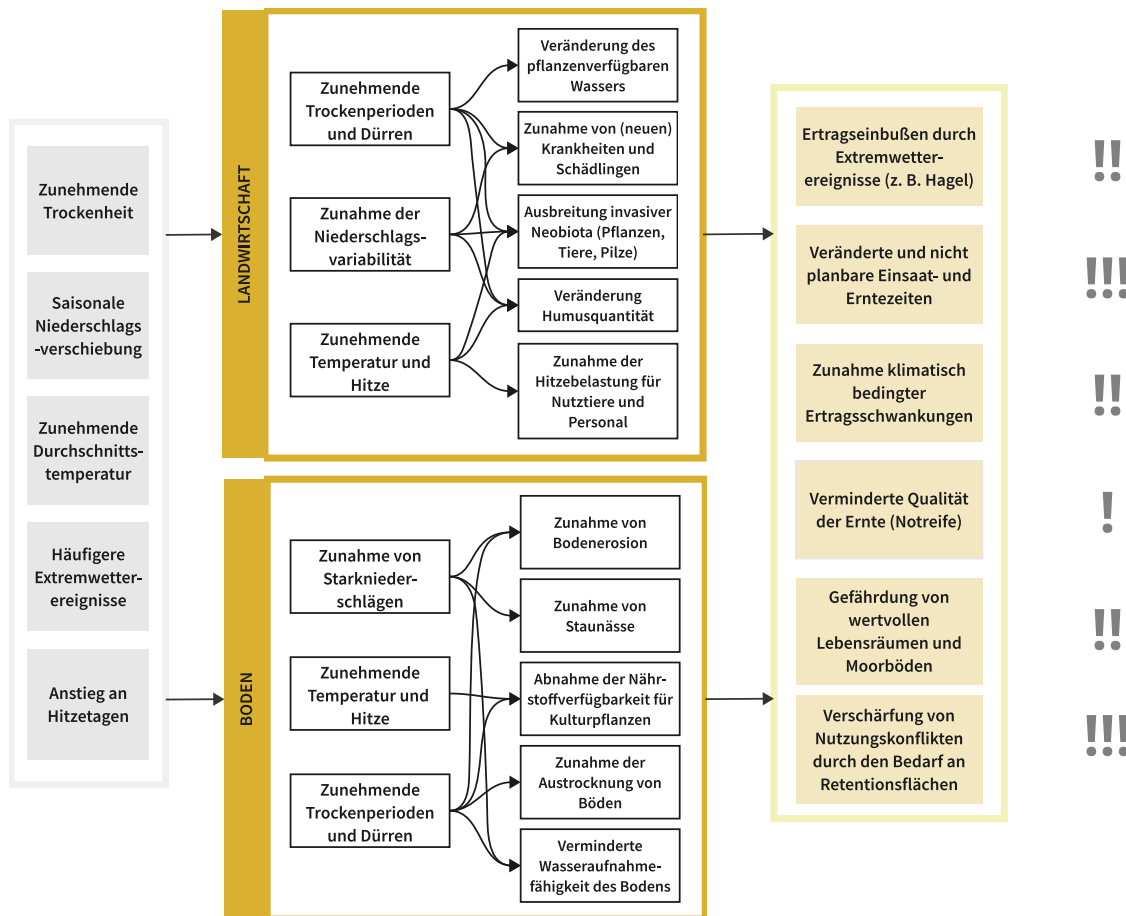
Der Klimawandel hat ernstzunehmende Folgen für die heimische Landwirtschaft, da steigende Temperaturen, häufigere Hitzewellen, veränderte Niederschlagsmuster und vermehrte Starkregenereignisse die Bedingungen für den Anbau stark beeinflussen. Landwirtinnen und Landwirte sind zwar wechselhaftes Wetter gewohnt, doch die zunehmende Häufigkeit extremerer Ereignisse bringt neue, bisher nicht bekannte Herausforderungen und langfristige, nicht revidierbare Veränderungen mit sich. So führen höhere Temperaturen dazu, dass sich die Pflanzen-Bestäuber-Phänologie (der Ablauf zwischen Blüte und Bestäubung) verschiebt. Auch gefährden wärmere Winter die Winterruhe von Obstsorten, während längere frostfreie Perioden und mildere Temperaturen die Ausbreitung und Vermehrung von Schadinsekten wie den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) begünstigen [26]. Diese Entwicklungen können zu starken Ertragsschwankungen und -einbußen in der Landwirtschaft führen.

Im Cluster Nord nehmen Trockenperioden spürbar zu, was zu einem Rückgang des pflanzenverfügbaren Wassers führt (siehe Abbildung 18). Gleichzeitig steigt mit zunehmenden Temperaturen die Gefahr der Ausbreitung neuer bzw. bereits bekannter Krankheiten und Schädlinge, wie etwa dem Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) oder die Blauzungenkrankeheit, die durch Stechmücken (*Culicoides imicola*) übertragen wird. Auch die Qualität der landwirtschaftlichen Böden leidet unter der zunehmenden Variabilität der Niederschläge, die sich negativ auf den Humusgehalt auswirkt. Darüber hinaus führen die steigenden Temperaturen zu einer höheren Hitzebelastung für das landwirtschaftliche Personal und Nutztiere.

Zentrale Risiken im Handlungsfeld *Landwirtschaft* ergeben sich für die Planbarkeit und den Ertrag von landwirtschaftlichen Aktivitäten. Ertragseinbußen infolge von Extremwetter, unplanbare Saat- und Erntezeiten aufgrund zunehmender Niederschlagsvariabilität, Temperatur und Trockenheit sowie stärkere Ertragsschwankungen erschweren die langfristige Planung und bedrohen die wirtschaftliche Stabilität landwirtschaftlicher Betriebe in der Region.

LANDWIRTSCHAFT, BODEN

KLIMATISCHER EINFLUSS	KLIMAWIRKBEZIEHUNG		RISIKO	BEWERTUNG
	KLIMAWIRKUNG	BESCHREIBUNG DER AUSWIRKUNG		



KlimaPlus

Abbildung 18: Wirkungskette für die Handlungsfelder Boden, Landwirtschaft (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Landwirtschaft und Boden* zeigt ein sehr differenziertes Bild. Die größte Kapazität besteht in der Anpassung von Fruchtfolge und Sortenwahl. Gleichzeitig besteht ein hoher Anpassungsbedarf, vor allem im Umgang mit Nutzungskonflikten (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für die Handlungsfelder Boden sowie Landwirtschaft.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Ertragseinbußen durch Extremwetterereignisse und Zunahme klimatisch bedingter Ertragschwankungen	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Anpassung über Fruchtfolge-/ Sortenwahl meist möglich, Beratung verfügbar » Idee: Staatlich unterstützte Ertragsausfallversicherung 	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Für die Bewertung wurden die Klimarisiken zusammengelegt. Der Bedarf für Anpassungsmaßnahmen ist vorhanden, hat aber nicht oberste Priorität 	!!
veränderte und nicht planbare Einsaat- und Erntezeiten	!!!				
Gefährdung von wertvollen Lebensräumen und Moorböden	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Gefährdung von Moorböden: Landwirtschaft hat wenig Einfluss » Agrarumweltförderung bietet auf Grünflächen Potenzial, aber Anreize fehlen 	! - !!	<ul style="list-style-type: none"> » Moorböden und Lebensräume wichtig, aber für Landwirtschaft nachrangig 	!
Verschärfung von Nutzungskonflikten durch den Bedarf an Retentionsflächen	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Durch kommunale Bauleitplanung/ Bausatzungen und Landes- und Regionalplanung bestimmt, wenig Einfluss der Landwirtschaft 	!	<ul style="list-style-type: none"> » Weniger nutzbare Fläche führt zu intensiverer Nutzung » Klima-Maßnahmen dadurch bedeutend unattraktiver 	!!!

3.2.3. Industrie und Gewerbe, Tourismus und Naherholung

Das Handlungsfeld *Industrie und Gewerbe* umfasst die potenziellen Auswirkungen des Klimawandels auf Produktionsprozesse, Lieferketten, Infrastrukturen, Beschäftigte und die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit von Unternehmen des produzierenden Gewerbes und des Dienstleistungssektors. Neben direkten Ertrags- und Gewinneinbußen stehen die Gefährdungen des Wirtschaftsstandorts aufgrund von Klimaänderungen im Mittelpunkt der Risikobetrachtung.

In Industrie- und Gewerbegebieten mit einem hohen Maß an versiegelter Fläche tritt besonders hohe Erwärmung auf. Dies führt zu einer höheren Hitzebelastung sowohl auf den Freiflächen als auch in den Gebäuden der Betriebsgelände, was die Arbeitsbedingungen verschlechtert, den Kühlungsbedarf erhöht und Gebäudeschäden begünstigt. Als Folge dieser Belastungen können Produktionsverzögerungen und betriebliche Ausfälle auftreten. Auch die Zunahme der Häufigkeit und Intensität anderer Extremwetter- und Hochwasserereignisse beeinflusst Betriebsabläufe. Sie können Lieferketten und Produktionsprozesse unterbrechen und stellen erhebliche Gefahren für die Beschäftigten dar. Im Falle von Überschwemmungen könnten gefährliche Stoffe (wie gelagerte Chemikalien) in die Umwelt gelangen. Zudem verursachen starke Gewitter und heftige Stürme schwere Sachschäden [27].

Im Cluster Nord ist das Handlungsfeld von zunehmenden Extremwetterereignissen, aber auch steigenden Temperaturen und Hitze betroffen. Diese führen zu einer höheren Materialbeanspruchung. So werden Zufahrtswege durch Hitze, Frost und Wassereintritt beschädigt. Der Standort des Gewerbegebiets in Cölbe befindet sich außerdem an einem der am meisten durch Hochwasser betroffenen Bereiche der Kommune.

Zunehmende Durchschnittstemperaturen, Schwüle und Hitze erhöhen die Notwendigkeit von Beschattung, den Kühlbedarf (z. B. für Lagerung, Transport Betriebsgebäuden) und senken die Leistungsfähigkeit der Mitarbeitenden. Eine Bewertung der daraus resultierenden gesundheitlichen Gefährdung des Personals war im Rahmen des Prozesses nicht möglich. Die Risiken aufgrund der Klimaveränderungen für Industrie und Gewerbe sind im Cluster Nord aufgrund der ländlichen Lage bisher nicht vorhanden oder gering (siehe Abbildung 19).

Das Handlungsfeld *Tourismus und Naherholung* umfasst die bestehenden Angebote und Infrastrukturen zur touristischen Nutzung und Naherholung. Darunter fallen sowohl städtische und kulturelle als auch naturnahe Strukturen, die Touristinnen und Touristen sowie Einheimischen zur Verfügung stehen.

Die Nachfrage nach touristischen Angeboten sowie Möglichkeiten der Naherholung hängen stark mit Wetter und Klima zusammen. Dies betrifft vor allem die Nutzung von Natur- und Outdoor-Erlebnissen. Des Weiteren bedrohen Extremwetterereignisse den Naturtourismus, indem sie Infrastrukturen schädigen. Hitzewellen oder Stürme stellen gesundheitliche Gefahren für Besucherinnen und Besucher dar. Zusätzlich steigt, während Trockenperioden die Waldbrandgefahr und Wasserstände von Seen und Flüssen sinken. Des Weiteren kann sowohl durch chronische klimatische Veränderungen als auch durch Extremwetterereignisse die Attraktivität als Tourismusregion eingeschränkt und die Durchführung von Veranstaltungen behindert werden [28].

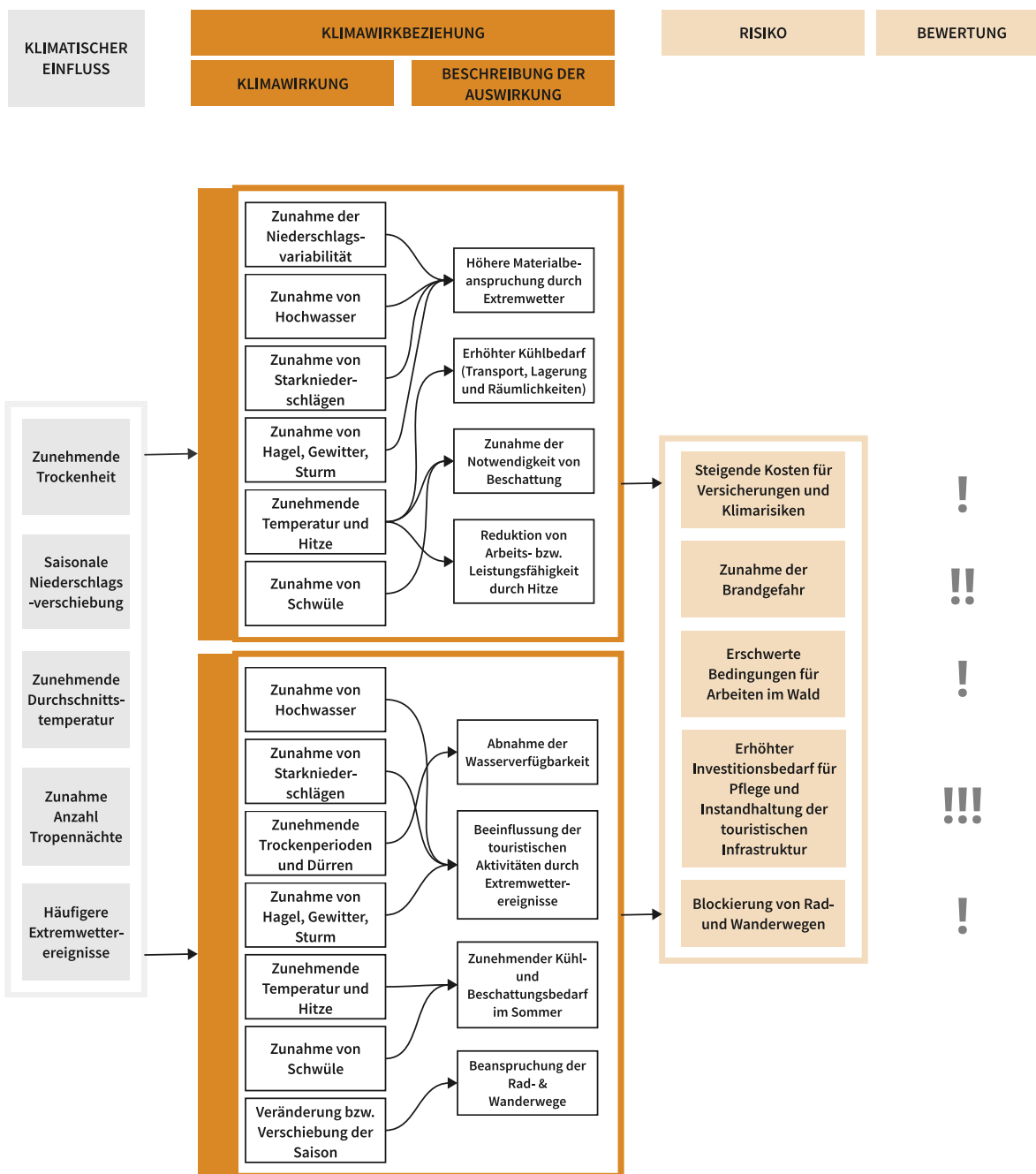
Im Cluster Nord ist das Handlungsfeld von zunehmender Trockenheit und Dürre und der damit einhergehenden Reduktion der Wasserverfügbarkeit unmittelbar betroffen. Das Risiko für Wald- und Flächenbrände steigt aufgrund der Kombination von Trockenheit und Hitze deutlich an. Da viele Waldbrände vom Menschen verursacht werden, erhöht sich die Waldbrandgefahr durch intensivere Nutzung von kühlen Naherholungsräumen in Zeiten von großer Hitze.

Extremwetterereignisse beeinträchtigen touristische Aktivitäten, indem bspw. Rad- und Wanderwege von umgestürzten Bäumen blockiert werden. Zunehmende Durchschnittstemperaturen mehr

Hitzetage und Tropennächte erhöhen den Bedarf an Kühlung und Beschattung vor allem in stark versiegelten Bereichen. Die Tourismussaison insgesamt verschiebt sich: Ein nasser Herbst bringt Einbußen, während ein früherer Beginn der Saison im Frühling und mildere Winter die Nutzung von Rad- und Wanderwegen erhöhen.

Insgesamt steigt das Risiko eines erhöhten Investitionsbedarfs für die Pflege und Instandhaltung der touristischen Infrastruktur erheblich (siehe Abbildung 19). Dabei können Interessenskonflikte mit Naturschutz und Forstwirtschaft auftreten. Touristische Aktivitäten können negative Auswirkungen auf die Umwelt und touristische Infrastruktur haben, beanspruchen wertvolle Flächen und verändern Lebensräume von Pflanzen und Tieren. Die Beschränkungen aus dem Naturschutz und der Forstwirtschaft können andererseits die wirtschaftlichen Interessen des Tourismus beeinträchtigen.

INDUSTRIE UND GEWERBE, TOURISMUS UND NAHERHOLUNG



KlimaPlus

Abbildung 19: Wirkungskette für die Handlungsfelder Industrie und Gewerbe, Tourismus und Naherholung (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Industrie und Gewerbe* sowie *Tourismus und Naherholung* zeigt, dass die Kapazitäten zur Anpassung an die steigende Brandgefahr und den wachsenden Instandhaltungsbedarf der Infrastruktur mäßig ausgeprägt sind. Während bereits Maßnahmen zur besseren Waldbrandbekämpfung laufen, besteht im Bereich der touristischen Infrastruktur aufgrund der untergeordneten Rolle des Tourismus ein moderater Anpassungsbedarf (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für die Handlungsfelder Industrie und Gewerbe sowie Tourismus und Naherholung.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Zunahme der Brandgefahr	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Feuerwehr teilweise ohne größere Probleme » Teilweise kommt es bei der Feuerwehr zu Kapazitätsgrenzen (finanziell und im Ehrenamt) 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Es wird bereits viel in der Waldbrandbekämpfung getan 	!!
Erhöhter Investitionsbedarf für Pflege und Instandhaltung der touristischen Infrastruktur	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Wenig Tourismus, nur die Radwege sind betroffen 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Da es wenig Tourismus gibt, ist die Anpassung nicht sehr dringlich 	!!

3.2.4. Katastrophenschutz und Sicherheit, Gesundheit

Das Handlungsfeld *Katastrophenschutz und Sicherheit* nimmt die Organisationen in den Blick, die für den Schutz der Bevölkerung im Falle einer Katastrophe oder schweren Notlage zuständig sind.

Ziel des Katastrophenschutzes ist es, die Bürgerinnen und Bürger vor akuten Gefahren zu schützen und schnelle, effektive Hilfe zu leisten – beispielsweise im Falle von konkretem Handlungsdruck infolge von Epidemien oder Extremwetterereignissen [29]. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel wird erwartet, dass Extremwetterereignisse häufiger und intensiver auftreten, weshalb es einer proaktiven Vorbereitung im Katastrophenschutz bedarf [30].

Im Cluster Nord haben vor allem zunehmende Temperaturen, Hitze, Trockenperioden und Dürren sowie eine zunehmende Niederschlagsvariabilität Auswirkungen auf den Wirkungsbereich *Katastrophenschutz und Sicherheit* (siehe Abbildung 20). Bedingt durch Trockenheit erhöht sich das Brandpotenzial auf Wald- und Freiflächen (z. B. Waldbrand im Jahr 2022 in Cölbe-Schönstadt). Insgesamt steigt die Anzahl der Einsätze und die Anforderungen an Ausrüstung und Ausbildung verändern sich. Beide Faktoren führen zu einer zunehmenden Belastung der Einsatzkräfte und der ehrenamtlichen Helferinnen und Helfer.

In Folge zunehmender Starkniederschläge mit Überflutungen nehmen die Beeinträchtigungen und Schäden an kritischen Infrastrukturen zu, wodurch insbesondere das Ausfallrisiko von Kommunikations- und Verkehrswegen steigt. Das größte Risiko in Zusammenhang mit dem Klimawandel stellen veränderte Anforderungen an das Einsatzgeschehen in Bezug auf Ausrüstung und Ausbildung dar (z. B. Löschfahrzeug mit größerem Wassertank für Einsatz bei Wald- und Flächenbränden).

Das Handlungsfeld *Gesundheit* umfasst alle klimatischen Faktoren, die sich auf das körperliche und geistige Wohlbefinden des Menschen auswirken.

Das Wohlbefinden und die Gesundheit des Menschen sind anfällig für klimatische Veränderungen. Extremwetterereignisse können direkte Gefahren für die menschliche Gesundheit darstellen, ebenso wie eine erhöhte UV-Belastung durch geringere Wolkenbedeckung. Veränderte Klimabedingungen können sich zudem auf die Verbreitung und auf die Entwicklung von Pflanzen und Tieren auswirken, wodurch sowohl bekannte als auch neue Krankheiten vermehrt übertragen oder Allergien ausgelöst werden können. Besonders für vulnerable Bevölkerungsgruppen, die aufgrund des Alters (z. B. Menschen über 65 Jahren, Kleinkinder unter 6 Jahren), der Vorerkrankungen oder der Lebensumstände außerordentlich betroffen sind, können diese Auswirkungen erhebliche gesundheitliche Risiken mit sich bringen [31].

Im Cluster Nord wirken sich vor allem Hitze, Trockenheit und die Zunahme der Sonnenscheindauer auf die menschliche Gesundheit aus (siehe Abbildung 20). Das Risiko von hitzebedingten Erkrankungen (z. B. Sonnenstich, Hitzekrämpfe, Hitzschlag) und Sterblichkeit steigt, insbesondere für vulnerable Gruppen. Die Klimaanlage in den Bussen des öffentlichen Nahverkehrs schaffen es an sehr heißen Tagen nicht, die Temperatur in den Fahrzeugen zu senken, deshalb kann es bei großer Hitze zu Ausfällen im ÖPNV kommen.). Höhere UV-Strahlenbelastung verstärkt das Risiko von Hautkrebs und -ekzemen. Darüber hinaus beeinflusst Hitze die Zunahme nicht-infektiöser Krankheiten, z. B. psychischer Krankheiten (aufgrund der enormen Stressbelastung bei anhaltender Hitze) oder Herz-Kreislaufkrankungen.

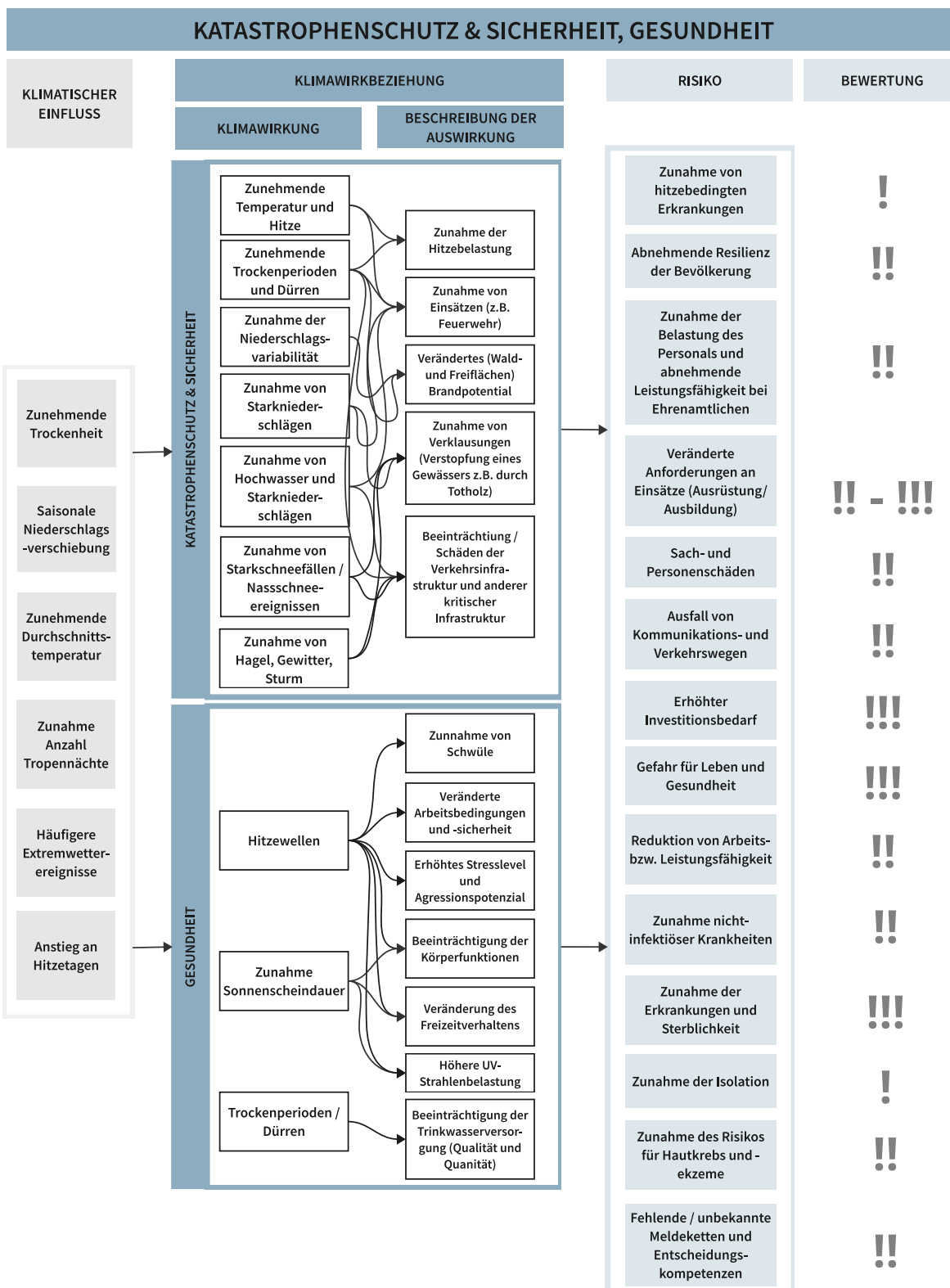


Abbildung 20: Wirkungskette für das Handlungsfeld Katastrophenschutz und Sicherheit, Gesundheit (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe in den Handlungsfeldern *Katastrophenschutz und Sicherheit* sowie *Gesundheit* zeigt, dass vielerorts bereits grundlegende Strukturen vorhanden sind, etwa durch das Ehrenamt und bestehende Pläne. Dennoch sind die Kapazitäten häufig begrenzt, insbesondere aufgrund finanzieller Engpässe, demografischer Entwicklungen und fehlender Redundanzen bei Ausrüstung und Infrastruktur. Der Anpassungsbedarf wird in mehreren Bereichen als hoch eingestuft – vor allem dort, wo die Kommunen nicht direkt zuständig sind, wie bei Rettungsdiensten oder Kommunikationsinfrastrukturen, was den Handlungsdruck zusätzlich erhöht (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für die Handlungsfelder *Katastrophenschutz und Sicherheit* sowie *Gesundheit*.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Abnehmende Resilienz der Bevölkerung	!!	» Ehrenamt vorhanden	!!	» Gemeinden sind aktuell noch relativ gut aufgestellt	!!
Zunahme der Belastung des Personals und abnehmende Leistungsfähigkeit bei Ehrenamtlichen	!!	» Ehrenamt vorhanden » Demographische Herausforderungen	!!	» Überalterung der Ehrenamtlichen zukünftig problematisch	!! - !!!
Veränderte Anforderungen an Einsätze (Ausrüstung/ Ausbildung)	!! - !!!	» Höhere Anforderungen, auch an die Ausrüstung » Knappe Ressourcen, kaum Redundanzen	!	» Technik und Grundausstattung vorhanden » Feuerwehr meist besser ausgestattet als andere kommunale Infrastrukturen	!!
Sach- und Personenschäden	!!	» Schäden werden zunehmen » Kommunen sind nicht zuständig	!	» Kommunen sind auf Schadensereignisse recht gut vorbereitet	!!
Ausfall von Kommunikations- und Verkehrswegen	!!	» Mehr Katastrophen = mehr Ausfälle » Kommune hat keine Handlungsmöglichkeiten	!	» Keine Möglichkeit in der Kommune	!!!
Erhöhter Investitionsbedarf	!!!	» Hoher Bedarf » Geringe finanzielle Kapazitäten	!	» Bau von Feuerwehrgerehähusern	!!!
Gefahr für Leben und Gesundheit	!!!	» Kapazität liegt bei Rettungswachen, weniger bei den Kommunen	!!	» Hoher Bedarf, aber keine Zuständigkeit	!! -

					!!!
Reduktion von Arbeits- bzw. Leistungsfähigkeit	!!	» Kapazitäten vorhanden, aber Ehrenamt begrenzt	!!	» Nicht höchste Priorität, aber Bedarf besteht	!!
Fehlende/ unbekannte Meldekettten und Entscheidungskompetenzen	!!	» Pläne und Regelungen vorhanden	!!	» Pläne vorhanden (kommunal und Landkreis)	!

3.2.5. Kommunale Bauleitplanung

Das Handlungsfeld *Kommunale Bauleitplanung* befasst sich mit den Aufgaben der Gemeinde in der Regelung und Steuerung der baulichen und sonstigen Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde.

Städte und Gemeinden müssen sich an die Folgen des Klimawandels anpassen. Dies erfordert lokale Lösungen, die öffentliche Gebäude, Straßen, Grünflächen und private Haushalte einbeziehen. Die *Kommunale Bauleitplanung* spielt dabei eine entscheidende Rolle, um die Weichen für eine klimaangepasste Zukunft zu stellen z. B. über Vorgaben zur Entsiegelung, Begrünung oder Freihaltung von Kaltluftschneisen. Vor allem höhere Temperaturen, Hitzewellen und Starkregenereignisse stellen eine Herausforderung dar. In Siedlungsgebieten sind vergleichsweise viele Menschen diesen Klimawirkungen ausgesetzt. Zusätzlich besteht für die vorhandene Infrastruktur und zahlreiche Versorgungseinrichtungen ein erhöhtes Schadensrisiko [22].

Im Cluster Nord ist das Handlungsfeld *Kommunale Bauleitplanung* von zunehmenden Extremwetterereignissen sowie veränderten Niederschlagsmustern betroffen (siehe Abbildung 21). Kanalisation und Kläranlagen sind mit höheren Spitzenlasten konfrontiert. Überflutungen beschädigen Gebäude, Straßen und Feldwege, was zu einem mittleren Risiko für steigenden Investitionsbedarf beim Erhalt und der Anpassung der Infrastruktur führt.

Steigende Temperaturen, mehr heiße Tage und Tropennächte verstärken den Hitzeinseleffekt – meist begrenzt auf einzelne Straßenzüge, da die Region überwiegend ländlich geprägt ist. Auch in öffentlichen Räumen steigen die Anforderungen an deren Gestaltung, z. B. bei der Verschattung von Spielplätzen. Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten öffentlicher Räume treten bislang nur vereinzelt auf, etwa über Betretungsverbote im Wald bei Brandgefahr. Des Weiteren wächst das Risiko von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und Wohnraumentwicklung, wobei die zunehmende Flächenkonkurrenz auch in vielen anderen Handlungsfeldern (z. B. Naturschutz und biologische Vielfalt, Boden, Verkehr und Mobilität) als Risiko genannt wird.

In Folge von Hitze, Trockenheit und Sturm erhöhen sich die Schäden an Grünflächen und Bäumen, was mit einem erhöhten Arbeitsbedarf für deren Entnahme, Pflege und die Herstellung der Verkehrssicherheit einhergeht. Dies betrifft besonders junge Bäumen, die gegossen werden müssen, sowie Bäume auf Friedhöfen, Spielplätzen und entlang von Straßen. Zudem steigt der Verschleiß an Grün- und Sportflächen durch die intensivere Nutzung. Das Risiko für steigende Bewirtschaftungskosten für Pflege und Erhalt von Grünflächen wird aktuell auf einem mittleren Niveau gesehen.

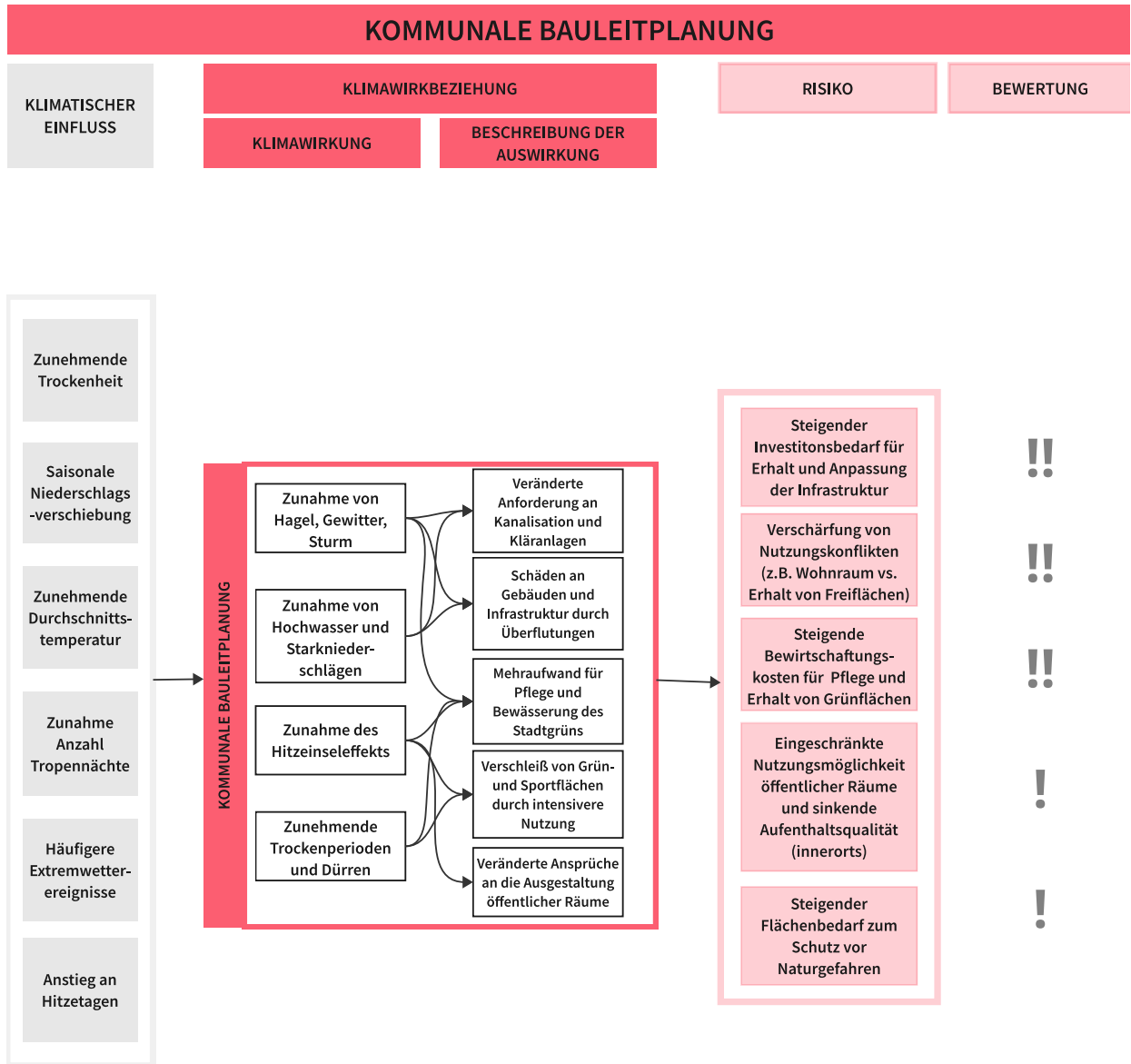


Abbildung 21: Wirkungskette für das Handlungsfeld Kommunale Bauleitplanung (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Kommunale Bauleitplanung* zeigt geringe bis mittlere Kapazitäten auf, vor allem durch fehlende finanzielle und personelle Kapazitäten. Gleichzeitig ist der Anpassungsbedarf hoch – insbesondere beim Erhalt der Infrastruktur und bei den stark steigenden Bewirtschaftungskosten von Grünflächen (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für das Handlungsfeld *Kommunale Bauleitplanung*.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Steigender Investitionsbedarf für Erhalt und Anpassung der Infrastruktur	!!	» Keine finanziellen und personellen Kapazitäten	!	» Wegen fehlender finanzieller und personeller Kapazitäten können Maßnahmen teilw. nicht angegangen werden	!!!
Verschärfung von Nutzungskonflikten (z.B. Wohnraum vs. Erhalt von Freiflächen)	!!	» Teilweise Konflikte mit Landwirtschaft » In einigen Kommunen werden neue Siedlungsgebiete ausgewiesen	!!	» Konflikte bezgl. des Erwerbs von Bauflächen	!!
Steigende Bewirtschaftungskosten für Pflege und Erhalt von Grünflächen	!!	» Hohe Anforderungen an Bewässerung und Pflege von Grünflächen » Bewirtschaftungskosten steigen	!!	» Massiv steigende Kosten	!!!

3.2.6. Naturschutz und biologische Vielfalt

Das Handlungsfeld *Naturschutz und biologische Vielfalt* befasst sich mit der Funktionsfähigkeit von Ökosystemen und der Biodiversität. Gesunde Ökosysteme erbringen eine Vielzahl von Leistungen, wie die Reinigung von Wasser und Luft oder den Schutz vor Hochwasser und Bodenerosion.

Die Auswirkungen des Klimawandels beeinflussen das Handlungsfeld *Naturschutz und biologische Vielfalt* in unterschiedlicher Weise - von einzelnen Arten bis hin zu ganzen Ökosystemen. Durch die Verschiebung von Vegetationszonen verändern sich die Lebensräume und die Artenzusammensetzung. Besonders empfindliche Arten mit geringer Temperaturtoleranz bzw. hoher Spezialisierung können verschwinden, während konkurrenzstarke Arten mit einer großen ökologischen Amplitude neue Gebiete erobern. Extremwetterereignisse verschärfen diese Veränderungen, auf offenen Flächen und Bestandslücken können sich invasive Pflanzen leichter ansiedeln oder es werden neue Ausbreitungswege für deren Samen geschaffen. Zu den bereits beobachteten Effekten zählen unter anderem ein früherer Blühbeginn und verändertes Zugverhalten von Vögeln. Auch Zuwanderungen wärmeliebender Arten, wie dem Bienenfresser (*Merops apiaster*) und der Europäischen Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*), sind bereits erkennbar. In Hessen wurden über 200 Arten identifiziert, die durch den Klimawandel stärker gefährdet sind, darunter besonders solche, die auf spezielle Lebensräume wie Feuchtwiesen angewiesen sind [32].

Im Cluster Nord haben unter anderem Starkniederschläge und Hochwässer Auswirkungen auf die lokale Fauna und Flora. Überflutungen können beispielsweise die Gewässerqualität durch Schadstoffeintrag beeinträchtigen (siehe Abbildung 22).

Häufigere Trockenperioden, Dürren und eine zunehmende Verschiebung der saisonalen Niederschlagsvariabilität bedingen eine unzureichende Wasserversorgung und das Austrocknen von kleineren Gewässern. Veränderungen des pflanzenverfügbaren Wassers und verstärkter Trockenstress sind die Folge. Dies schädigt Fauna und Flora und kann langfristig zu einer Gefährdung der bestehenden Biotope und Ökosysteme führen. Um die biologische Vielfalt auch in Siedlungsgebieten zu erhalten, müssen höhere Anstrengungen unternommen werden.

Insgesamt ist mit einem zunehmenden Verlust an Lebensräumen und einer damit einhergehenden verminderten Biodiversität zu rechnen. Außerdem steigt das Risiko der zunehmenden Ausbreitung und Vermehrung invasiver Pflanzen und Tiere (z. B. Tigermücke (*Aedes albopictus*), Nilgänse (*Alopochen aegyptiaca*)) und die Schädlings- und Parasitenpopulationen (z. B. Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*), Borkenkäfer (*Scolytinae*), Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*)) nehmen zu. Die Risiken durch die Klimaveränderungen werden für das Cluster Nord insgesamt auf einem niedrigen bis mittleren Niveau bewertet.

Neben den Risiken ergeben sich jedoch auch **Chancen** durch die klimatischen Veränderungen: Die aufgrund von Trockenheit entstehenden Schadflächen (sogenannte Störungsflächen) im Wald bieten Potenzial für eine Zunahme der Biodiversität, da sie Lebensräume für spezialisierte Arten bieten, die von Totholz, offenen Bereichen und anderen durch die Störung entstandenen Strukturen profitieren. Des Weiteren müssen Zugvögel weniger weit ziehen, was bedeutet, dass diese verstärkt in unseren Breiten überwintern können, sofern die dafür benötigten Bedingungen geschaffen werden. Damit verringern sich für die Vögel die Gefahren auf den langen Flugstrecken.

NATURSCHUTZ UND BIOLOGISCHE VIELFALT

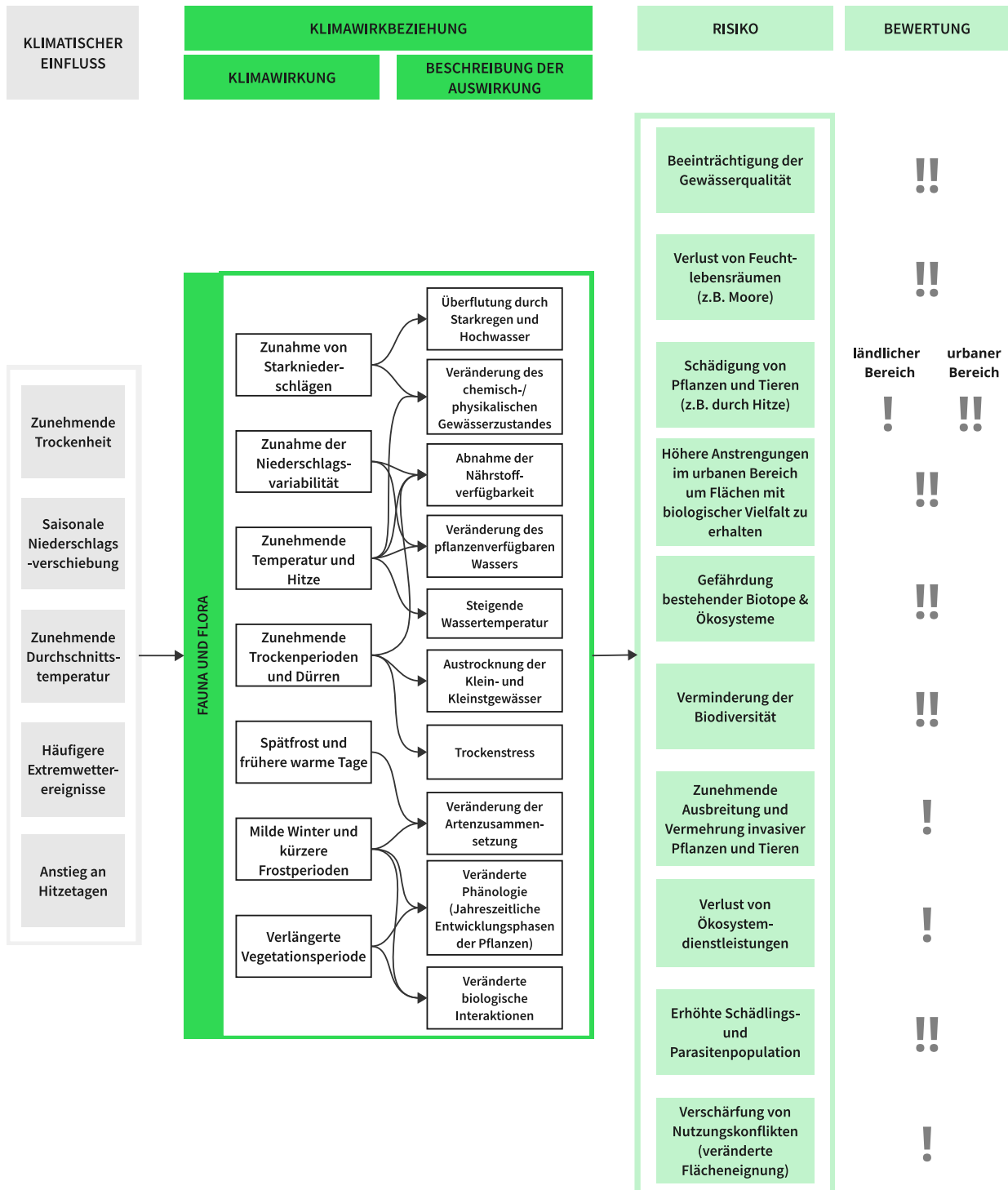


Abbildung 22: Wirkungskette für das Handlungsfeld Naturschutz und biologische Vielfalt (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Naturschutz und biologische Vielfalt* zeigt, dass Kapazitäten nur in geringem bis mittleren Ausmaß vorhanden sind, insbesondere beim Erhalt von Feuchtlebensräumen, dem urbanen Biodiversitätsschutz und Schädlingsmanagement. Gleichzeitig ist der Anpassungsbedarf in vielen Bereichen mittel bis hoch (siehe Tabelle 8). Insgesamt besteht ein deutlicher Handlungsdruck, der häufig durch begrenzte finanzielle und personelle Ressourcen erschwert wird (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für das Handlungsfeld *Naturschutz und biologische Vielfalt*.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Beeinträchtigung der Gewässerqualität	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Finanzielle Ressourcen: begrenzt/ ausgeschöpft » Externe Unterstützung nötig (z. B. Fördermittel, Hessen Forst, HLG, Wasserverband, NABU) » Teilweise Zusammenarbeit mit Vereinen, der Hessischen Landgesellschaft (HLG) und dem Wasserverband Lahn 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Wichtigste Stufe wäre nötig, scheint aber unrealistisch aufgrund der Kapazitäten und anderen Aufgaben 	!!
Verlust von Feuchtlebensräumen (z.B. Moore)	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Begrenzter Einfluss der Kommunen: Viele Flächen sind in privater Hand oder unter Betreuung von NABU/ Hessen Forst » Landwirtschaftlicher Wunsch: Flächen trocken halten » Teilweise gibt es Feuchtwiesen und Feuchtgebiete 	!	<ul style="list-style-type: none"> » Bedarfe sind an die örtliche Bauplanung gebunden 	!
Höhere Anstrengungen im urbanen Bereich um Flächen mit biologischer Vielfalt zu erhalten	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Wenig kommunale Grünflächen » Pflege aufwändig, Infos oft unvollständig » Bewusstsein in der Bevölkerung muss gestärkt werden 	! - !!	<ul style="list-style-type: none"> » Schnell sichtbare Ergebnisse, um ein Umdenken zu fördern » Mehr Bäume in Straßen und sichtbare grüne Maßnahmen 	!! - !!!
Gefährdung bestehender Biotop- und Ökosysteme	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Begrenzter kommunaler Einfluss (meist nur auf eigene Flächen) » Private und bürgerschaftliche Initiativen oft schwach ausgeprägt » Finanzielle Mittel generell knapp » Personelle Kapazitäten sind teilweise vorhanden 	! - !!	<ul style="list-style-type: none"> » Gefährdete Ökosysteme, die zeitlich dringend behandelt werden müssen » Wachsender Bedarf 	!!

Verminderung der Biodiversität	!!	» Naturschutzverbände/-vereine verantwortlich	!!	» Biodiversitätsverlust ist noch kritischer als die Gefährdung bestehender Biotope und Ökosysteme	!! - !!!
Erhöhte Schädlings- und Parasitenpopulation	!!	» Betrifft v. a. die Waldflächen, hierfür Hessenforst zuständig	!	» Gemeinde- und Stadtwald leidet stark » Teilweise Eichenprozessionsspinner in Ortschaften, Kindergärten, Spielplätzen	!!!

3.2.7. Wald und Forstwirtschaft

Das Handlungsfeld *Wald und Forstwirtschaft* umfasst das planmäßige wirtschaftliche Handeln des Menschen im Wald und berücksichtigt gleichzeitig die multifunktionale Wirkung von Wäldern.

Wälder tragen zur Sauerstoffproduktion, Grundwasserbildung und Bodenstabilisierung bei und bieten Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten. Sie speichern Kohlendioxid und beeinflussen das Klima in ihrer Umgebung. In Hessen, einem der walddreichsten Bundesländer Deutschlands mit über 42 % Waldanteil, leiden die Wälder jedoch unter wiederholten Dürresommern und ausbleibendem Niederschlag. Viele heimische Baumarten, wie die Rotbuche (*Fagus sylvatica*), können mit Trockenheit umgehen, doch die Häufigkeit von Dürrezeiten und zunehmende Belastung übersteigt ihre Anpassungsfähigkeit, so dass auch diese Baumart inzwischen gefährdet ist. Besonders Fichten (*Picea abies*) sind aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit und Schädlingen wie Borkenkäfern (*Scolytinae*) gefährdet. Starkregenereignisse und daraus resultierende Erosionsprozesse verschärfen die Lage zusätzlich. Gesunde, strukturreiche Wälder sind gegenüber solchen Extremwetterereignissen deutlich widerstandsfähiger. Langfristig wird dadurch die Baumartenzusammensetzung verändert [26].

Im Cluster Nord führt die Verlängerung der Vegetationsperiode zur Ausbreitung konkurrenzstarker, nicht heimischer Arten wie der Spätblühenden Traubenkirsche (*Prunus serotina*), was die Baumartenzusammensetzung sichtbar verändert (siehe Abbildung 23). Die Bewirtschaftung der Kommunalwälder erfolgt in der Regel durch HessenForst und wird im Cluster Nord durch das Forstamt Burgwald und Kirchhain betreut.

Die zunehmende Wärmebelastung schwächt die Widerstandskraft vieler Bäume, wodurch heimische Schädlinge wie der Borkenkäfer oder der Eichenprachtkäfer (*Agrilus biguttatus*) stark profitieren. Insbesondere der Borkenkäfer trat in den vergangenen Jahren verstärkt auf und verursachte großflächige Schäden. Hinzu kommen die Auswirkungen temporär verringerter Wasseraufnahmefähigkeit der Böden, was in Kombination mit Starkniederschlägen zu erhöhtem Oberflächenabfluss führt. Trockenperioden wiederum verringern die Quellschüttung (das aus einer Quelle austretende Wasservolumen in einer bestimmten Zeit) und führen zum Austrocknen kleinerer Gewässer. Die Waldfläche bleibt zwar weitgehend konstant, doch Störungen wie Lücken, Totholzflächen oder Ausfälle einzelner Bestände nehmen sichtbar zu.

Die Anpassung der Forstwirtschaft an diese veränderten Bedingungen ist unausweichlich. Der Bedarf an standortgerechtem Waldumbau steigt – mit Blick auf klimaresiliente Baumarten wie die Kiefer (*Pinus* sp.) oder verschiedene Eichenarten (*Quercus* sp.). Die Buche (*Fagus sylvatica*), traditionell in

Deutschland weitverbreitet, bedarf in Mischbeständen besonderer waldbaulicher Konzepte, da sie besonders unter der Trockenheit, Stürmen und Schadorganismen leidet. Zugleich erschwert starker Wildverbiss die Etablierung junger (Zukunfts-)Bäume, was zu Zielkonflikten zwischen Jagd und Forst führt. Wirtschaftliche Verluste durch Waldbrände, wie zuletzt 2023 bei Cölbe-Schönstadt, zunehmendes Baumsterben sowie den wachsenden Aufwand für die Verkehrssicherung verdeutlichen die Dringlichkeit aktiver Anpassungsstrategien.

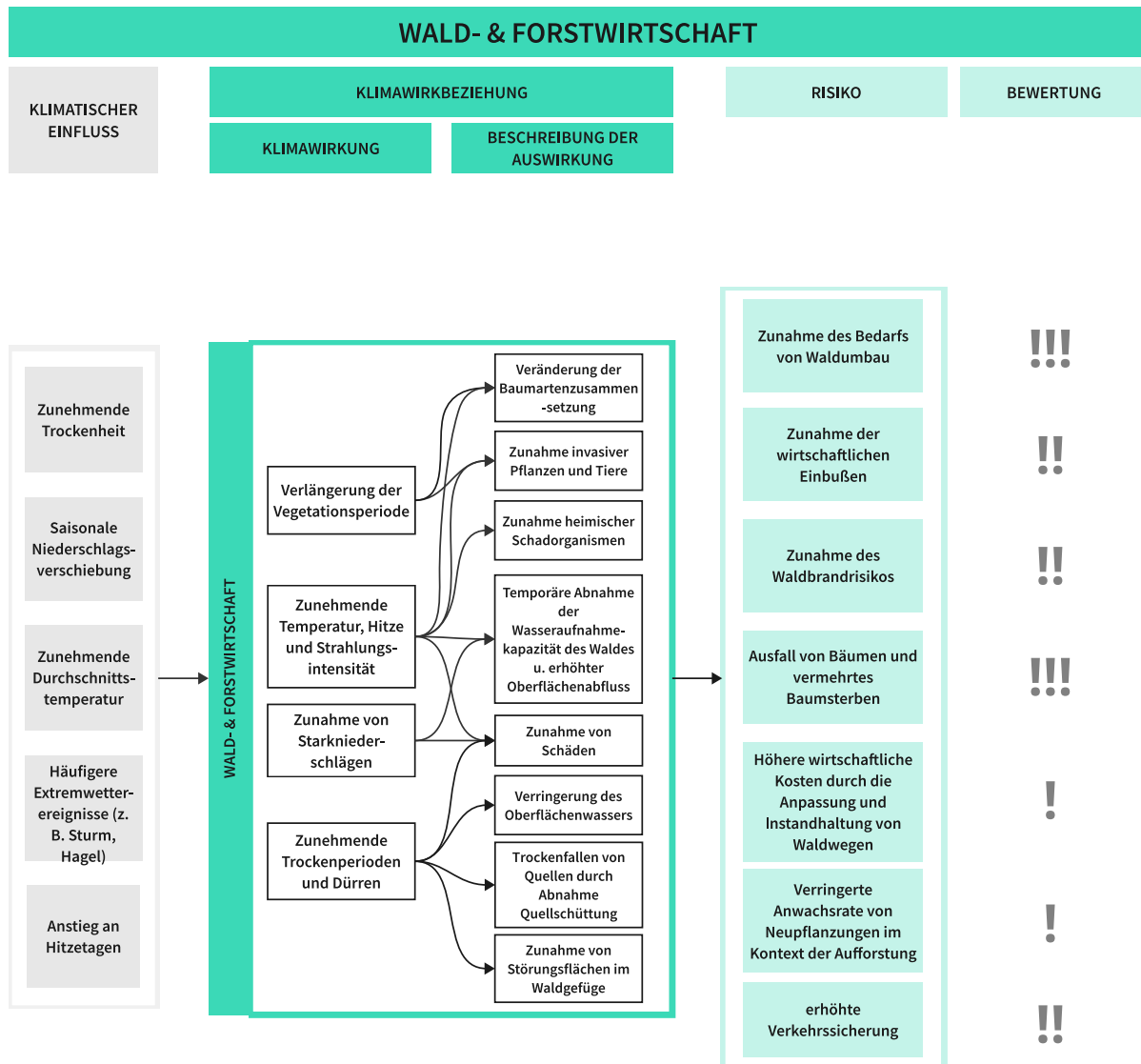


Abbildung 23: Wirkungskette für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Wald und Forstwirtschaft* zeigt eine geringe bis mittlere Ausprägung der Anpassungskapazitäten. Gleichzeitig besteht in nahezu allen Bereichen ein hoher Anpassungsbedarf, etwa beim zügigen Waldumbau, dem Umgang mit wirtschaftlichen Risiken durch Kalamitäten und dem verstärkten Baumsterben (siehe Tabelle 9). Um den Herausforderungen wirksam zu begegnen, sind zusätzliche Ressourcen, strukturelle Anpassungen und eine vorausschauende Strategie erforderlich.

Tabelle 9: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für das Handlungsfeld Wald und Forstwirtschaft.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Zunahme des Bedarfs von Waldumbau	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Waldumbau erfolgt nach aktuellem Wissen, kann bei geänderten Klimaszenarien scheitern » Aktuell ausgewählt: Traubeneiche, Kastanie, Spitzahorn, Douglasie, europäische Lärche, Küstentanne, Weißtanne 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Bedarf ist hoch und muss schnell gedeckt werden, sonst besiedelt Konkurrenzvegetation die Flächen, was den Aufwand erhöht 	!!!
Zunahme der wirtschaftlichen Einbußen	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Nach Stürmen wirtschaftlich oft ausgeglichen (Einnahmen entsprechen Kosten für Wiederbewaldung) » Große Stürme verursachen Mehrkosten, steigende Preise bei Unternehmern » Zahl der Forstdienstleister geht zurück 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Finanzielle Unterstützung ist nötig, da Zahl der Unternehmen nicht beeinflussbar » Kalamitäten kaum planbar, aber wahrscheinlich 	!!!
Zunahme des Waldbrandrisikos	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Vermehrtes Auftreten von Waldbränden, bisher geringer Schaden durch frühzeitige Erkennung, geschulte Feuerwehr und gute Kommunikation » Munitionsbelastete Waldflächen sind kritisch 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Mehr Großtanklöschfahrzeuge (GTLF) benötigt » Räumung von Flächen durch Kampfmittleräumdienst wichtig 	!!
Ausfall von Bäumen und vermehrtes Baumsterben	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Fichte stark betroffen, stirbt ab bevor wirtschaftlich -> Bauholz-Engpässe (-> Import) » Douglasie (und ggf. Kiefer) als Ersatz, Fichte verwendbar bei rechtzeitiger Nutzung nach Kalamität » Laubholz wenig geeignet, Buche ebenfalls von Trockenheit betroffen, Holzqualität sinkt 	!	<ul style="list-style-type: none"> » Baumartenwechsel zu klimaresistenten Arten nötig » Zunächst heimische Arten, ergänzt durch nicht-heimische (Vorsicht bzgl. Naturschutz und kalten Wintern) » Waldgesellschaften aus dem Balkan anpflanzen 	!! - !!!
Erhöhte Verkehrs-sicherung	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Deutliche mehr Kontrollen und Markierungen nötig » Hoher Kostenaufwand, aber Personal vorhanden » Fällung oft aufwändig, teure Spezialfirmen nötig » Brutzeiten schränken Zeitfenster ein 	!	<ul style="list-style-type: none"> » Mehr Firmen und finanzielle Mittel für die Umsetzung nötig 	!!

3.2.8. Wasserwirtschaft

Das Handlungsfeld *Wasserwirtschaft* umfasst die Nutzung und Bewirtschaftung von Fließgewässern, stehenden Gewässern und Grundwasser, genauso wie den Betrieb der Infrastrukturen für die Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung im Siedlungsraum. Letztere liegt in der Zuständigkeit der Kommunen, der entsprechenden Verbände oder einer Kombination der Beiden.

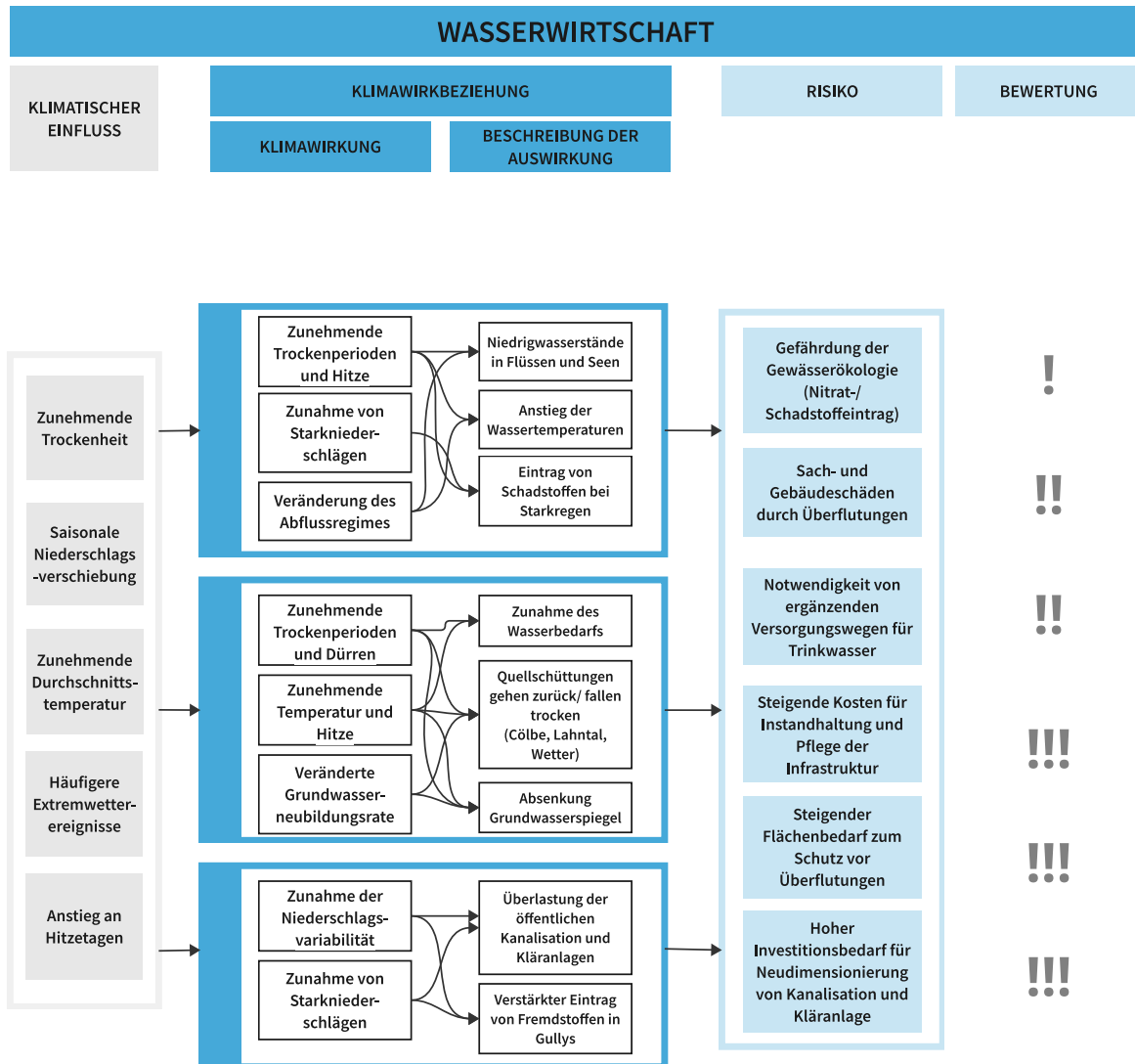
Der Klimawandel beeinflusst die *Wasserwirtschaft* in Hessen durch Veränderungen im Wasserhaushalt. Zukünftig wird mehr Winter- und weniger Sommerniederschlag erwartet. Der in trockeneren Sommern verstärkte Bewässerungsbedarf führt zu einer Übernutzung der Grundwasservorkommen und Oberflächengewässern und damit zu einer Verringerung der Wasservorräte. Zusammen mit der niedrigeren Wasserverfügbarkeit durch ausbleibende Niederschläge verschärft sich der Wassermangel. Darüber hinaus führen Starkregenereignisse zu erhöhtem Oberflächenabfluss und somit zu Erosion. Höhere Wassertemperaturen und ein dadurch geringerer Sauerstoffgehalt im Wasser begünstigen Algenblüten und Fischsterben, während aufgrund des sinkenden Grundwasserspiegels kleinere Gewässer austrocknen. Die zu erwartende Zunahme an Starkniederschlagstagen führt zu erhöhtem Oberflächenabfluss und Überschwemmungsgefahr. Auch das Risiko für fluviale Hochwasser steigt an. Darüber hinaus wird mit stärkeren Schwankungen zwischen hohem Grundwasserstand im Winter und niedrigem im Sommer gerechnet [33].

Im Cluster Nord lassen sich im Handlungsfeld Wasserwirtschaft die drei Wirkbereiche Oberflächengewässer, Grundwasser und Entwässerungssystem unterscheiden (siehe Abbildung 24).

Bei den Oberflächengewässern führen zunehmende Trockenheit, Temperatur und Hitze zu Niedrigwasserständen in Flüssen und Seen. Kleinstgewässer im Wald und auf den Feldern fallen trocken. Die Gewässerökologie ist aufgrund des Eintrags von Schadstoffen aus der Mischwasserkanalisation oder bei Starkniederschlägen und den Nitrateinträgen aus der Landwirtschaft gefährdet. Ein mittleres Risiko besteht für Sach- und Gebäudeschäden durch Überflutungen.

Beim Grundwasser hat sich in den letzten Jahren aufgrund von Trockenheit die Grundwasserneubildungsrate verändert: Der Grundwasserspiegel sank und Quellschüttungen gingen zurück. Hier besteht die Notwendigkeit von ergänzenden Versorgungswegen für Trinkwasser, was mit steigenden Kosten verbunden ist.

Bei der Infrastruktur des Entwässerungssystems wird ein hohes Risiko bezüglich der steigenden Kosten für Instandhaltung und Pflege, sowie ein hoher Investitionsbedarf für die Neudimensionierung von Kanalisation und Kläranlagen gesehen. Ebenso kritisch ist der steigende Flächenbedarf zum Schutz der Siedlungsflächen vor Überflutungen.



KlimaPlus

Abbildung 24: Wirkungskette für das Handlungsfeld Wasserwirtschaft (Darstellung Klima Plus).

Die Erfassung der Anpassungskapazitäten und -bedarfe für das Handlungsfeld *Wasserwirtschaft* zeigt, dass in mehreren Bereichen bereits Maßnahmen ergriffen wurden, jedoch oft nur begrenzte Kapazitäten vorhanden sind. Die Anpassungskapazität wird überwiegend als gering bis mittel eingeschätzt, was vor allem auf fehlende finanzielle Mittel, begrenzte Flächenverfügbarkeit sowie technische und organisatorische Herausforderungen zurückzuführen ist. Gleichzeitig besteht in allen betrachteten Bereichen ein mittlerer bis hoher Anpassungsbedarf, was auf einen deutlichen Handlungsdruck hinweist (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Bewertung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf für das Handlungsfeld Wasserwirtschaft.

Prioritäre Klimarisiken	Bewertung	Anpassungskapazität	Bewertung	Anpassungsbedarf	Bewertung
Sach- und Gebäudeschäden durch Überflutungen	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Höhere Überflutungsgefahr durch Starkregen » Maßnahmen gegen Hochwasser laufen 	!-!!	<ul style="list-style-type: none"> » Bedarfe vorhanden, Fließpfadkarten liegen vor 	!!
Notwendigkeit von ergänzenden Versorgungswegen für Trinkwasser	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Je nach Ausgangslage besteht hier der Bedarf Kapazitäten für ergänzende Versorgungswege aufzubauen » Notfallpläne sind teilweise vorhanden 	!!	<ul style="list-style-type: none"> » Versorgung bisher noch gut 	!!
Steigende Kosten für Instandhaltung und Pflege der Infrastruktur	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Keine finanzielle Kapazität 	!-!!	<ul style="list-style-type: none"> » Teilweise tritt eine Verkeimung/ Belastung des Trinkwassers mit Bakterien in Einrichtungen auf 	!!
Steigender Flächenbedarf zum Schutz vor Überflutungen	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Verfügbarkeit der Flächen kritisch 	!-!!	<ul style="list-style-type: none"> » Thema ist präsent, es wird von zukünftigen Ereignissen ausgegangen 	!!
Hoher Investitionsbedarf für Neudimensionierung von Kanalisation und Kläranlage	!!!	<ul style="list-style-type: none"> » Fokus auf Niederschlagswasserversickerung, um Kanalisation zu entlasten 	!-!!	<ul style="list-style-type: none"> » Lange Projektlaufzeit 	!!

3.3. Die Betroffenheit der Gemeinde Cölbe

Die kommunenscharfe Darstellung der Betroffenheit zentraler Handlungsfelder fußt auf den Ergebnissen der Online-Umfrage (siehe Kapitel 2.4 und Anhang 11).

Das Handlungsfeld *Katastrophenschutz und Sicherheit* ist in besonders starkem Maße vom Klimawandel betroffen. Die Zunahmen von Starkniederschlägen oder Verklausungen in Gewässern erhöhen die Gefährdungslage erheblich. Starkregenereignisse, wie zuletzt in Bürgeln, führten in Cölbe zu vollgelaufenen Kellern und erheblichen Einschränkungen im Siedlungsbereich. Gleichzeitig steigern Trockenperioden das Wald- und Flächenbrandpotenzial, wie der Waldbrand in Schönstadt im Jahr 2022 zeigt, während Extremwetterereignisse wie Gewitter, Hagel und Stürme häufiger auftreten. Damit wachsen Investitionsbedarf und Anforderungen an Ausrüstung, Ausbildung und Einsatzorganisation deutlich. Zugleich nehmen die Belastung des Personals – insbesondere im Ehrenamt – sowie die Beeinträchtigung kritischer Infrastrukturen zu, was die langfristige Einsatzfähigkeit des Katastrophenschutzes gefährdet.

Das Handlungsfeld *Wasserwirtschaft* steht entlang der gesamten Versorgungskette vor tiefgreifenden Herausforderungen. Die Zunahme von Starkniederschlägen und Hochwasserereignissen, insbesondere entlang der Lahn und im Siedlungsgebiet, geht mit veränderten Abflussregimen und steigenden Überflutungsrisiken einher. Gleichzeitig führen Trockenperioden zu sinkenden Grundwasserspiegeln, Niedrigwasser und zeitweiligem Trockenfallen von Oberflächengewässern. Der Wasserbedarf von

Landwirtschaft, Industrie und Haushalten steigt, während bestehende Infrastrukturen zunehmend an ihre Grenzen stoßen.

Auch das Handlungsfeld *Kommunale Bauleitplanung* ist stark betroffen und steht im Zentrum klimabedingter Nutzungskonflikte. Zunehmende Hochwasser- und Starkregenereignisse erfordern Anpassungen von Siedlungsstrukturen, Entwässerungssystemen und Gefahrenzonen. Gleichzeitig steigt infolge von Hitze und Trockenheit der Wasserbedarf für Stadtgrün in Cölbe deutlich an, ebenso der Pflegeaufwand. Besonders gravierend ist die Verschärfung der Flächenkonkurrenz beispielsweise zwischen Wohnraumbedarf, Landwirtschaft, industrieller Fläche oder auch Klimaanpassungsmaßnahmen. Veränderte Gefährdungslagen, höhere Anforderungen an öffentliche Räume und eine sinkende Aufenthaltsqualität erhöhen den Anpassungsdruck auf die kommunale Planung nachhaltig.

3.4. Zusammenfassung der Hauptrisiken, Anpassungskapazitäten und -bedarfe je Handlungsfeld

Im Cluster Nord sind die Anpassungskapazitäten und -bedarfe für die prioritären Klimarisiken (Risiken mit einer hohen Bewertung (!!!)) aller Handlungsfelder heterogen bewertet (s. Tabelle 11). In den meisten Fällen sind die Anpassungskapazitäten nur mittel bis gering, bei gleichzeitig mittleren bis hohen Anpassungsbedarfen. Das bedeutet, es besteht einerseits eine hohe zeitliche Dringlichkeit zu handeln (in den nächsten fünf bis zehn Jahren) bei andererseits nicht oder nur geringfügig vorhandenen personellen und finanziellen Ressourcen, geringem Wissen, zum Teil fehlenden Technologien für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen und mangelnden Möglichkeiten, externe Personen oder Netzwerke einbinden zu können. Der Handlungsbedarf ist insgesamt über alle Handlungsfelder hinweg dringend und es sollten für die meisten prioritären Risiken schnellstmöglich Anpassungskapazitäten aufgebaut werden.

Ausnahmen hiervon bilden die prioritären Risiken „Ertragseinbußen durch Extremwetterereignisse (z.B. Hagel), „Zunahme klimatisch bedingter Ertragsschwankungen“ und „Veränderte und nicht planbare Einsaat- und Erntezeiten“ im Handlungsfeld *Landwirtschaft, Boden*. Hier weisen die Bewertungen einen mittleren Anpassungsbedarf bei gleichzeitig hohen Anpassungskapazitäten auf (siehe Tabelle 11), da hier schon viel Wissen und Erfahrung in der Anpassung durch Änderung der Fruchtfolgen oder Sortenwahl vorhanden ist und auch entsprechende Beratungsmöglichkeiten bestehen.

Die Risiken „Gefährdung von wertvollen Lebensräumen und Moorböden“ (Handlungsfeld *Landwirtschaft, Boden*), „Fehlende / unbekannte Meldekette und Entscheidungskompetenzen“ (Handlungsfeld *Katastrophenschutz und Sicherheit, Gesundheit*) und „Verlust von Feuchtlebensräumen (z.B. Moore) im Handlungsfeld *Naturschutz und biologische Vielfalt* bilden weitere Ausnahmen. Hier ist der Handlungsdruck bisher gering, sodass notwendige Kapazitäten in der nächsten Zeit aufgebaut werden können.

Tabelle 11: Zusammenfassung der Risiken aller Handlungsfelder mit der höchsten Bewertung inkl. der Anpassungskapazität und -bedarf des Clusters Nord pro Handlungsfeld.

Handlungsfeld	Risiken mit höchster Bewertung (!!!)	Anpassungskapazität	Anpassungsbedarf
Naturschutz und biologische Vielfalt	Beeinträchtigung der Gewässerqualität	mittel	mittel
	Verlust von Feuchtlebensräumen (z. B. Moore)	Gesamt: gering Wetter: mittel	gering
	Höhere Anstrengungen im urbanen Bereich um Flächen mit biologischer Vielfalt zu erhalten	gering-mittel	mittel-hoch

Handlungsfeld	Risiken mit höchster Bewertung (!!!)	Anpassungs-kapazität	Anpassungs-bedarf
	Gefährdung bestehender Biotope & Ökosysteme	gering-mittel	mittel
	Verminderung der Biodiversität	mittel	mittel-hoch
	Erhöhte Schädlings- und Parasitenpopulation	gering	hoch
Bauwesen, Verkehr und Mobilität	Notwendigkeit der Anpassung der Gebäudeplanung und Haustechnik	gering	mittel
	Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit in Räumen und Außenbereichen	mittel	mittel
	Ausfall oder Blockierung von Verkehrswegen	mittel	gering-mittel
	Steigende Kosten für Reparatur und Instandhaltung von Verkehrsinfrastruktur	gering	hoch
	Veränderte Ansprüche an die (Neu-) Gestaltung von Verkehrsinfrastruktur (z. B. Drainagesysteme)	mittel	mittel-hoch
Industrie und Gewerbe, Tourismus und Naherholung	Zunahme der Brandgefahr	mittel	mittel
	Erhöhter Investitionsbedarf für Pflege und Instandhaltung der touristischen Infrastruktur	mittel	mittel
Kommunale Bauleitplanung	Steigender Investitionsbedarf für Erhalt und Anpassung der Infrastruktur	gering	hoch
	Verschärfung von Nutzungskonflikten (z.B. Wohnraum vs. Erhalt von Freiflächen)	mittel	mittel
	Steigende Bewirtschaftungskosten für Pflege und Erhalt von Grünflächen	mittel	hoch
Wasserwirtschaft	Sach- und Gebäudeschäden durch Überflutungen	gering-mittel	mittel
	Notwendigkeit von ergänzenden Versorgungswegen für Trinkwasser	mittel	mittel
	Steigende Kosten für Instandhaltung und Pflege der Infrastruktur	gering-mittel	mittel
	Steigender Flächenbedarf zum Schutz vor Überflutungen	gering-mittel	mittel
	Hoher Investitionsbedarf für Neudimensionierung von Kanalisation und Kläranlage	gering-mittel	mittel
Katastrophenschutz und Sicherheit, Gesundheit	Abnehmende Resilienz der Bevölkerung	mittel	mittel
	Zunahme der Belastung des Personals und abnehmende Leistungsfähigkeit bei Ehrenamtlichen	mittel	mittel-hoch
	Veränderte Anforderungen an Einsätze (Ausrüstung/Ausbildung)	gering	mittel
	Sach- und Personenschäden	gering	mittel
	Ausfall von Kommunikations- und Verkehrswegen	gering	hoch
	Erhöhter Investitionsbedarf	gering	hoch
	Gefahr für Leben und Gesundheit	mittel	mittel-hoch
	Reduktion von Arbeits- bzw. Leistungsfähigkeit	mittel	mittel
	Fehlende / unbekannt Meldekettens und Entscheidungs-kompetenzen	mittel	gering

Handlungsfeld	Risiken mit höchster Bewertung (!!!)	Anpassungs-kapazität	Anpassungs-bedarf
Landwirtschaft, Boden	Ertragseinbußen durch Extremwetterereignisse (z. B. Hagel) und Zunahme klimatisch bedingter Ertragsschwankungen	hoch	mittel
	Veränderte und nicht planbare Einsaat- und Erntezeiten		
	Gefährdung von wertvollen Lebensräumen und Moorböden	Je nach Lebensraum gering - mittel	gering
	Verschärfung von Nutzungskonflikten durch den Bedarf an Retentionsflächen	gering	hoch
Wald und Forstwirtschaft	Zunahme des Bedarfs von Waldumbau	mittel	hoch
	Zunahme der wirtschaftlichen Einbußen	mittel	hoch
	Zunahme des Waldbrandrisikos	mittel	mittel
	Ausfall von Bäumen und vermehrtes Baumsterben	gering	mittel - hoch
	erhöhte Verkehrssicherung	gering	mittel

3.5. Vorgehen und Methodik - Hotspotanalyse

Ein angemessener Umgang mit den Folgen des Klimawandels durch die Konzeption geeigneter Maßnahmen setzt eine methodische Erhebung lokaler Gefahren und Risiken voraus. Denn erst durch belastbare Informationen ist es möglich, bedarfsorientierte und effektive Maßnahmen zu erarbeiten. Zur Schaffung einer solchen Arbeitsgrundlage wurde ein Workshop für den Cluster Nord durchgeführt. Dabei wurden spezifisch für die Gemeinde Cölbe Gefahren und Risiken auf einem Luftbild lokalisiert. Im Detail umfasste der Arbeitsprozess die folgenden Schritte:

3.5.1. Erstellung geeigneter Kartengrundlagen

Die für Cölbe erstellte Hotspotkarte basiert auf mehreren, teils amtlichen und teils frei verfügbaren Datensätzen, die in Zusammenarbeit zwischen dem Klimaanpassungsteam des Landkreises und den beauftragten Dienstleistungsbüros angefragt und beschafft wurden. Sämtliche eingegangenen Daten wurden in QGIS aufbereitet, gefiltert und anschließend in einem einheitlichen Koordinatenreferenzsystem (EPSG: 25832) zusammengeführt. Die Vollständigkeit der Karte ist dabei grundsätzlich von der Verfügbarkeit und Qualität der bereitgestellten Datengrundlagen abhängig.

Für die fluvialen Hochwassergefahrenzonen sowie klimatische Cold- und Hotspots und den Hitzebelastungsindex kamen die amtlichen Datensätze des HLNUG zum Einsatz. Daten zu kritischen Infrastrukturen (z. B. Kindertagesstätten, Schulen oder Pflegeheime) wurden hauptsächlich durch die Verwaltung des Landkreises Marburg-Biedenkopf bereitgestellt und, falls erforderlich, um Daten aus OpenStreet-Map ergänzt. OpenStreetMap lieferte ebenfalls grundlegende Hintergrundinformationen (Straßen-, Gewässer- und Schienennetze, Gebäude), die nach entsprechender Selektion und Prozessierung in die Gesamtkarte integriert wurden.

Darüber hinaus wurden vom HLNUG für Cölbe Fließpfadkarten bezogen und im Rahmen der Kartenerstellung aufbereitet (siehe Kapitel 12.3). Diese Karten geben nicht nur Auskunft über die potenzielle Ausrichtung von Fließpfaden bei Starkregenereignissen, sondern ermöglichen auch eine verbesserte Einschätzung möglicher Risiken für Gebäude. Damit wird ein wichtiger Beitrag zu einem erweiterten Gefahrenbewusstsein geleistet. Zu beachten ist jedoch, dass hiermit keine umfassende

Risikoabschätzung garantiert werden kann, da den Fließpfadkarten keine hydraulischen Modellierungen zu Grunde liegen. Deshalb können keine Informationen zur Überschwemmungstiefe oder Fließgeschwindigkeit der Wassermassen bereitgestellt werden. Die Informationen aus den Fließpfadkarten verdeutlichen jedoch, in welchen Bereichen mit einer vermehrten Wasseransammlung und -bewegung zu rechnen ist, sodass gezielte Maßnahmen zur Schadensprävention und Klimaanpassung entwickelt werden können.

In der für Cölbe erstellten Hotspotkarte wurden Informationen aus der Fließpfadkarte eingearbeitet. Dabei wurden die gefährdeten Gebäude mit mittlerem und hohem Risiko gelb bzw. rot eingefärbt. Auf die Darstellung der Fließrichtungen anhand von Pfeilen wurde zum Zwecke der Übersichtlichkeit verzichtet. Die vollständigen Fließpfadkarten befinden sich im Anhang.

Zur genauen Abbildung der räumlichen Verhältnisse wurden Luftbilder (*True Orthophotos*) der Befliegung aus dem Jahr 2022 mit einer Bodenauflösung von 1 m verwendet. Darüber hinaus kam das digitale Geländemodell DGM10 der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) zum Einsatz, um Geländestrukturen hinreichend detailliert abbilden zu können.

3.5.2. Workshop zur Hotspotanalyse Cluster Nord

Im Rahmen eines Workshops für den Cluster Nord am 11.03.2025 mit Vertreterinnen und Vertretern der teilnehmenden Kommunen wurden Einzelrisiken anhand der erstellten Kartengrundlagen verortet und bewertet. Das lokale Fachwissen ermöglichte eine Erfassung der Gefahren, die sich in die übergeordneten Kategorien Natur, Technik und Gesellschaft gliederten (Definition der für Cölbe relevanten Risiken siehe Tabelle 15, Tabelle 16 und Tabelle 17) und anhand von Leitfragen diskutiert wurden. Die Bewertung der Risiken hinsichtlich des zu erwartenden Schadensausmaßes sowie der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgte nach dem Bewertungsschema in Tabelle 18.

3.6. Hotspotanalyse Cölbe

Die Hotspotanalyse für Cölbe zeigt unterschiedliche Risiken in den Kategorien Natur, Technik und Gesellschaft, wobei die meisten der erstgenannten Kategorie zugeordnet werden (siehe Abbildung 25). Nachfolgend werden vorrangig jene kommunalen Risiken, die zumindest mit einem mäßigen Schadensausmaß bzw. einer gelegentlichen Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet wurden, aufgegriffen. Verschiedenste kartographische Darstellungen (Hotspotkarte – Gefahrenzonen, Hotspotkarte – Fließpfadkarte, Hotspotkarte – Hitzebelastungsindex), in hoher Auflösung sowie die detaillierte Auflistung, Beschreibung und Bewertung der Risiken sind in Anhang 12 zu finden.

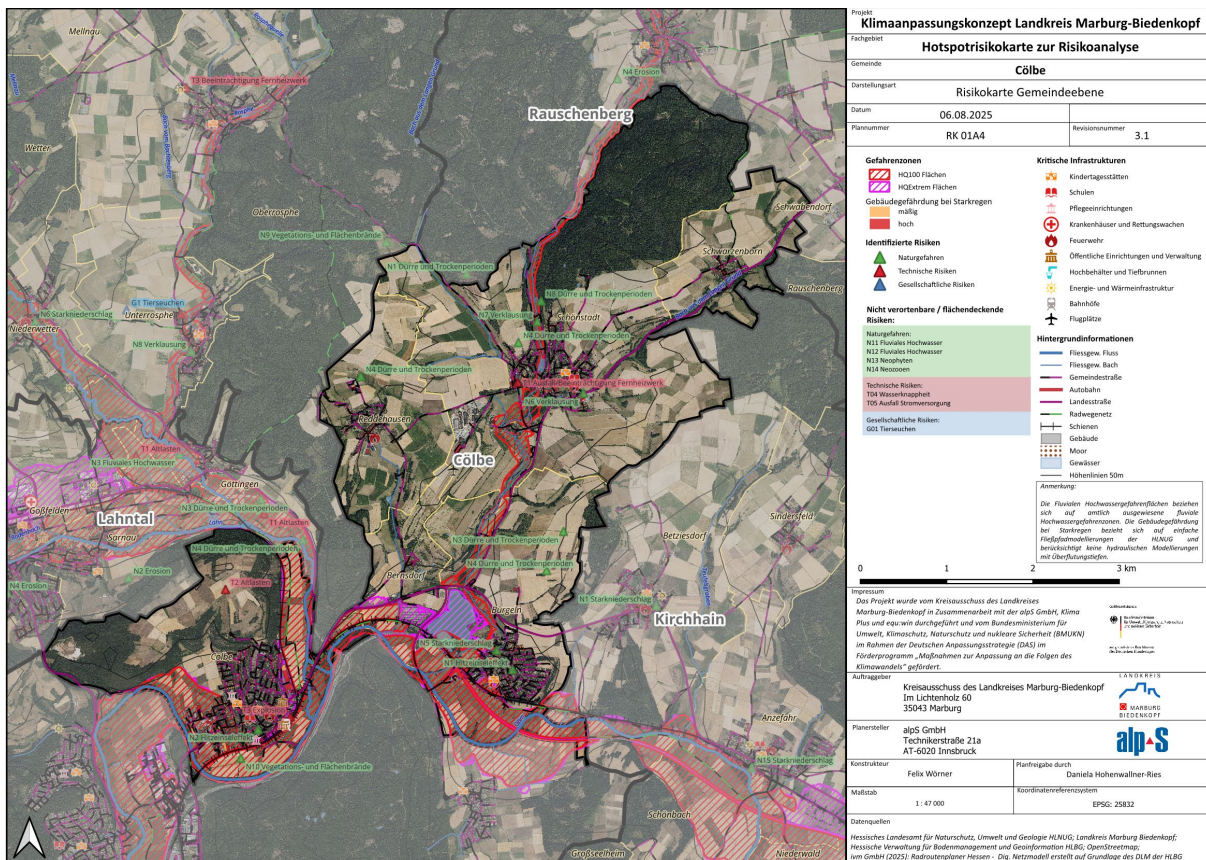


Abbildung 25: Risikokarte Cölbe, grün – Naturgefahren, rot – technische Risiken, blau – gesellschaftliche Risiken.

Unter den Naturgefahren bestehen die Risiken verteilt über das gesamte Ortsgebiet. Trockenheit betrifft unterschiedliche Flächen, insbesondere solche mit sandigen Böden, und führte bereits zum Versiegen von Quellen (N3, N4, N8). In Siedlungsgebieten bilden sich vereinzelt Hitzeinseln bei starker sommerlicher Überwärmung (N1, N2). Auch Vegetations- und Flächenbrände treten im Gemeindegebiet auf (N9, N10). Darüber hinaus bestehen durch Flusshochwasser oder Überschwemmungen gefährdete Bereiche entlang der Lahn bzw. im Siedlungsgebiet (N5, N11, N12). Blockaden durch Treibgut und Totholz – sogenannte Verklauungen – an Brücken und Gräben entlang der Bundesstraße steigern die Überschwemmungsgefahr zusätzlich (N6, N7).

Der Kategorie Technik sind beispielsweise der Ausfall der Wärme-, Strom- und Wasserversorgung zuzuordnen. Bei einem Ausfall der Nahwärmeversorgung in Schönstadt kann Öl als Brennstoffersatz genutzt werden (T1). Darüber hinaus versorgt ein großer Sägewerksbetrieb in Schönstadt ein Holzheizkraftwerk mit seinem Abfallholz. Die hierbei anfallende Wärme wird aktuell zur Trocknung von Frischholz sowie zur Wärmeversorgung des Dorfes verwendet. Über eine Rohrtrasse gelangt das Warmwasser mit einer Temperatur von ca. 80 – 85° C in jeden Haushalt. Der Ölbrenner kommt bei einem Ausfall des Sägewerks zum Einsatz. Die Wassernutzung wird bei Wasserknappheit eingeschränkt, um die Trinkwasserversorgung sicherzustellen (T4). Darüber hinaus gefährden Altlasten aus dem Zweiten Weltkrieg die Gemeinde – vor allem im Norden sowie im Zentrum des Ortsteils Cölbe (T2, T3).

Das einzig relevante gesellschaftliche Risiko betrifft die Ausbreitung von Tierseuchen, die bereits in der Vergangenheit (bspw. die afrikanische Schweinepest oder auch die Vogelgrippe) aufgetreten sind (G1).

4. Maßnahmenkatalog

Die zielgerichteten Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels basieren auf den Erkenntnissen der vorhergehenden Bestandsaufnahme und Betroffenheitsanalyse, die sich mit der klimatischen Entwicklung, den Klimarisiken, der Anpassungskapazität bzw. des Anpassungsbedarfs und den kommunalen Hotspots auseinandersetzen. Durch diese fundierte Grundlage wird ermöglicht, vorausschauend und proaktiv auf aktuelle sowie zukünftige klimatische Herausforderungen zu reagieren und nachhaltige Maßnahmen zu entwickeln. Darüber hinaus ist es essenziell, bereits begonnene oder umgesetzte Maßnahmen, welche die Agenden der Klimaanpassung unterstützen, zu erfassen, um auf Bestehendem aufzubauen und dieses ressourcenschonend zu ergänzen.

4.1. Vorgehen und Methodik

Ein partizipativer Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern der Gemeinde Cölbe im Mai 2025 diente der Sichtung von bestehenden, der Sammlung von potenziellen sowie der Priorisierung und Ausarbeitung von konkreten Maßnahmen der Klimaanpassung (siehe Kapitel 4).

Um die Maßnahmen dabei auf die Bedarfe und Herausforderungen der Gemeinde abzustimmen, flossen bereits erhobene Informationen aus vorangegangenen Arbeitsschritten ein. Zusätzlich stellte eine vorab aufbereitete Sammlung an bestehenden Maßnahmen (erhoben im Rahmen der Online-Umfrage, des Betroffenheitsworkshops, der Hotspotanalyse) die Ausgangsbasis der Maßnahmenentwicklung dar.

Insgesamt wurden für die Gemeinde Cölbe sechs Maßnahmen ausgewählt, anhand von Steckbriefen beschrieben und bilateral mit Vertretungen der Gemeinde abgestimmt.

4.2. Bestehende Maßnahmen

Für die Gemeinde Cölbe wurden 23 bestehende und in Umsetzung befindliche Maßnahmen der Anpassung an den Klimawandel identifiziert (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Bestehende und in Umsetzung befindliche Maßnahmen der Klimaanpassung.

Maßnahme	Art der Maßnahme			Handlungsfelder
	technisch	naturbasiert	bewusstseinsbildend	
Umsetzung von Maßnahmen gegen Hitzeeinseleffekt (teilweise abgeschlossen)				Gesundheit, Kommunale Bauleitplanung
Aktive Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners				Gesundheit
Deichausbau inkl. Retentionsfläche (ehem. Kiesgrube Bürgeln) und naturschutzrechtlicher Genehmigung (geplant seit 20 Jahren)				Katastrophenschutz und Sicherheit, Wasserwirtschaft
Gemeinsame Beschaffung von Löschwasserbehältern (landkreisweit)				Katastrophenschutz und Sicherheit
Kreisweites Löschwasserkonzept für Waldbrand				Katastrophenschutz und Sicherheit, Wald und Forstwirtschaft

Maßnahme	Art der Maßnahme			Handlungsfelder
	technisch	naturba- siert	bewusst- seinsbil- dend	
Begrünung von Bushaltestellen				Gesundheit, Kommunale Bauleitplanung, Verkehr und Mobilität
Einschränkung der Wasserentnahme-rechte und Wassernutzung bei Wasserknappheit von Oberflächen-/ Fließgewässern (z. B. Wasserentnahme aus der Lahn)				Wasserwirtschaft
Umsetzung von Renaturierungen				Kommunale Bauleitplanung, Naturschutz und biologische Vielfalt
Wandermanagement für Premium-Wanderregion				Tourismus und Naherholung
Verwendung von hellem Asphalt auf Radwegen				Tourismus und Naherholung, Verkehr und Mobilität
Versickerungsfähige Beläge auf Radwegen				Tourismus und Naherholung, Verkehr und Mobilität
Flexible Löschwasserbereitstellung bei Veranstaltungen				Katastrophenschutz und Sicherheit
Moor-Renaturierung (Modellregion Klimaschutz in Hessen)				Naturschutz und biologische Vielfalt
Renaturierung von Bachtälern (z. B. Aufgabe der alten Fischzucht am Silberhornbach)				Naturschutz und biologische Vielfalt, Wald und Forstwirtschaft
Schaffung und Erhalt von Retentionsräumen durch Deiche				Wasserwirtschaft
Waldumbau der von Nadelhölzern geprägten Flächen/ Verringerung der Fichtenanteile				Wald und Forstwirtschaft
Einhaltung der Naturschutzleitlinien (insb. Wasserrückhalt)				Naturschutz und biologische Vielfalt, Wald und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft
Erlass (Trink-)Wassernotverordnung				Wasserwirtschaft
Agri-PV (Projekt mit Fleckenbühl)				Landwirtschaft, Naturschutz und biologische Vielfalt
Wasserüberwachungssystem				Katastrophenschutz und Sicherheit, Wasserwirtschaft
Kiesgrube für Naturschutz und Wasserretention				Naturschutz und biologische Vielfalt
Renaturierung "Rotes Wasser" (Ohm)				Naturschutz und biologische Vielfalt, Wasserwirtschaft

Maßnahme	Art der Maßnahme			Handlungsfelder
	technisch	naturbasiert	bewusstseinsbildend	
Zisternenpflicht für Neubauten				Bauwesen, Kommunale Bauleitplanung, Wasserwirtschaft

4.3. Neue Maßnahmen der Gemeinde Cölbe

Tabelle 13 bietet einen Überblick über die ausgearbeiteten Maßnahmen der Klimaanpassung für die Gemeinde Cölbe. Von den sechs Maßnahmen weisen vier naturbasierte (67 %), zwei technische (33 %), drei bewusstseinsbildende (50 %) Elemente auf. Regulatorische Maßnahmen wurden nicht ausgewählt.

Tabelle 13: Neue Maßnahmen der Klimaanpassung.








Nr.	Maßnahme	Art der Maßnahme			
		technisch	naturbasiert	bewusstseinsbildend	regulatorisch
1	Erhöhung der Biodiversität und Aufwertung von Grünflächen				
2	Grüne Beschattung				
3	Entsiegelung von Parkflächen				
4	Modellhaus Klima-Quartier				
5	Aktivierung von Eigenvorsorge bzgl. Extremwetter				
6	Umweltbildung für Kinder				

4.4. Wechselwirkungen und Synergien

Klimaanpassungsmaßnahmen entfalten oft vielfältige Synergien, indem sie ökologische, soziale und bauliche Vorteile miteinander verbinden. Viele Maßnahmen verbessern nicht nur die Resilienz gegenüber Extremwetterereignissen, sondern fördern gleichzeitig die Biodiversität, das Mikroklima und die Lebensqualität. So wirken sich Begrünung und Entsiegelung wie bei den Maßnahmen 1, 2 und 3 positiv auf die natürliche Wasserrückhaltung und Versickerung aus, wodurch das Risiko von Überflutungen sinkt. Gleichzeitig fördern sie durch Verdunstungskühlung die Temperaturregulation und leisten einen Beitrag zur Luftreinhaltung, was wiederum förderlich für das menschliche Wohlbefinden und die Gesundheit ist. Ein weiterer zentraler Synergieeffekt liegt in der Bewusstseinsbildung: Bildungs- und Beteiligungsmaßnahmen wie die Maßnahmen 5 und 6 stärken Eigenverantwortung und Umweltverhalten, was langfristig sowohl die Anpassungsfähigkeit als auch den Klimaschutz fördert. Technische Innovationen und modellhafte Projekte, zu denen auch ein Modellhaus wie bei Maßnahme 4 zählt, schaffen darüber hinaus Räume für das Erproben nachhaltiger Bau- und Lebensweisen, die nicht nur dem lokalen Klima dienen, sondern auch Emissionen senken können.

Durch die gezielte Verknüpfung ökologischer, technischer und sozialer Aspekte entstehen somit Maßnahmen, die über ihre ursprüngliche Funktion, der Klimaanpassung, hinauswirken – hin zu einer klimaresilienten und zukunftsfähigen Gemeinde. Durch die gezielte Verknüpfung ökologischer, technischer und sozialer Aspekte entstehen somit Maßnahmen, die über ihre ursprüngliche Funktion, der Klimaanpassung, hinauswirken – hin zu einer klimaresilienten und zukunftsfähigen Gemeinde.

4.5. Maßnahmensteckbriefe

1 Erhöhung der Biodiversität und Aufwertung von Grünflächen		! Priorität gering mittel <u>hoch</u>
Relevante Klimarisiken <ul style="list-style-type: none"> - Ausfall von Bäumen und vermehrtes Baumsterben - Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit in Räumen und Außenbereichen - Gefährdung bestehender Biotope und Ökosysteme - Höhere Anstrengungen im urbanen Bereich, um Flächen mit biologischer Vielfalt zu erhalten - Steigende Bewirtschaftungskosten für Pflege und Erhalt von Grünflächen - Verminderung der Biodiversität 	Betroffene Handlungsfelder <ul style="list-style-type: none"> - Kommunale Bauleitplanung - Naturschutz und biologische Vielfalt - Wald- und Forstwirtschaft - Verkehr und Mobilität 	
Kurzbeschreibung <p>Biodiversität stärkt die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen gegenüber den Folgen des Klimawandels. Vielfältige Lebensgemeinschaften können sich besser an veränderte Umweltbedingungen anpassen. Sie sichern wichtige Leistungen wie Bestäubung, Bodenfruchtbarkeit und Wasserkreisläufe. Der Erhalt der Artenvielfalt hilft, klimabedingte Schäden in Landwirtschaft und Forst zu begrenzen. Biodiversität ist somit ein zentraler Baustein für nachhaltige Klimaanpassung und ökologische Stabilität. Die Förderung der Biodiversität umfasst ein breites Spektrum an möglichen Maßnahmen. Hierzu zählen u. a. die Aufwertung von Grün- und Rasenflächen, extensive Landwirtschaft, Heckenpflanzung und Blühflächen sowie die Förderung von Nützlingen und Parasitenfeinden.</p>		
 Ziele <ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung des Zustands von Ökosystemen (Stabilität und Widerstandsfähigkeit) und damit der Bereitstellung von Ökosystemleistungen - Verbesserung des Mikroklimas - Förderung der Biodiversität 	 Zielgruppe Bevölkerung	
 Zuständigkeit und weitere Kooperationspartner <u>Bauamt</u> , Bauhof, Bürgermeister, Naturschutzverbände, Landschaftspflegeverband (LPV), einzelne Interessensgruppen		
 Umsetzungsschritte		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 18%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; text-align: center;">Erhebung Status quo</div> <div style="width: 18%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; text-align: center;">Potenziale und Erstellung Umsetzungsplan Maßnahmen</div> <div style="width: 18%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; text-align: center;">Finanzierung und Akquise von Förderungen</div> <div style="width: 18%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; text-align: center;">Umsetzung von Maßnahmen</div> <div style="width: 18%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; text-align: center;">Überwachung und Evaluierung</div> </div>		
 Erfolgsindikatoren <ul style="list-style-type: none"> - Begrünungsmaßnahmen [m²] 	 Zeitraum 1-2 Jahre 2-5 Jahre > 5 Jahre <u>kurzfristig</u> mittelfristig langfristig	
 Art der Umsetzung einmalig schrittweise <u>kontinuierlich</u>		

1 Erhöhung der Biodiversität und Aufwertung von Grünflächen

! Priorität
 gering | mittel | hoch

Finanzierungsmöglichkeit

- Gemeindeeigene Haushaltsmittel
- Sponsorinnen und Sponsoren
- Fördermittel für Bewässerung (bspw. Baumsäcke) zur Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger

Potenzielle Förderungen:

- EU-LIFE-Programm
- Förderrichtlinie KlimaWildnis (ZUG)
- Richtlinien zur Förderung der Wildnisentwicklung in Deutschland (ZUG)
- Bundesprogramm Biologische Vielfalt (BUND, DLR)
- Chance.natur – Bundesförderung Naturschutz (Bund, BfN)
- Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (E+E Vorhaben) im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege (Bund, BfN)
- Hessisches Agrarumweltprogramm (HALM)

Zum Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung sind die möglichen Förderprogramme und die geöffneten Förderfenster generell zu prüfen.

Maßnahmenkategorie

technisch bewusstseinsbildend

naturbasiert regulatorisch

Kostenrahmen 10.000 € | mittel | > 80.000 €
gering | mittel | hoch

Personalaufwand

- gering

Stand der Umsetzung

noch nicht begonnen

teilweise umgesetzt

größtenteils umgesetzt

SDGs

Bewertung

	gering	mittel	hoch
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Robustheit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachhaltigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Finanzielle Tragbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flexibilität	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positive Nebeneffekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

2 Grüne Beschattung

! Priorität
gering | mittel | hoch

Relevante Klimarisiken

- Gefährdung bestehender Biotope und Ökosysteme
- Höhere Anstrengungen im urbanen Bereich, um Flächen mit biologischer Vielfalt zu erhalten
- Steigende Bewirtschaftungskosten für Pflege und Erhalt von Grünflächen
- Verminderung der Biodiversität
- Verschärfung von Nutzungskonflikten (z. B. Wohnraum vs. Erhalt von Freiflächen)

Betroffene Handlungsfelder

- Bauwesen
- Boden
- Gesundheit
- Kommunale Bauleitplanung
- Naturschutz und biologische Vielfalt

Kurzbeschreibung

Die Begrünung von Infrastrukturen und Flächen des Öffentlichen Personen-Nahverkehrs (ÖPNV) mindert hohe Temperaturbelastungen, trägt zu einer Verbesserung der Luftqualität bei und bietet Regenwasserrückhalt bei extremen Niederschlagsereignissen. Durch die natürliche Verschattung von ÖPNV-Haltestellen und anderen geeigneten Verkehrspunkten, wie z. B. Radwegen, wird die Hitzebelastung für Nutzerinnen und Nutzer reduziert und die Attraktivität der sanften Mobilität gesteigert. Auch auf anderen frequentierten Orten, wie bspw. dem Friedhof steigern natürliche Beschattung und Sitzgelegenheiten in beschatteten Bereichen die Aufenthaltsqualität und schützt Besucherinnen und Besucher vor gesundheitlichen Problemen.

Ziele

- Verbesserung des Mikroklimas
- Reduktion der Hitzebelastung im öffentlichen Raum
- Förderung der Versickerung und Reduktion des Überschwemmungsrisikos bei Starkregenereignissen
- Förderung der natürlichen Beschattung
- Förderung der Biodiversität

Zielgruppe

Nutzerinnen und Nutzer des ÖPNV/ von Radwegen, Besucherinnen und Besucher des Friedhofs

Zuständigkeit und weitere Kooperationspartner

Bauamt, Bauhof, Bürgermeister, Straßenverkehrsbehörden, Nahmobilitätskoordinatorinnen und -koordinatoren

Umsetzungsschritte



Erfolgsindikatoren

- Anzahl der neu gepflanzten Wegbegleitbäume pro Jahr
- Beschattete Strecke durch Wegbegleitbäume [m]
- Beschattete Fläche bei Friedhöfen und Spielplätzen [m2]

Zeitraum

1-2 Jahre | 2-5 Jahre | > 5 Jahre

kurzfristig | mittelfristig | langfristig

Art der Umsetzung

einmalig | schrittweise | kontinuierlich

Finanzierungsmöglichkeit

- Förderungen
- Kompensations- und Ausgleichsmittel (Verknüpfung mit Bauleitplanung)
- Sponsorinnen und Sponsoren
- Gemeindeeigene Haushaltsmittel

Potenzielle Förderungen:

- Klimakontingent Hessen Städtebauförderung (Land Hessen)
- Natürlicher Klimaschutz in Kommunen (KfW 444)
- Richtlinie zur Förderung der Nahmobilität (Land Hessen)
- Kommunale Klimarichtlinie (Land Hessen)

Maßnahmenkategorie

- technisch bewusstseinsbildend
 naturbasiert regulatorisch

Kostenrahmen


10.000 € | mittel | > 80.000 €

gering | mittel | hoch

2 Grüne Beschattung

! Priorität
 gering | mittel | hoch

- Sonderprogramm „Stadt und Land“ (Bund)
 Zum Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung sind die möglichen Förderprogramme und die geöffneten Förderfenster generell zu prüfen.

 **Personalaufwand**
 - mittel

Stand der Umsetzung

- noch nicht begonnen
- teilweise umgesetzt
- großteils umgesetzt

SDGs



Bewertung

	gering	mittel	hoch
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Robustheit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachhaltigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Finanzielle Tragbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flexibilität	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positive Nebeneffekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3 Entsiegelung von Parkflächen

! Priorität
gering | mittel | hoch

Relevante Klimarisiken

- Höhere Anstrengungen im urbanen Bereich, um Flächen mit biologischer Vielfalt zu erhalten,
- Steigende Bewirtschaftungskosten für Pflege und Erhalt von Grünflächen
- Veränderte Ansprüche an die (Neu-)Gestaltung von Verkehrsinfrastruktur
- Verminderung der Biodiversität

Betroffene Handlungsfelder

- Bauwesen
- Boden
- Kommunale Bauleitplanung
- Naturschutz und biologische Vielfalt
- Verkehr und Mobilität

Kurzbeschreibung

Die Entsiegelung von starküberprägten Bereichen im Gemeindegebiet bedingt vielfältige positive Aspekte. Werden versiegelte Bereiche wie bspw. Parkflächen in Cölbe entsiegelt und begrünt, wird dadurch der Wasserrückhalt und die lokale Versickerung von Niederschlagswasser gefördert und die Umgebungstemperaturen gesenkt, was die Aufenthaltsqualität steigert. Die naturnahe Bewirtschaftung von Grünflächen fördert die Biodiversität und gibt zahlreichen Tier- und Pflanzenarten zusätzlichen Raum. Neben Grünflächen fördern auch Bäume, insbesondere in Verbindung mit entsprechend angelegten, versickerungsfähigen Baumrigolen, die Verbesserung der Luftqualität und spenden Schatten.

In Cölbe steht die Entsiegelung am Bürgerhaus Schönstadt sowie am Friedhof Cölbe im Vordergrund.

Ziele

- Reduktion der Hitzebelastung im öffentlichen Raum
- Förderung der Versickerung und Reduktion des Überschwemmungsrisikos bei Starkregeneignissen
- Steigerung der Luftqualität
- Förderung der natürlichen Beschattung
- Förderung der Biodiversität

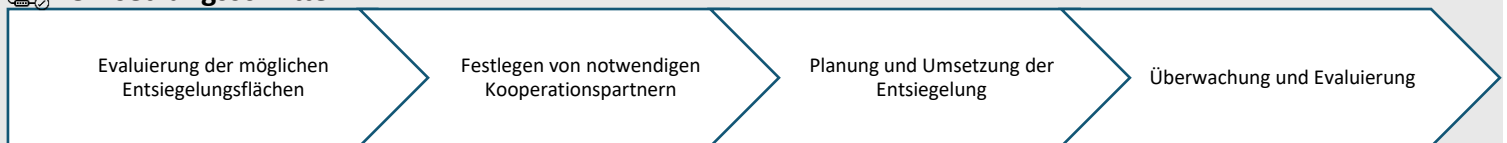
Zielgruppe

Bevölkerung, lokale Betriebe, Eigentümerinnen und Eigentümer von Parkplätzen

Zuständigkeit und weitere Kooperationspartner

Bauamt, Bauhof, Bürgermeister

Umsetzungsschritte



Erfolgsindikatoren

- Entsiegelte Flächen [m²]
- Begrünte Flächen [m²]

Zeitraum

1-2 Jahre | 2-5 Jahre | > 5 Jahre

kurzfristig | mittelfristig | langfristig

Art der Umsetzung

einmalig | schrittweise | kontinuierlich

Finanzierungsmöglichkeit

- Kompensationsmittel
- Förderung
- Haushaltsmittel

Maßnahmenkategorie

- technisch bewusstseinsbildend
- naturbasiert regulatorisch

Potenzielle Förderungen:

- Natürlicher Klimaschutz in Kommunen (KfW 444)
- Kommunale Klimarichtlinie (Land Hessen)

Kostenrahmen

10.000 € | mittel | > 80.000 €

gering | mittel | hoch

3 Entsiegelung von Parkflächen

! Priorität
 gering | mittel | hoch

Zum Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung sind die möglichen Förderprogramme und die geöffneten Förderfenster generell zu prüfen.

Personalaufwand
 - mittel (Bauhof)

Stand der Umsetzung

- noch nicht begonnen
- teilweise umgesetzt
- größtenteils umgesetzt

SDGs



Bewertung

	gering	mittel	hoch
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Robustheit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachhaltigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Finanzielle Tragbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flexibilität	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positive Nebeneffekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

4 Modellhaus Klima-Quartier

! Priorität
gering | mittel | hoch

Relevante Klimarisiken

- Sach- und Gebäudeschäden durch Überflutungen
- Reduktion von Arbeits- bzw. Leistungsfähigkeit
- Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten in Räumen und Außenbereichen
- Notwendigkeit der Anpassung der Gebäudeplanung und Haustechnik

Betroffene Handlungsfelder

- Bauwesen
- Gesundheit
- Verkehr und Mobilität
- Wasserwirtschaft

Kurzbeschreibung

Im Rahmen des Projekts Klimaquartiere der Landesenergieagentur Hessen soll in der Gemeinde Cölbe ein örtliches Vereinshaus als Modellhaus saniert werden. Ziel ist es, das Gebäude als Best-Practice-Beispiel für klimagerechtes Bauen und Sanieren zu entwickeln – mit Fokus auf Hitzeschutz, nachhaltiges Wassermanagement und energetische Sanierung. Gleichzeitig soll das Haus künftig als Lern- und Begegnungsort dienen, an dem Bürgerinnen und Bürger gemeinsam mit Fachleuten Lösungen für den Umgang mit dem Klimawandel bei der Gebäudesanierung entwickeln können. Die Maßnahme verbindet konkrete bauliche Umsetzung mit aktiver Öffentlichkeitsbeteiligung und Bildung.

Ziele

- Vorbildhafte Sanierung eines Gebäudes im Sinne von Klimaschutz und -anpassung
- Schaffung eines sichtbaren und zugänglichen Lernorts für die Bürgerschaft
- Förderung von Wissen und Akzeptanz für energetisches Sanieren, Hitzeschutz und Wassermanagement
- Umsetzung von Projektzielen aus dem LEA-Hessen-Projekt *Klimaquartiere*

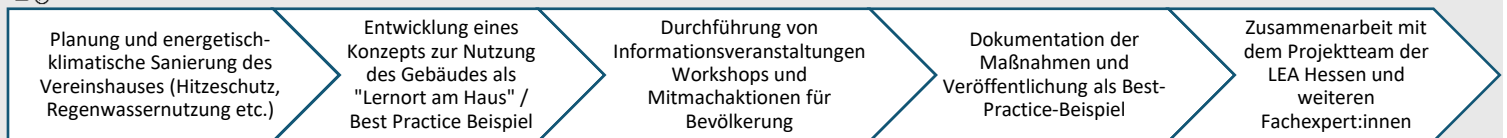
Zielgruppe

Bevölkerung, Vereine und Nutzergruppen des Vereinshauses

Zuständigkeit und weitere Kooperationspartner

Bauamt, Bürgermeister, Vereine, Landesenergieagentur Hessen, Handwerksbetriebe

Umsetzungsschritte



Erfolgsindikatoren

- Anzahl der abgeschlossenen Sanierungsschritte
- Sanierung abgeschlossen ja/ nein

Zeitraum

1-2 Jahre | 2-5 Jahre | > 5 Jahre

kurzfristig | mittelfristig | **langfristig**

Art der Umsetzung

einmalig | **schrittweise** | kontinuierlich

Finanzierungsmöglichkeit

- Fördermittel
- Eigenleistung der Betriebe und der Bevölkerung
- Gemeindeeigene Haushaltsmittel

Potenzielle Förderungen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen BEG EM (Bund, BAFA)
- Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Bund, ZUG)
- Richtlinie zur Bundesförderung kommunaler Klimaschutz Kommunalrichtlinie (BMWE)

Maßnahmenkategorie

- technisch bewusstseinsbildend
- naturbasiert regulatorisch

Kostenrahmen

10.000 € | mittel | > 80.000 €

gering | mittel | **hoch**

4 Modellhaus Klima-Quartier

! Priorität
gering | mittel | hoch

Zum Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung sind die möglichen Förderprogramme und die geöffneten Förderfenster generell zu prüfen.

Personalaufwand
- hoch

Stand der Umsetzung

- noch nicht begonnen
- teilweise umgesetzt
- größtenteils umgesetzt

SDGs



Bewertung

	gering	mittel	hoch
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Robustheit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachhaltigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Finanzielle Tragbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flexibilität	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positive Nebeneffekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

5 Aktivierung von Eigenvorsorge bzgl. Extremwetter

! Priorität
gering | mittel | hoch

Relevante Klimarisiken

- Abnehmende Resilienz der Bevölkerung
- Ausfall von Kommunikations- und Verkehrswegen
- Reduktion von Arbeits- bzw. Leistungsfähigkeit
- Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten in Räumen und Außenbereichen
- Gefahr für Leben und Gesundheit
- Sach- und Gebäudeschäden durch Überflutungen

Betroffene Handlungsfelder

- Bauwesen
- Gesundheit
- Katastrophenschutz und Sicherheit
- Wasserwirtschaft

Kurzbeschreibung

Die klimatischen Veränderungen und damit zusammenhängende konkreten Auswirkungen sind noch nicht in der Breite der Bevölkerung angekommen. Auch die Möglichkeiten für Maßnahmen zur Klimaanpassung sind oftmals nicht bekannt. Um das Bewusstsein in der Bevölkerung zu erhöhen und die Resilienz zu steigern sollen konkrete Informationen zur Eigenvorsorge und klimaangepasstem Verhalten bereitgestellt werden. Einerseits soll eine vorsorgende Informationsbereitstellung zu Gefährdungen durch Starkregen und Hitze über gängige Warnapps etabliert werden. Andererseits sollen in Schulungen bzw. Austauschformaten konkrete Informationen und anwendungsorientierte Beispiele zum Schutz vor Hitze und Starkregen bereitgestellt werden.

Ziele

- Bereitstellung von Informationen zu Gefährdungslagen (insbesondere zu Starkregen und Hitze)
- Erhöhung der Resilienz in der Bevölkerung
- Informations- und Wissensvermittlung zur Eigenvorsorge

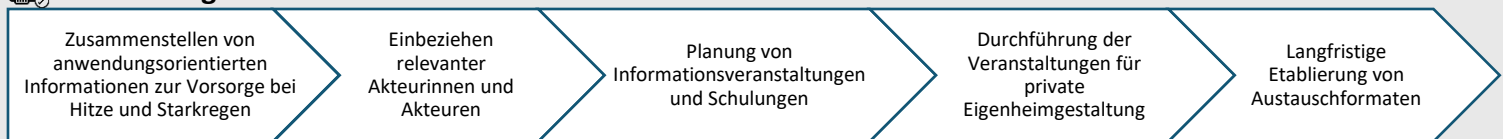
Zielgruppe

Bevölkerung

Zuständigkeit und weitere Kooperationspartner

Bürgermeister, Kooperationen mit anderen Kommunen und dem Landkreis, Gemeindeverwaltung, Seniorennetzwerk, Elternvertretung, Kindergärten, Schulen, Kirchen

Umsetzungsschritte



Erfolgsindikatoren

- Anzahl an Teilnehmenden bei Veranstaltungen

Zeitraum

1-2 Jahre | 2-5 Jahre | > 5 Jahre
kurzfristig | mittelfristig | langfristig

Art der Umsetzung

einmalig | schrittweise | kontinuierlich

Finanzierungsmöglichkeit

- Gemeindeeigene Haushaltsmittel

Maßnahmenkategorie

- technisch bewusstseinsbildend
 naturbasiert regulatorisch

Kostenrahmen

10.000 € | mittel | > 80.000 €
gering | mittel | hoch

5 Aktivierung von Eigenvorsorge bzgl. Extremwetter

! Priorität
gering | mittel | hoch

Personalaufwand
- mittel bis hoch (erfordert viel Laufarbeit und Kommunikation)

Stand der Umsetzung
 noch nicht begonnen
 teilweise umgesetzt
 großteils umgesetzt

SDGs



Bewertung

	gering	mittel	hoch
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Robustheit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachhaltigkeit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finanzielle Tragbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flexibilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Positive Nebeneffekte	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6 Umweltbildung für Kinder

! Priorität
 gering | mittel | hoch

Relevante Klimarisiken

- Gefährdung bestehender Biotope und Ökosysteme
- Verminderung der Biodiversität
- Verlust von Feuchtlebensräumen (z. B. Moore)
- Zunahme des Bedarfs von Waldumbau
- Zunahme des Waldbrandrisikos

Betroffene Handlungsfelder

- Naturschutz und biologische Vielfalt
- Wald und Forstwirtschaft

Kurzbeschreibung

Klimabildung bei Kindern fördert frühzeitig ein Bewusstsein für Umwelt- und Klimaschutz. Sie stärkt Verantwortungsgefühl und Handlungskompetenz im Umgang mit natürlichen Ressourcen. So werden Kinder zu aktiven Gestaltern einer nachhaltigen Zukunft. Diese Maßnahme ist ergänzend zu den anderen Maßnahmen zu sehen. Um ein Bewusstsein für die Umwelt zu schaffen, sollte Umweltbildung bereits in Kindergärten und Schulen aufgegriffen werden. Dies kann in Form von Lesewettbewerben, Spaziergängen, Wandertagen, Exkursionen, Themenstunden, Projekttagen oder -wochen ggf. mit verschiedenen Kooperationspartnern durchgeführt werden. Dabei dienen Schulen und Kindergärten als Multiplikatoren.

Ziele

- Stärkung der Umweltbildung zu Themen der Nachhaltigkeit
- Information und Wissenserwerb in den Bereichen Nachhaltigkeit, Umwelt und Klima

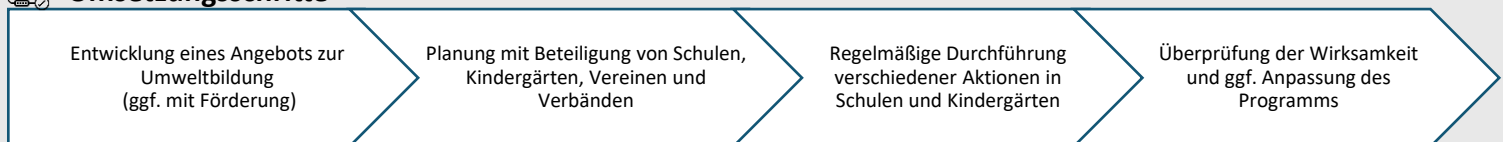
Zielgruppe

Kinder bis ca. 14 Jahren

Zuständigkeit und weitere Kooperationspartner

Schulen, Kindergärten, Naturschutzverbände, Landschaftspflegeverband, Sportvereine, Freiwillige Feuerwehr, Junge Entwicklung Fördern e.V. (JEF), Landkreis

Umsetzungsschritte



Erfolgsindikatoren

- Anzahl teilnehmenden Kinder und Jugendlichen

Zeitraum 1-2 Jahre | 2-5 Jahre | > 5 Jahre
 kurzfristig | mittelfristig | langfristig

Art der Umsetzung
 einmalig | schrittweise | kontinuierlich

Finanzierungsmöglichkeit

- Fördermittel
- Gemeindeeigene Haushaltsmittel

Potenzielle Förderungen:

- Klimakontingent Hessen Städtebauförderung (Land Hessen)
- Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen Förderrichtlinie AnpaSo (Bund, ZUG)

Zum Zeitpunkt der Maßnahmenumsetzung sind die möglichen Förderprogramme und die geöffneten Förderfenster generell zu prüfen.

Maßnahmenkategorie

- technisch bewusstseinsbildend
 naturbasiert regulatorisch

Kostenrahmen 10.000 € | mittel | > 80.000 €
gering | mittel | hoch

6 Umweltbildung für Kinder

! Priorität
 gering | mittel | hoch

Personalaufwand
 - mittel

Stand der Umsetzung
 noch nicht begonnen
 teilweise umgesetzt
 großteils umgesetzt

SDGs



Bewertung

	gering	mittel	hoch
Wirksamkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Robustheit	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nachhaltigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Finanzielle Tragbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Flexibilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Positive Nebeneffekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

5. Beteiligung von Akteurinnen- und Akteuren

Bei der Ausarbeitung des Klimaanpassungskonzepts für die Gemeinde Cölbe wurden ausgewählte Akteurinnen und Akteure eingebunden, um auf ein breit gefächertes Fachwissen zurückgreifen zu können.

5.1. Einbindung von Akteurinnen und Akteuren

Die Beteiligung relevanter Akteurinnen und Akteure ist ein zentraler Erfolgsfaktor sowohl bei der Erstellung des Klimaanpassungskonzepts als auch der anschließenden Maßnahmenumsetzung. So können Verwaltungen oder zivilgesellschaftliche Organisationen unterschiedliche Perspektiven, Interessen und Expertisen einbringen. Durch ihre frühzeitige partizipative und transparente Einbindung kann 1) die lokale Betroffenheit durch die Folgen des Klimawandels erfasst, 2) die Akzeptanz von Maßnahmen erhöht, 3) potenzielle Konflikte früh erkannt und 4) Lösungsansätze gemeinsam entwickelt werden. Eine Beteiligung der Bevölkerung und die Einbindung von Unternehmen dienen der Information, schafft Vertrauen, fördert Demokratie und verbessert die Qualität von Entscheidungen. Insbesondere bei komplexen oder lokal sensiblen Vorhaben ist die Partizipation der Betroffenen und die Information der Bevölkerung entscheidend, um tragfähige, nachhaltige und gerechte Ergebnisse zu erzielen.

Die Auswahl der Beteiligten für den Erarbeitungsprozess der Klimaanpassungskonzepte erfolgte in enger Abstimmung zwischen der Kreisverwaltung und den teilnehmenden Kommunen. Dabei wurde besonderes Augenmerk daraufgelegt, sämtliche relevante Fachrichtungen angemessen zu berücksichtigen. Um eine umfassende Perspektive sicherzustellen, wurden daher Fachleute aus den verschiedenen Handlungsfeldern hinzugezogen. Eingebunden waren unter anderem Vertreterinnen und Vertreter von Vereinen und Institutionen wie dem Landschaftspflegeverband Marburg-Biedenkopf, HessenForst sowie der LEADER-Region Burgwald-Ederbergland. Auf diese Weise konnte gewährleistet werden, dass sowohl institutionelles Wissen als auch praxisnahe Erfahrungen in den Prozess einfließen.

5.2. Akteurinnen- und Akteursbeteiligung bei der Konzepterstellung

Im Rahmen der der Konzepterstellung wurden, wie in Abbildung 26 dargestellt, eine Reihe von Beteiligungsformaten, vor Ort und online, im Cluster Nord initiiert. Diese werden die nachfolgend im Detail erläutert.

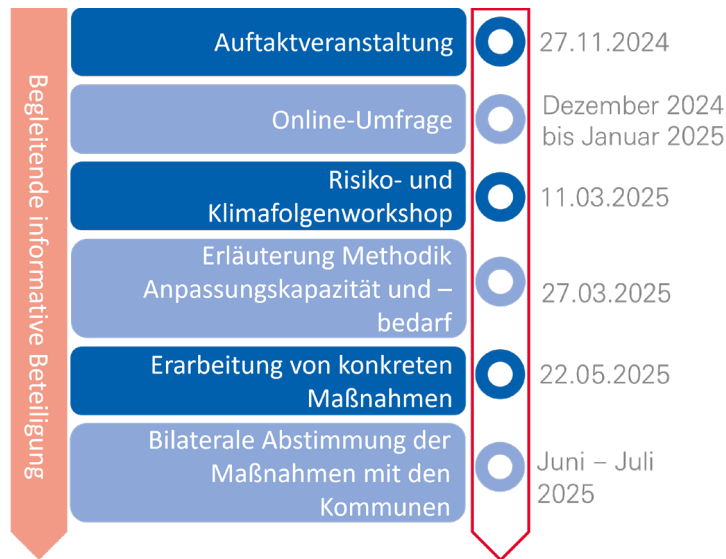


Abbildung 26: Partizipative Elemente des Prozesses zur Erarbeitung der Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel für den Cluster Nord. Präsenztermine werden dunkelblau dargestellt, Online-Formate sind hellblau hinterlegt.

Auftaktveranstaltung

Am 27.11.2024 fand in der Gemeindehalle in Cölbe gemeinsam mit den Fachbüros alpS, Klima Plus und equ:win eine Auftaktveranstaltung statt (Abbildung 27). Primäres Ziel der Veranstaltung war die Vorstellung des Projektvorhabens und des Teams Klimaanpassung. Insgesamt nahmen inklusive des Projektteams 49 Personen aus den beteiligten Kommunen und der Kreisverwaltung teil. Weiterhin wurden bereits erste Betroffenheiten in den Kommunen und aus Sicht der Kreisverwaltung abgefragt und erfasst.



Abbildung 27: Auftaktveranstaltung am 27.11.2024, Gemeindehalle Cölbe.

Online-Umfrage

Zwischen Dezember 2024 und Februar 2025 konnten die teilnehmenden Kommunen sowie die Kreisverwaltung ihre spezifische Betroffenheit gegenüber den Folgen des Klimawandels im Rahmen einer Online-Befragung einschätzen. Zudem wurden bereits umgesetzte oder beschlossene Anpassungsmaßnahmen sowie erste Maßnahmenideen erfasst. Die Resultate der Gemeinde Cölbe sind im Anhang 11 dargestellt.

Workshop zur Hotspotanalyse

Am 11.03.2025 wurde gemeinsam mit den Fachbüros alpS und Klima Plus im Bürgerhaus Cölbe-Schönstadt ein Risikoworkshop zur Ermittlung von Hotspots im Cluster Nord organisiert (Abbildung 28). Ziel des Workshops war die kommunenscharfe Ermittlung von Risiken aus den Bereichen Natur, Technik und Gesellschaft und die Verortung in einem Luftbild der Kommune (Hotspotkarte). Die Teilnehmenden setzten sich aus kommunalen Vertreterinnen und Vertretern (Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Mitarbeitende, z. B. des Bauamts und des Bauhofs) und dem Stadt- und Gemeindebrandinspektor zusammen. Die Ergebnisse der Veranstaltung sind in Kapitel 3.4 bis 3.5 dokumentiert.



© Landkreis Marburg-Biedenkopf

Abbildung 28: Workshop zur Hotspotanalyse.

Klimafolgenworkshop

Im unmittelbaren Anschluss an die vorherige Risikoanalyse fand der Klimafolgenworkshop statt (Abbildung 29). Die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf zentrale Handlungsfelder stand hier im Mittelpunkt sowie die Identifizierung und Bewertung vorrangiger Risiken. Neben den Teilnehmenden der Risikoanalyse brachten weitere Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen, wie beispielsweise von HessenForst, der LEADER-Region Burgwald-Ederbergland, der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Marburg-Biedenkopf mbH, dem Landschaftspflegeverband Marburg-Biedenkopf e.V. und aus der Landwirtschaft (Fachbereich Ländlicher Raum und Verbraucherschutz des Landkreises) weiteres Fachwissen in die Veranstaltung ein. Die Ergebnisse des Workshops sind in den Kapiteln 3.1 bis 3.3 dokumentiert.



© Landkreis Marburg-Biedenkopf

Abbildung 29: Klimafolgenworkshop.

Erhebung Anpassungskapazität und Anpassungsbedarf

Von März bis April 2025 wurden in einem digitalen Workshop die vorhandenen Kapazitäten zur Bewältigung prioritärer Klimarisiken sowie der damit verbundene Handlungsbedarf ermittelt. Unter fachlicher Begleitung des Büros Klima Plus setzten sich Bürgermeisterinnen und Bürgermeister sowie Mitarbeitende aus verschiedenen Verwaltungsbereichen, etwa dem Bauamt, intensiv mit den Risiken auseinander, die zuvor als hoch oder mittel eingestuft worden waren. Auf diese Weise konnten sowohl die bestehenden Möglichkeiten als auch zusätzliche Anforderungen zur Anpassung systematisch erfasst werden. Die Ergebnisse der Erhebung sind in den Kapiteln 3.1 bis 3.3 dokumentiert.

Workshop zur Erarbeitung von konkreten Maßnahmen in den Kommunen (Nord)

Am 22.05.2025 fand im Tagungszentrum des Landkreises Marburg-Biedenkopf ein Workshop im Cluster Nord statt, der der Entwicklung konkreter Maßnahmen zur Klimaanpassung in den Kommunen diente (Abbildung 30). Unter der Leitung von alpS und Klima Plus wurden Maßnahmentitel gesammelt, bewertet und inhaltlich weiter ausgearbeitet. Beteiligt waren Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Mitarbeitende der Verwaltung – unter anderem aus Bauamt und Bauhof – sowie die Stadt- und Gemeindebrandinspektoren. Ergänzend nahmen Fachleute aus unterschiedlichen Bereichen, darunter die LEADER-Region Burgwald-Ederbergland, die Wirtschaftsförderungsgesellschaft Marburg-Biedenkopf mbH sowie der Landschaftspflegeverband Marburg-Biedenkopf e. V. teil. Die erarbeiteten Ergebnisse sind in Kapitel 4 dokumentiert.



Abbildung 30: Maßnahmenworkshop im Tagungszentrum des Landkreis Marburg-Biedenkopf.

Bilaterale Abstimmung der Maßnahmen in den Kommunen

Im Zeitraum Juni bis Juli 2025 wurden die von den Fachbüros alpS und Klima Plus ausgearbeiteten Maßnahmensteckbriefe mit Vertreterinnen und Vertretern der Kommunalverwaltungen (Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Mitarbeitende, z. B. des Bauamts) besprochen, ergänzt und finalisiert. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.5 angeführt.

Beteiligung der Öffentlichkeit

Neben der direkten Beteiligung an der Erarbeitung von Konzeptinhalten galt es, die Öffentlichkeit über das Projekt und den Prozessfortschritt zu informieren und bewusstseinsbildende Maßnahmen durchzuführen.

Es wurde regelmäßig in der örtlichen Presse, auf der Webseite des Landkreises und über die Social Media-Kanäle über die Konzepterstellung und die erfolgten Workshops berichtet. Auf der Webseite wurden neben der Darstellung des Projektverlaufs auch zahlreiche Informationen zu Klimaanpassungsthemen wie Hitze- und Starkregenvorsorge zur Verfügung gestellt.

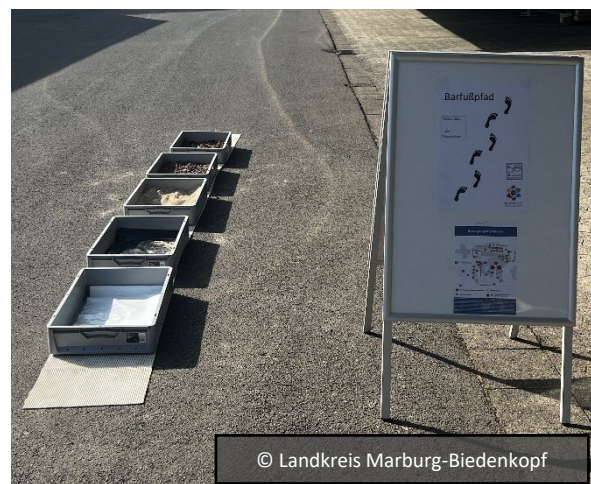


Abbildung 31: Barfußpfad beim Tag der offenen Tür am 07.09.2024.

Weiterhin stellte das Klimaanpassungsteam auch einen direkten Kontakt zu den Bürgerinnen und Bürgern her, indem sie das Thema und das Projekt mit verschiedenen Aktionen auf Veranstaltungen präsentierten (Abbildung 31).

Am 07.09.2024 präsentierte der Fachdienst Kreisentwicklung und Klimaschutz beim Tag der offenen Tür (50 Jahre Landkreis Marburg-Biedenkopf) u.a. das Thema Klimaanpassung mit verschiedenen Aktionen (Abbildung 31). An diesem sehr heißen Tag wurde ein Barfußpfad aufgebaut, bei dem die

sonnenbedingte Erwärmung unterschiedlicher Bodenbeläge spürbar und mithilfe eines Infrarot-Thermometers veranschaulicht wurde. Weiterhin konnten Kinder Armbänder oder Schlüsselanhänger mit UV-Perlen basteln und bekamen einen Eindruck über die Kraft der UV-Strahlung. Beide Aktionen boten eine gute Möglichkeit, um zum Thema Hitze in den Austausch zu kommen. Das Chemikum Marburg e.V., ein Mitmachmuseum der Universität Marburg und Bildungspartner des Landkreises Marburg-Biedenkopf, konnte mithilfe von Experimenten den Klimawandel verbildlichen. Beide Aktionen wurden auch am 21.09.2025 zum Tag der Nachhaltigkeit in Biedenkopf angeboten.

Darüber hinaus werden regelmäßig Klimadialoge organisiert. Diese dienen dazu den Bürgerinnen und Bürgern ausgewählte Klimaschutz- und Klimaanpassungsthemen zu präsentieren und in den Austausch zu kommen. Am 03.12.2024 erläuterte Kreisbrandinspektor Lars Schäfer, wie die Menschen sich und ihr Eigentum vor Wetterextremen schützen können und welche Maßnahmen im privaten Umfeld ergriffen werden können, um gut vorbereitet zu sein (Abbildung 32).

Am 27.03.2025 zeigte Referent Tom Loose Handlungsoptionen, wie Gärten klimafit gemacht werden können. Nach dem Impulsvortrag wurde das Thema im Rahmen einer Frageunde weiter vertieft.

Vom 31.01. bis 02.02.2025 fand die Messe ‚MEMOLife Bauen Wohnen Leben‘ statt. Mit einem Stand wurde auch das Thema Klimaanpassung demonstriert. Unter anderem bastelte das Klimaanpassungsteam gemeinsam mit den Kindern Samenbomben, um währenddessen mit den Eltern ins Gespräch über Biodiversität, Entsiegelung und Begrünung zu kommen.

Am 29.06.2025 fand in Amöneburg der Tag der Landwirtschaft statt, an dem u.a. auch Hitzeschutz thematisiert wurde.

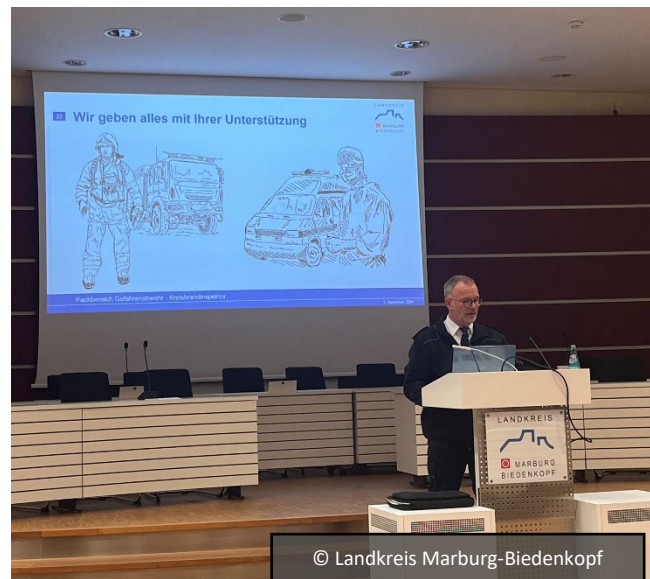


Abbildung 32: Klimadialog am 03.12.2024 zum Thema Eigenvorsorge bei Extremwetter mit Kreisbrandinspektor Lars Schäfer.

6. Öffentlichkeits- und Kommunikationskonzept

Der Klimawandel ist ein fortschreitender Prozess, der sich in den kommenden Jahrzehnten weiter verstärken und manifestieren wird. Angesichts der anhaltenden Veränderungen ist die kommunikative Aufklärung sowohl der Bevölkerung als auch der politisch und administrativ Verantwortlichen eine Daueraufgabe. Eine zielgerichtete Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sind erforderlich, um das Verständnis für klimawandelbedingte Risiken zu stärken und somit die notwendige Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen zu unterstützen. Die Kommunikationsstrategie des Landkreises Marburg-Biedenkopf und 14 seiner Kommunen, die jährlich auf operativer Ebene in Form eines detaillierten Kommunikationsplans ausformuliert wird, verfolgt dementsprechend zwei übergeordnete Ziele:

1. **Bewusstsein steigern und Akzeptanz fördern.**

Lokale Akteurinnen und Akteure unterschiedlichster Ebenen sind über den Klimawandel und die lokalen Auswirkungen zu informieren. Der Handlungsbedarf wird zielgruppenorientiert aufbereitet und kommuniziert.

Leitfrage: *Warum müssen wir uns als Gesellschaft an den Klimawandel anpassen?*

2. **Handlungswissen schaffen und zum Handeln motivieren.**

Neben dem Problemverständnis ist auch Wissen rund um Handlungsmöglichkeiten ausschlaggebend, um Akteurinnen und Akteure effektiv bei der Umsetzung von Maßnahmen einzubinden und selbst zu ermächtigen. Die Bereitschaft zu agieren wird durch die Kommunikation umgesetzter Aktionen vorangetrieben.

Leitfrage: *Was muss oder kann konkret getan werden?*

Die kontinuierliche Kommunikation über Klimaanpassung und ihre Teilaspekte unterstützt die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen und den Aufbau von Wissen in der Breite der Gesellschaft. Daneben bildet sie die Grundlage für die Motivation der beteiligten Akteurinnen und Akteure, wie z. B. im Katastrophenschutz, in sozialen Einrichtungen, aber auch in der Verwaltung und der Politik, um notwendige Maßnahmen entschlossen umzusetzen.

6.1. Darstellung der Zielgruppen

Für eine erfolgreiche Klimaanpassung ist die gezielte Ansprache unterschiedlicher Zielgruppen von zentraler Bedeutung, da Bedürfnisse, Handlungsmöglichkeiten und Verantwortlichkeiten in der Bevölkerung, in Institutionen und in der Politik stark variieren. Wichtige Botschaften, die über sämtliche Zielgruppen hinweg gültig sind, sind in Abbildung 33 dargestellt. Die Kernbotschaften heben den Klimawandel als gemeinschaftliche Aufgabe beziehungsweise systemische Herausforderung hervor, der wir als Gesellschaft gegenüberstehen.

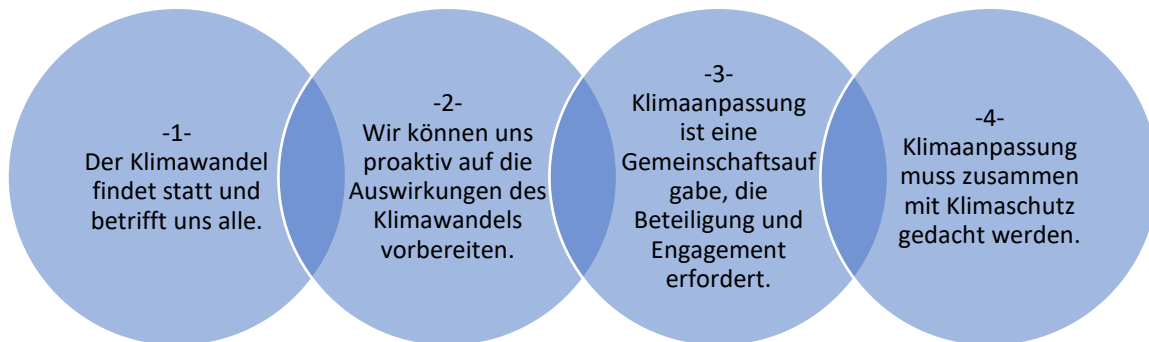


Abbildung 33: Zielgruppenübergreifende Kernbotschaften in der Kommunikation von Klimaanpassung.

Ergänzend zu diesen übergreifenden Kernbotschaften, sollte die Kommunikation auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmt sein, um Inhalte effektiv zu vermitteln. Folgende Zielgruppen sind dabei auf kommunaler Ebene besonders relevant:

- *Bürgerinnen und Bürger.* Privatpersonen stellen die Hauptadressaten für konkrete Anpassungsmaßnahmen im Alltag (z. B. Hitzeschutz, Starkregenvorsorge oder Wassernutzung) dar. Sie setzen durch ihr Verhalten im Haushalt, im Verkehr oder beim Konsum wichtige Impulse für die gesellschaftliche Anpassungsleistung.
- *Vulnerable Bevölkerungsgruppen.* Zu diesen zählen ältere Menschen, Kinder, chronisch Kranke, Menschen mit Behinderungen, sozioökonomisch benachteiligte Menschen oder Menschen mit eingeschränkten Sprachkenntnissen. Aufgrund der besonders hohen Sensitivität und der teilweise bestehenden Abhängigkeit von Schutzmaßnahmen durch Institutionen und Unterstützungsnetzwerke sind sie besonders gefährdet durch Hitze, Starkregen oder andere Klimafolgen.
- *Unternehmen.* Ansässige Betriebe und Firmen können sowohl Maßnahmen auf den eigenen Firmengeländen (z. B. Entsiegelung, Begrünung) umsetzen und so den Schutz der Mitarbeitenden dauerhaft sicherstellen als auch eine Vorbildfunktion einnehmen.
- *Institutionen.* Sie stellen Schlüsselakteurinnen und -akteure für Prävention, Krisenreaktion und Versorgungssicherheit dar und sind wichtige Multiplikatorinnen und Multiplikatoren für Wissen und Verhaltenshinweise. Beispiele hierfür sind Katastrophenschutz, Feuerwehren, Polizei, Hilfsorganisationen, Energieversorgungseinrichtungen, Wasserverbände, Gesundheitsdienste, Schulen oder Pflegeeinrichtungen.
- *Politische Gremien und Ausschüsse.* Die politische Steuerung und Entscheidung über Strategien, Programme und Finanzmittel obliegt den politischen Vertreterinnen und Vertretern.

6.2. Kommunikationskanäle der Kommunen im Landkreis Marburg-Biedenkopf

Die Kommunen des Landkreises Marburg-Biedenkopf können auf vielfältige Kommunikationskanäle zurückgreifen, um über die Auswirkungen des Klimawandels, die geplanten und umgesetzten Maßnahmen sowie über individuelle Handlungsmöglichkeiten zu informieren. Je nach adressierter Zielgruppe gilt es, den jeweiligen Kommunikationskanal sowie die zu übermittelnde Botschaft aufeinander abzustimmen.

Auf kommunaler Ebene sind besonders die jeweiligen Webseiten, Social Media-Auftritte und Gemeindeblätter von Bedeutung. Außerdem können bestehende Veranstaltungen in den Kommunen genutzt werden, um das Thema der Klimaanpassung zu positionieren. Durch andere direkte Kommunikationskanäle mit der Bevölkerung, z. B. im Rahmen von Informationsveranstaltungen, Bürgerinnen- und Bürgerversammlungen oder Sprechstunden, können Privatpersonen darüber hinaus niederschwellig informiert werden.

Die folgenden Kapitel gehen im Detail auf die verfügbaren externen Kommunikationskanäle der Kommunen ein.

6.2.1. Internetauftritt

Kommunale Webseiten bilden die zentrale Anlaufstelle für Bürgerinnen und Bürger, um bspw. Informationen zu Amtswegen, Wohnen und Arbeiten, Wirtschaft, Umwelt, Tourismus und Veranstaltungen oder zu Änderungen von Richtlinien und Leitfäden, z. B. der Bauleitplanung, abzurufen.

Daneben besteht außerdem die [Webseite des Landkreises](#), wo über aktuelle Neuigkeiten, Angebote und Veranstaltungen berichtet wird und allgemeine Informationen zu unterschiedlichen Themen von lokaler und regionaler Bedeutung bereitgestellt werden. Diese Webseite richtet sich an nahezu alle in Kapitel 6.1 beschriebenen Zielgruppen wie Privatpersonen, vulnerable Gruppen, Unternehmen und Institutionen.

Aktuell finden sich auf der Webseite des Landkreises auf der Unterseite „[Umwelt & Ländlicher Raum](#)“ und den nachfolgenden Seiten Informationen, die u. a. die Themen Klimaschutz, Regionalentwicklung, Landwirtschaft, Wasser- und Naturschutz betreffen. Auf der Unterseite [Klimaanpassung](#) ist bereits jetzt der aktuelle Stand der Erstellung des Klimaanpassungskonzepts dargestellt. Die Seite bietet darüber hinaus Informationen zur Vorsorge bei Extremwetterereignissen und bestehenden Förderprogrammen für Privatpersonen, Kommunen oder Unternehmen.

6.2.2. Printmedien und Presse

Die Verbreitung von Informationen über die lokale und regionale Presse stellt eine gute Möglichkeit dar, um niederschwellig eine Vielzahl an Menschen auch außerhalb des digitalen Raumes zu erreichen. Dabei können aktuelle Informationen und Pressemitteilungen verbreitet werden, um über die Aktivitäten der Kommune bzw. über die umgesetzten Maßnahmen zu informieren und Veranstaltungen zu bewerben. Häufig verfügen Printmedien außerdem über ein Online-Angebot, welches die regulären Ausgaben ergänzt.

Seitens der Kreisverwaltung werden zusätzlich weitere Printmedien wie Flyer und Broschüren erarbeitet und zur Verfügung gestellt, um gezielt bestimmte Zielgruppen (Privatpersonen, vulnerable Gruppen, Kommunen, Unternehmen und Institutionen) anzusprechen.

6.2.3. Soziale Medien

Zusätzlich zum Internetauftritt dienen soziale Medien der Verteilung aktueller Nachrichten und dem Erreichen eines breiten Publikums. Soziale Medien eignen sich besonders für die Vermittlung visueller Inhalte wie Bilder und Videos, aktueller Nachrichten und „*Storytelling*“, also der Berichterstattung in

Form von emotionalen Geschichten. Veranstaltungen und andere, akut relevante Informationen können so ebenfalls effektiv verbreitet werden.

Je nach Aufbereitung der Informationen erreicht man mithilfe sozialer Medien eher ein jüngeres Publikum, oder aber auch die breite Öffentlichkeit. Spezifischere Kanäle wie LinkedIn fokussieren auf eine andere Zielgruppe wie z. B. Unternehmen. Durch die hohe Nutzungsfrequenz sozialer Medien stellt deren Verwendung einen besonders wichtigen Faktor für die Kommunikation über Klimaanpassung dar [34].

6.3. Kommunikationsinhalte

Der Fachdienst 13.2 „Presse- und Medienarbeit“ des Landkreises ist verantwortlich für die Planung, Koordinierung und Umsetzung der gesamten Presse- und Öffentlichkeitsarbeit der Kreisverwaltung. Er dient als zentrale Anlaufstelle für Anfragen von Journalistinnen und Journalisten und sorgt für eine einheitliche und transparente Kommunikation nach außen. Organisatorisch ist der Fachdienst in der Stabsstelle Dezernatsbüro des Landrats angesiedelt. Die Klimaanpassungsmanagerinnen bzw. -manager koordinieren die Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit im Kontext der Klimaanpassung. Sie stimmen sich mit dem Fachdienst 13.2 ab und erarbeiten die grundlegenden Informationen, die auf Ebene der Kreisverwaltung und für die Kommunen zur Verfügung gestellt werden sollen. Neben der Lieferung von konkreten Inhalten und Informationsmaterialien stehen die Klimaanpassungsmanagerinnen und -manager den Kommunen außerdem auch bei den Aufgaben der Kommunikation unterstützend zur Verfügung.

Die auf Ebene der Kreisverwaltung erarbeitete Kommunikationsstrategie stellt die Aufgaben und Arbeitsschritte für die Klimaanpassungsmanagerinnen und -manager dar. Sie berücksichtigt dabei auch die kommunalen Voraussetzungen und bindet die notwendigen Aufgaben konzeptionell mit ein.

Die folgenden Kapitel stellen die relevanten Kommunikationsinhalte dar, die sich auf Betroffenheiten (siehe Kapitel 6.3.1), auf Maßnahmen (siehe Kapitel 6.3.2) oder auf Gelegenheitsfenster (siehe Kapitel 6.3.3) beziehen können.

6.3.1. Kommunikation von Betroffenheiten und Anpassungsbedarf

Diese prozessbezogene Kommunikation dient dazu, die Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem laufenden Anpassungsprozess transparent und kontinuierlich an die relevanten Zielgruppen weiterzugeben. Hierzu zählt sowohl die Vermittlung von Basis- und Hintergrundinformationen zu einzelnen Themenfeldern als auch die Darstellung regionaler Klimaveränderungen und ihrer konkreten Auswirkungen auf Bevölkerung, Infrastrukturen, Natur und Wirtschaft. Diese Kommunikationsschiene stellt Hintergrundinformationen bereit und erläutert den Einsatz von Ressourcen zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen. Maßgebliche Inhalte können dabei die Ergebnisse der jährlichen Erhebung der *State-* und *Impact-*Indikatoren durch das Klimaanpassungsteam sein.

Diese Kommunikationsinhalte werden vorrangig durch die Klimaanpassungsmanagerinnen und -manager in Abstimmung mit dem Fachdienst 13.2 und den Kommunen erarbeitet und verteilt.

6.3.2. Maßnahmenbezogene Kommunikation

Die Maßnahmenkommunikation umfasst Informationen zu Handlungsmöglichkeiten der Klimaanpassung sowie über den Verlauf und den Umsetzungsstand konkreter Maßnahmen. Diese sind insbesondere von Bedeutung, da sie Transparenz über Fortschritte und Herausforderungen im Anpassungsprozess schaffen. Auf kommunaler Ebene sollten dabei die betroffenen Zielgruppen dauerhaft über den laufenden Umsetzungsstand informiert. Einen weiteren Teilaspekt bildet die Aufklärung über individuelle Vorsorgemaßnahmen zum Schutz vor akuten und chronischen Auswirkungen des Klimawandels.

Informationen über den aktuellen Stand zur Maßnahmenumsetzung aus den Kommunen und der Kreisverwaltung werden durch die Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung erarbeitet (siehe Kapitel 7.2) sowie über die im Rahmen des Controllings erhobenen Erfolgsindikatoren eingeholt.

6.3.3. Nutzung von bestehenden Veranstaltungen und Gelegenheitsfenstern

Ein wesentlicher Bestandteil der Kommunikationsstrategie ist die gezielte Nutzung von Gelegenheitsfenstern, die sich aus aktuellen Ereignissen, saisonalen Anlässen oder bestehenden Veranstaltungsformaten ergeben. So können beispielsweise Hitzewellen oder Starkregenereignisse genutzt werden, um unmittelbar auf bestehende Vorsorgemaßnahmen hinzuweisen und konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen [35]. Ebenso bieten Veranstaltungen der Kommune oder der Kreisverwaltung, wie der „Tag der Nachhaltigkeit“ oder der „Klimadialog“, geeignete Anlässe, um die Themen Klimaanpassung und Eigenvorsorge einem breiten Publikum zugänglich zu machen. In diesem Zusammenhang spielt die Bereitstellung von praxisnahen Services und Angeboten, z. B. Checklisten oder Notfallnummern, eine zentrale Rolle.

Um bestmöglich auf Gelegenheitsfenster vorbereitet zu sein, ist eine proaktive Aufbereitung der Themen im Vorfeld unerlässlich. Dies stellt die Verfügbarkeit von Informationsmaterialien im Anlassfall, z. B. bei Eintreten eines Extremwetterereignisses, sicher.

Die Kommunen werden dabei von den Klimaanpassungsmanagerinnen bzw. dem -manager unterstützt.

7. Verstetigungsstrategie

Verstetigung beschreibt den Prozess, bei dem Themen, Projekte oder Ergebnisse als fester und integrierter Bestandteil bestehender Strukturen und Bereiche etabliert werden. Sie bezeichnet die dauerhafte Institutionalisierung von Projektergebnissen und angepassten Abläufen innerhalb der Verwaltung und anderer Entscheidungsabläufe.

Die vorliegende Verstetigungsstrategie zielt darauf ab, eine langfristige Umsetzung der Klimaanpassungskonzepte mit den darin festgeschriebenen Maßnahmen für den Landkreis Marburg-Biedenkopf und seine Kommunen sicherzustellen bzw. zu unterstützen. Angesichts der zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels ist es unerlässlich, dass die eingeleiteten Maßnahmen nicht nur kurzfristig, sondern dauerhaft und effektiv greifen. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, das Thema Klimaanpassung über die Konzeptinhalte hinaus zu einem grundlegenden Planungs- und Interessenbereich in den Entscheidungsprozessen der öffentlichen Verwaltung zu entwickeln. Auf diese Weise können über die konzeptionell erarbeiteten Maßnahmen hinaus Gelegenheitsfenster und Synergieeffekte realisiert und genutzt werden.

Mit Hilfe des Verstetigungskonzepts sollen daher Strukturen der Klimaanpassung in die Verwaltungen des Landkreises und dessen Kommunen sowie in das öffentliche Leben integriert werden. Durch eine institutionelle Verankerung im Landkreis und in den Kommunen, der horizontalen sowie vertikalen Vernetzung, kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit, laufendes Monitoring sowie die Bereitstellung finanzieller und personeller Ressourcen kann sichergestellt werden, dass die Klimaanpassungskonzepte des Landkreises und der 14 Kommunen nachhaltig wirksam umgesetzt werden (Abbildung 34).



Abbildung 34: Schritte der Verstetigungsstrategie der Umsetzung des Anpassungskonzepts an den Klimawandel des Landkreises Marburg-Biedenkopf.

Kurzfristig ist es von zentraler Bedeutung, Klimaanpassung zu institutionalisieren. Dabei sollen einerseits in der Kreisverwaltung entsprechende Formate ergänzt werden, die eine langfristige Umsetzung und den laufenden Austausch unterstützen. Um effiziente Abläufe zu gewährleisten, werden

teilnehmende Kommunen bedarfsorientiert eingebunden. Andererseits soll Klimaanpassung in alle relevanten Planungs- und Entscheidungsprozesse eingebettet werden.

Die geschaffenen Austauschformate dienen der Vernetzung der beteiligten Fachbereiche und -dienste der Kreisverwaltung und der Kommunen sowie der Förderung interkommunaler Vernetzung. Des Weiteren sind die Unterstützung bei der Akquise von Fördermitteln, die Erhöhung des Bewusstseins und der Akzeptanz für die Agenden der Klimaanpassung sowohl in der Verwaltung als auch bei externen Akteurinnen und Akteuren laufende Ziele der Verstetigung.

Langfristig strebt die Verstetigungsstrategie die vollständige und effektive Umsetzung aller geplanten Anpassungsmaßnahmen an. Dabei sollen die Maßnahmen regelmäßig überprüft und basierend auf neuen Erkenntnissen und Entwicklungen angepasst werden. Ein zentrales Element ist dabei das Monitoring und die Evaluation der Maßnahmen. Dabei dienen Indikatoren der Bewertung der Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen. Die Evaluierung der Anpassungsmaßnahmen erfolgt jährlich. Die Ergebnisse des Monitoring- und Evaluationsprozesses werden alle vier Jahre in einem Monitoringbericht durch den Landkreis veröffentlicht (siehe Kapitel 8).

7.1. Institutionelle Verankerung

Im Landkreis Marburg-Biedenkopf übernimmt der Fachdienst 13.4 Kreisentwicklung und Klimaschutz die Schlüsselfunktion bei der Umsetzung der Verstetigungsstrategie.

7.1.1. Rahmenbedingungen im Landkreis Marburg-Biedenkopf

Das Klimaanpassungskonzept betrifft weitreichende Teile der Kreisverwaltung und erfordert eine breitgefächerte Expertise und damit die Einbindung unterschiedlichster Fachbereiche und Fachdienste. Für die Klimaanpassung als Querschnittsthema müssen somit Synergien zwischen Themenbereichen identifiziert, geschaffen und genutzt werden.

7.1.2. Rolle des Klimaanpassungsmanagements für die Verstetigung

Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung gibt es drei Klimaanpassungsmanagerinnen bzw. -manager im Fachdienst Kreisentwicklung und Klimaschutz des Landkreises, deren Stellen im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie gefördert werden. Sie sind konstante Personen im Prozess der Klimaanpassung und spielen eine zentrale Rolle als Bindeglied zwischen der Ebene der Kreisverwaltung und der Kommunen. Jede bzw. jeder Klimaanpassungsmanagerin bzw. -manager ist einem der drei Kommunen-Cluster zugeordnet und steht in engem Austausch mit den jeweiligen kommunalen Vertreterinnen und Vertretern. Diese Struktur gewährleistet eine effektive Kommunikation und Koordination zwischen den verschiedenen Verwaltungsebenen.

Daneben wird die zukünftige Rolle des Klimaanpassungsteams in der Koordination der vielfältigen Aktivitäten bestehen, die sich aus der Umsetzung der Maßnahmen, der Verstetigung, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sowie dem Controlling ergeben.

Im Sinne der Verstetigung wird das Klimaanpassungsmanagement die folgenden Aufgaben übernehmen:

- Aufbau geeigneter Prozesse im Rahmen der Verstetigung auf Ebene der Kreisverwaltung und mit den Kommunen

- Aufbau und Umsetzung einer Arbeitsgruppe mit kreisverwaltungsinternen Expertinnen und Experten (siehe Kapitel 7.2)
- Organisation und Umsetzung anlassbezogener Treffen mit der bedarfsorientierten Einbindung von Kommunen
- Unterstützung bei der Umsetzung von Maßnahmen der Kreisverwaltung und der Kommunen
 - Unterstützung bei der Fördermittelakquise
 - Abstimmung zwischen Kommunen und der Kreisverwaltung bei kommunalen und insbesondere investiven Maßnahmen (z. B. Planung und Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen, Maßnahmen zur Flächenentsiegelung)
 - Absicherung schneller Good-Practice Transfers und Verbreitung von Erfahrungswerten innerhalb der Kommunen zur Erhöhung bzw. Verbesserung der Ressourceneffizienz bei der Umsetzung
 - Unterstützung durch Know-How-Transfer, Informationen und Good-Practices aus dem landes- und deutschlandweiten Klimaanpassungsnetzwerken.
- Interne und externe Kommunikation sowie Öffentlichkeitsarbeit (siehe Kapitel 6)
- Sicherstellung der laut Controlling-Konzept vorgesehenen jährlichen Evaluation der Maßnahmenumsetzung (siehe Kapitel 8)
- Ausarbeitung und Veröffentlichung von Monitoringberichten zum Stand der Maßnahmenumsetzung (alle 4 Jahre)
- Kontinuierliche Prüfung und Anpassung der im Controlling-Konzept festgelegten Indikatoren
- Teilnahme an Vernetzungstreffen

Die Klimaanpassungsmanagerinnen und -manager sind auf Ebene der Kreisverwaltung sowie für die Kommunen und andere Akteurinnen und Akteure die fachlichen Ansprechpartnerinnen und -partner für Fragen zur Klimaanpassung. Sie geben fachspezifische Stellungnahmen, beraten zu Anpassungsaspekten in unterschiedlichen Handlungsfeldern, informieren über Good-Practice-Beispiele und interne sowie externe Bildungsangebote. Sie stellen damit wertvolle Multiplikatorinnen und Multiplikatoren sowohl innerhalb des Landkreises Marburg-Biedenkopf als auch darüber hinaus dar.

7.2. Verstetigung auf verschiedenen Verwaltungsebenen

Um die Verstetigung laufend voranzutreiben, wird eine „Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung“ in der Kreisverwaltung initiiert. Diese zentralisiert entsprechende Themen innerhalb der Kreisverwaltung.

Die Arbeitsgruppe wird mindestens zweimal jährlich einberufen. In den Arbeitstreffen werden:

- die Veranstaltungen geplant,
- aktuelle Ereignisse im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels sowie Aspekte des Klimaschutzes diskutiert,
- laufende Maßnahmen der Kreisverwaltung und der Kommunen evaluiert und
- Empfehlungen für Anpassungen oder neue Maßnahmen besprochen.

7.2.1. Verstetigung in der Kreisverwaltung

Die erste Ebene der Verstetigung widmet sich der institutionellen Verankerung in der Kreisverwaltung. Klimaanpassung ist eine Aufgabe, die alle Fachbereiche betrifft und eine effiziente Nutzung bestehender Strukturen und bei Bedarf deren zielgerichtete Erweiterung erfordert.

Die Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts für den Landkreis Marburg-Biedenkopf erfordert eine gezielte Verankerung in bestehenden Planungs- und Steuerungsinstrumenten im Landkreis, in Leitlinien und Leitfäden und in Vernetzungs- und Weiterbildungsangebote wird die nachhaltige Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts gefördert. Im Folgenden werden die **wesentlichen Möglichkeiten und relevanten Planungs- und Steuerungsinstrumente auf Ebene des Landkreises** gelistet:

- Konsequente Verankerung von Klimaanpassung in Leitfäden und Leitlinien
- Aufgreifen von Agenden der Klimaanpassung in den unterschiedlichen Fachbereichen und Fachdiensten
- Neu- und Weiterentwicklung von Beratungsangeboten der Kreisverwaltung für interne und kommunale Akteurinnen und Akteure
- Ausbau der Nutzung bestehender verwaltungsinterner Strukturen zur Vernetzung und Abstimmung der Umsetzung
- Berichterstattung in den politischen Gremien.

7.2.2. Verstetigung der Zusammenarbeit mit den Kommunen

Die Verstetigung von Klimaanpassung in den kommunalen Strukturen ist für die Umsetzung der Maßnahmen ausschlaggebend. Ziel ist sowohl die Verankerung des Themas in den Kommunen als auch die Initiierung und laufende Weiterführung eines Austauschs zwischen dem Klimaanpassungsmanagement der Kreisverwaltung und den Kommunen.

Die teilnehmenden Städte und Gemeinden sollen bei der Maßnahmenumsetzung unterstützt sowie die Erhebung der Erfolgsindikatoren sichergestellt werden. Durch den dauerhaften Austausch des Klimaanpassungsmanagements mit den kommunalen Vertreterinnen und Vertretern und die intensive Auseinandersetzung mit den geplanten und umgesetzten Maßnahmen können diese nach Bedarf weiterentwickelt und deren Wirksamkeit so laufend verbessert werden.

Um die Einbindung der Kommunen und deren Unterstützung möglichst effizient zu gestalten, sind die Austauschformate in den dargestellten Jahreskreis (siehe Abbildung 35) weitestmöglich zu integrieren:

- Für die Kommunen startet der Jahreskreis mit der fachspezifischen Abstimmung zum Status der Maßnahmenumsetzung (2.b). Gegebenenfalls zusammen mit der Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung werden der Stand der Umsetzung, die Herausforderungen und Bedarfe der kommunalen Maßnahmen besprochen und reflektiert.
- Auf Basis der Unterstützungs- und Vernetzungsbedarfe findet vor dem Sommer eine Arbeitsgruppensitzung zur **horizontalen Vernetzung** zwischen den kommunalen Vertreterinnen und Vertretern statt (3.b). Dieses Format schafft eine Schnittstelle die dem gegenseitigen Austausch und der Unterstützung dient.
- Im Herbst stattfindende Informationsveranstaltungen (4.) bilden eine Brücke zwischen der Kreisverwaltung und den Kommunen. Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten die Möglichkeit, sich **vertikal zu vernetzen** und über den aktuellen Stand der Maßnahmenumsetzung informiert zu werden.

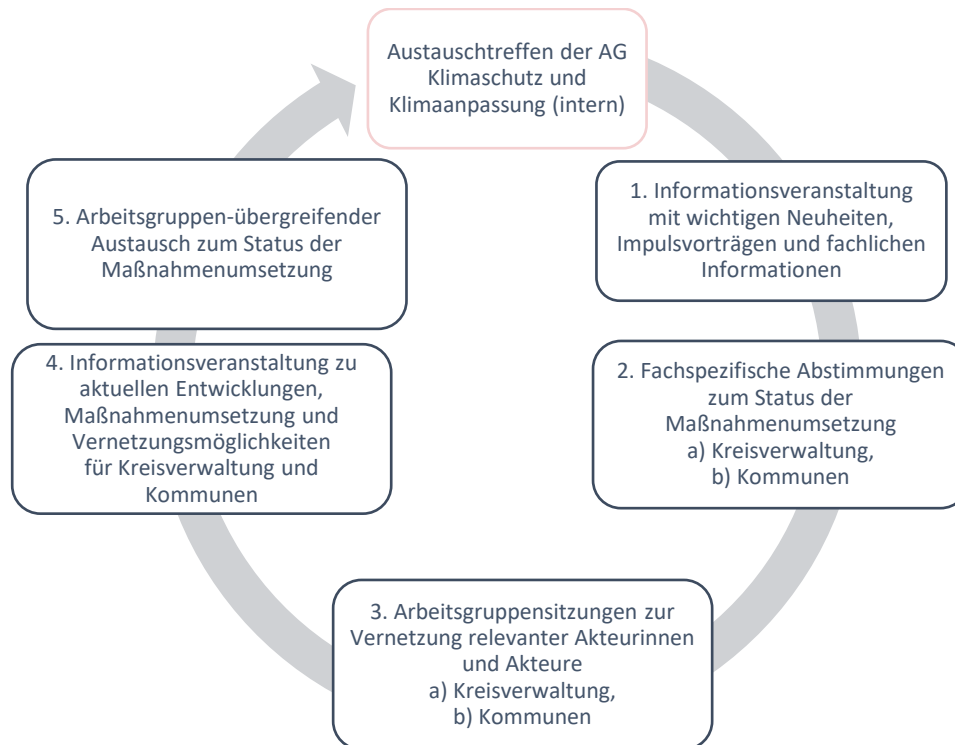


Abbildung 35: Jahreskreis zur Begleitung der Maßnahmenumsetzung auf Ebene der Kommunen.

Zudem fördert die Integration von Klimaanpassungsaspekten in die Flächennutzungsplanung, in Bebauungspläne und andere Satzungen deren dauerhafte Verankerung in den kommunalen Agenden. Im Folgenden werden die wesentlichen Ansätze und Möglichkeiten auf kommunaler Ebene gelistet:

Mögliche Ansatzpunkte in der Flächennutzungsplanung

- Standortsteuerung für Bauflächen und Baugebiete, Anlagen und Einrichtungen, Verkehrsflächen und Verkehrszüge, Ver- und Entsorgungsanlagen sowie Grünflächen zur Vorsorge vor den Folgen des Klimawandels
- Freihalten von Kaltluftentstehungsflächen sowie Kalt- und Frischluftbahnen
- Hinweis auf das Erfordernis einer baulichen Vorsorge gegenüber Naturgefahren auf besonders gefährdeten Flächen
- Überschwemmungsgebiete, fachplanerische Festlegungen (Wasserwirtschaft, Luftreinhaltepläne etc.)

Festsetzungsmöglichkeiten im Bebauungsplan

- Begrenzung der Verdichtung und Versiegelung zur Vermeidung von Überwärmung
- Freihalten von Luftleitbahnen, Kaltluftentstehungsflächen
- Verbesserung des Kleinklimas und Verminderung der Erwärmung
- Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung
- Hochwasserschutz und Regelung des Niederschlagsabflusses

Weitere kommunale Satzungen

- Gestaltungs- und Freiflächengestaltungssatzungen
- Zisternensatzung
- Verbot von Schottergärten
- Abwassersatzung

7.2.3. Verstetigung der Zusammenarbeit zwischen der Kreisverwaltung und den Kommunen

Das Klimaanpassungsmanagement übernimmt für die Kommunen unterstützende Aufgaben bei der jeweiligen Umsetzung der Klimaanpassungskonzepte. Von besonderer Relevanz dabei ist die Unterstützung bei der Fördermittelakquise. Darunter fallen sowohl die Recherche geeigneter Förderungen und die Unterstützung bei der Antragstellung als auch die Zuarbeit und Hilfestellung bei Ausschreibungen und Leistungsbeschreibungen. Als wichtige Ergänzung zum kreisweiten Wissensaufbau und -austausch soll eine Förderdatenbank aufgebaut werden, die nicht nur aktuelle Informationen zu Förderprogrammen beinhaltet, sondern darüber hinaus auch Erfahrungen und wenn vorhanden Musteranträge aus anderen kreisangehörigen Kommunen umfasst.

Zusätzlich fungieren die Klimaanpassungsmanagerinnen bzw. -manager als fachlich beratende und vermittelnde Ansprechpersonen. Sie bereiten in Zusammenarbeit mit der kommunalen Verwaltung fachspezifische Stellungnahmen vor, bieten Beratungen zu Klimaanpassungsaspekten in unterschiedlichen Handlungsfeldern an und vermitteln bei Bedarf an Fachexpertinnen und -experten. Des Weiteren stellen sie den Informationsfluss zwischen den Kommunen sowie den Kommunen und der Kreisverwaltung sicher. Sie koordinieren den fachlichen Austausch und vermitteln Weiterbildungsangebote. Den Klimaanpassungsmanagerinnen bzw. -managern obliegt die Sammlung, Aufbereitung und Kommunikation von Good Practice-Beispielen der Klimaanpassung sowie die Weiterleitung von Wissen und Erfahrungen anderer (über-)regionaler Akteurinnen und Akteure. Darüber hinaus werden Kommunikationsmaterialien aufbereitet und zur Nutzung für die Kommunen bereitgestellt.

Durch die bei der Kreisverwaltung angesiedelten Personalstellen werden zudem niedrigschwellige Kommunikationswege geschaffen, die sowohl den Kommunen als auch den kreisverwaltungsinternen Vertreterinnen und Vertretern zur Verfügung stehen. Die Klimaanpassungsmanagerinnen bzw. -manager dienen als beidseitig gerichtete und vermittelnde Ansprechpersonen. Sie verfügen über eine tiefe Kenntnis der Rahmenbedingungen in den Kommunen, der angestrebten Anpassungsmaßnahmen und der institutionellen Abläufe innerhalb der Kreisverwaltung. Dadurch wird eine effiziente und lösungsorientierte Beratung in dem Bereich der Klimaanpassung ermöglicht.

7.3. Aufbau und Verstetigung von externen Kooperationen und Netzwerken

Eine erfolgreiche Klimaanpassung erfordert den kontinuierlichen und strukturierten Austausch mit Externen, insbesondere mit der lokalen Bevölkerung, aber auch mit zivilgesellschaftlichen Gruppen, Verbänden, wissenschaftlichen Institutionen oder anderen Kommunen und dem Landkreis. Durch Vernetzung wird ein wirkungsvoller Wissenstransfer gewährleistet, Synergien genutzt und eine möglichst breite Akzeptanz für die Umsetzung der Maßnahmen geschaffen.

7.3.1. Vernetzung mit kommunalen und regionalen Akteurinnen und Akteuren

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf ist Teil einer Vielzahl an Netzwerken und beteiligt sich aktiv an überregionalen Initiativen, um Wissenstransfer und gemeinsame Projekte zu fördern. Folgende beispielhafte Netzwerke sind u. a. im Kontext der Anpassung an den Klimawandel relevant:

- **Hessen aktiv – Die Klima-Kommunen**
Das Netzwerk dient der Senkung des Energieverbrauchs, der Reduktion von Treibhausgasemissionen und der Anpassung an den Klimawandel. Den teilnehmenden Kommunen stehen Beratungsangebote, Veranstaltungen und andere Unterstützungsangebote zur Verfügung. Sie verpflichten sich zu einer jährlichen Berichterstattung über die umgesetzten Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen und deren Wirksamkeit.
- **Diverse Klimaanpassungsnetzwerke**
Das Klimaanpassungsteam ist Mitglied in verschiedenen Netzwerken auf Landes- und Bundesebene. Hierzu gehören sowohl sehr breit aufgestellte Netzwerke als auch solche, die sich beispielsweise nur aus hessischen Landkreisen in ähnlichen Förderkonstellationen zusammensetzen. Auch der Austausch mit den ZKA-Mentoringpartnerinnen und -partnern stellt eine wichtige Vernetzungsmöglichkeit dar.
- **Wirtschaftsförderungsgesellschaft Marburg-Biedenkopf mbH**
Die Wirtschaftsförderungsgesellschaft Marburg-Biedenkopf mbH ist die regionale Vermittlerin zwischen Kreisverwaltung und lokaler Wirtschaft. Sie unterstützt Wirtschaftstreibende der Region durch Beratungsangebote und Informationsbereitstellung, z. B. zu Fördermöglichkeiten und nachhaltiger Transformation. Außerdem organisiert sie Veranstaltung zur Förderung von Vernetzung, Kooperation und Wissensaustausch.
- **Landschaftspflegeverband Marburg-Biedenkopf e. V.**
Der Landschaftspflegeverband Marburg-Biedenkopf e.V., der nach Drittelparität arbeitet und damit Kommunen, Landwirtschaft und Naturschutzverbände inkludiert, widmet sich dem Naturschutz, dem Erhalt und der Stärkung von Ökosystemen und der Förderung von Biodiversität.
- **Klimabildungslandschaft Marburg-Biedenkopf**
Das Netzwerk zielt darauf ab, Klimaschutz und Klimaanpassung durch Kommunikation, Vernetzung und Bildung voranzutreiben und die Kooperation zwischen verschiedenen Akteurinnen und Akteuren in der Region zu stärken.

7.3.2. Vernetzung mit anderen Kommunen des Landkreises

Ein Austausch mit anderen Kommunen auf unterschiedlichen Ebenen (politischer, planerischer, verwaltungstechnischer Ebene) wird anlassbezogen initiiert. Dieser sollte zwischen jenen Kommunen, die an dem vorliegenden Konzept zugrunde liegenden Projekt beteiligt sind, sowie den anderen Kommunen des Landkreises angestrebt werden und bei Bedarf auch mit den Nachbarlandkreisen wie dem Landkreis Gießen und Waldeck-Frankenberg, die ebenso ein Klimaanpassungsmanagement eingeführt haben und somit auch einen direkten Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit des Landkreises Marburg-Biedenkopf haben können. Dabei sollen niederschwellige Potenziale bestehender Netzwerke und synergetische Effekte anlassbezogen aufgegriffen werden, um das Thema der Klimaanpassung breiter und tiefer in der Gesellschaft zu verankern.

Darüber hinaus kann die landes- und bundesweite Vernetzung themenbezogen bilateral oder über Vernetzungstreffen, wie z. B. vom Zentrum für Klimaanpassung organisiert, vorangetrieben werden. Informationen zur Vernetzung sind unter <https://zentrum-klimaanpassung.de/> zu finden.

7.3.3. Einbindung der Öffentlichkeit

Um das Thema Anpassung an den Klimawandel langfristig im Fokus der Öffentlichkeit zu behalten, ist eine strukturierte Planung der Öffentlichkeitsarbeit und die Schaffung von Partizipationsmöglichkeiten für unterschiedliche Akteurinnen und Akteure und Gruppen unerlässlich. Entsprechende Informationen werden in der Kommunikationsstrategie bereitgestellt (siehe Kapitel 6). Politik und Bevölkerung müssen neben der anlass- bzw. maßnahmenbezogenen Öffentlichkeitsarbeit zusätzlich regelmäßig über den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung, basierend auf den Ergebnissen des Controllings (siehe Kapitel 8), informiert werden.

Die Einbindung lokaler Akteurinnen und Akteure ist ein zentraler Aspekt in der Umsetzung der Maßnahmen, der Sicherstellung der Wirksamkeit und der Verstetigung. Viele der Anpassungsmaßnahmen erfordern individuelle Verhaltensänderungen oder sind im privaten Bereich umzusetzen, wie z. B. Dachbegrünungen oder die wassersensible Gestaltung von Gärten. Eine gezielte Ansprache, Sensibilisierung und Aktivierung der breiten Öffentlichkeit ist damit essenziell. Der Landkreis Marburg-Biedenkopf nutzt hierfür unter anderem die folgenden Kommunikationskanäle:

- **Pressemitteilungen** über die Webseite der Kreisverwaltung sowie Beiträge in einschlägigen Rubriken
- **Berichterstattung in der lokalen Presse**
- **Social Media** (Instagram, Facebook, LinkedIn) für niedrigschwellige Informationsvermittlung und Reichweiterehöhung
- Beteiligung an öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen, z. B. dem **Klima-Dialog**

Weiterführende Informationen bzw. Beispiele aus anderen Kommunen finden sich u. a. auf folgenden Webseiten:

- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-kommunaler-ebene/kommunen-ernetzen>
- https://www.european-energy-award.de/fileadmin/Downloads/Themen- und_Servicenavigator/MB_1/1.1.4_StuG_digital_0519_Klimaanpassung.pdf
- <https://www.klimabotschafter-os.de/>
- <https://www.klimabuendnis.at/green-peers-lehrlinge-als-klimabotschafter>
- <https://www.nez-allgaeu.de/projekte/klimabotschafter>
- https://climate-pact.europa.eu/ambassadors/become-ambassador-or-friend-pact_de
- <https://www.schule-klima-wandel.de/klibo-ausbildung/>

7.4. Monitoring und Evaluierung

Das Monitoring und die Evaluierung der im Klimaanpassungskonzept des Landkreises Marburg-Biedenkopf enthaltenen Maßnahmen sind zentrale Elemente für deren dauerhafte Verstetigung. Sie ermöglichen eine systematische Überprüfung der Umsetzung, eine Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen sowie die transparente Kommunikation des Fortschritts gegenüber Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit. Details sind im Controlling-Konzept festgelegt (siehe Kapitel 8). Alle vier Jahre

werden die Ergebnisse in einem konsolidierten Monitoringbericht veröffentlicht. Dieser dient der strategischen Steuerung, zeigt Handlungsbedarfe auf und bildet die Basis für mögliche Nachjustierungen.

Monitoring und Evaluation beziehen sich nicht nur auf das Klimaanpassungskonzept selbst, sondern auch auf die begleitenden Strategien, wie die Kommunikations- und Verstetigungsstrategie. Jährlich wird die Umsetzung dieser Bausteine überprüft und gegebenenfalls angepasst, indem bspw. ein Abgleich zwischen den im Rahmen des Jahres- und Kommunikationsplans angestrebten und den tatsächlich stattgefundenen Aktivitäten durchgeführt wird. Zur Qualitätssicherung können die Erkenntnisse und „*lessons learned*“ in einem Kurzbericht festgehalten und in den darauffolgenden Jahren angewandt werden. Zusätzlich und für den internen Gebrauch verwendbar, könnte eine Kurzbefragung der teilnehmenden Stellen und kommunalen Verantwortlichen durchgeführt werden, um Erkenntnisse zur Optimierung der Arbeit des Klimaanpassungsmanagements zu gewinnen.

7.5. Finanzierung und Ressourcen

Für die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen und die Verstetigung im Landkreis Marburg-Biedenkopf und den teilnehmenden Kommunen werden finanzielle Ressourcen benötigt, die sowohl für die direkten Umsetzungskosten als auch für potenzielle Folgekosten eingeplant werden müssen. Eine vorausschauende Ressourcenzuweisung und Budgetplanung sind essenziell. Die Abschätzung der Kosten der Maßnahmenumsetzung ist bereits im Anpassungskonzept der Kreisverwaltung sowie der Kommunen hinterlegt. Dabei sind auch Folgekosten, wie etwa für die Pflege von Grünflächen, ein wichtiger Bestandteil.

Die Finanzierung der Maßnahmen stützt sich auf mehrere Säulen, um eine langfristige und nachhaltige Absicherung zu gewährleisten. Folgende Punkte sollen für die Finanzierung der Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden:

- Prüfung vorhandener Finanzierungsstrategien und -quellen für die Verstetigung
- Einwerben von Fördermitteln
- Unterstützung der Kommunen bei der Einwerbung von Fördermitteln

7.5.1. Prüfung von Förderoptionen und Einwerben von Fördermitteln

Ein wesentlicher Bestandteil der Finanzierung der Klimaanpassungsmaßnahmen ist das gezielte Einwerben von Fördermitteln. Dies umfasst zum Zeitpunkt der Konzepterstellung unter anderem folgende Förderprogramme:

- DAS-Förderung „Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“, Förderschwerpunkt A.3: Ausgewählte Maßnahme für die Klimawandelanpassung,
- Natürlicher Klimaschutz in Kommunen (KfW444),
- Klimakontingent Hessen (Städtebauförderung) oder
- Kommunale Klimarichtlinie des Landes Hessen.

Zur Maßnahmenumsetzung wird die Inanspruchnahme weiterer Förderungen im Rahmen der DAS-Förderung verfolgt. Mögliche Förderprogramme sind in den Maßnahmensteckbriefen (siehe Kapitel 4.5) hinterlegt. Dabei wird das Klimaanpassungsmanagement die Kommunen aktiv bei der Einwerbung von Fördermitteln unterstützen.

7.5.2. Finanzierung der Klimaanpassungsstellen und personelle Ressourcen

Für die Erstellung des Klimaanpassungskonzepts A.1 wurden drei Personalstellen für das Klimaanpassungsmanagement durch die DAS-Förderung (Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels) finanziert.

Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung ist der Antrag für das DAS-Förderprogramm A.2 (Umsetzung eines Konzepts zur nachhaltigen Klimaanpassung und für Natürlichen Klimaschutz) zur Fortführung der vorhandenen geförderten Personalstellen in Bearbeitung.

8. Controllingkonzept

Das Controlling-Konzept für die Gemeinde Cölbe besteht aus den Inhalten des vorliegenden Kapitels und einem für die Gemeinde Cölbe konzipierten Excel-Tool, mit dem die nachfolgend beschriebenen Indikatoren erfasst und ausgewertet werden können.

8.1. Zielsetzung und Vorgehensweise

Das Controlling-Konzept dient dazu, die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen und deren Wirksamkeit kontinuierlich zu evaluieren. Darüber hinaus werden dadurch Parameter zu Auswirkungen des Klimawandels und deren Folgen dokumentiert und deren Veränderungen sichtbar gemacht.

In Anlehnung an den Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel [36] sowie Informationen des Umweltbundesamtes [37] werden zur Beschreibung der Klimaentwicklung und der Auswirkungen des Klimawandels sogenannte *State-* und *Impact-Indikatoren* definiert.

State-Indikatoren sind Klimakenngrößen und dienen der Zustandsbeschreibung des gegenwärtigen Klimas sowie bisheriger klimatischer Entwicklungstrends. Beispiele für *State-Indikatoren* sind die durchschnittliche Lufttemperatur oder Niederschlag [37].

Impact-Indikatoren beobachten und erfassen die Auswirkungen von Klimaveränderungen. Beispiele für *Impact-Indikatoren* sind der sommerliche Wärmeinseleffekt oder hitzebedingte Sterbefälle [38].

Zusammen erfassen diese die lokalen, meteorologischen und klimabasierten Kennwerte sowie die Klimawirkungen. So sollen die komplexen Sachverhalte des Klimawandels anschaulich dargestellt und Trends erkennbar gemacht werden.

Um die Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen zu überprüfen, werden für alle Maßnahmen *Erfolgsindikatoren* entwickelt. Diese können einerseits Auskunft über den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung geben und andererseits die erzielte Wirkung der Maßnahmen messbar machen. Sie bilden somit eine zentrale Grundlage, um die Effektivität des Klimaanpassungsmanagements auf Ebene der Gemeinde Cölbe systematisch zu bewerten.

Damit das mehrstufige Indikatorensystem möglichst unmittelbar eingesetzt werden kann, sollten zur Berechnung der Indikatoren weitestgehend bereits existierende Datenbestände genutzt werden. Die Erfassung sollte einfach handhabbar sein und über einen möglichst langen Zeitraum erfolgen.

Hierbei ist anzumerken, dass seitens der Gemeinde Cölbe lediglich die Indikatoren der Maßnahmenumsetzung (*Erfolgsindikatoren*) dokumentiert werden. Die Erfassung von *State-* und *Impact-Indikatoren* wird zentral auf Ebene des Landkreises durchgeführt, um die Gemeinde zu entlasten.

Das Controlling ist als kontinuierlicher Begleitprozess zu verstehen. Es erfolgt auf mehreren Ebenen (Abbildung 36) und umfasst verschiedene zeitliche Dimensionen:

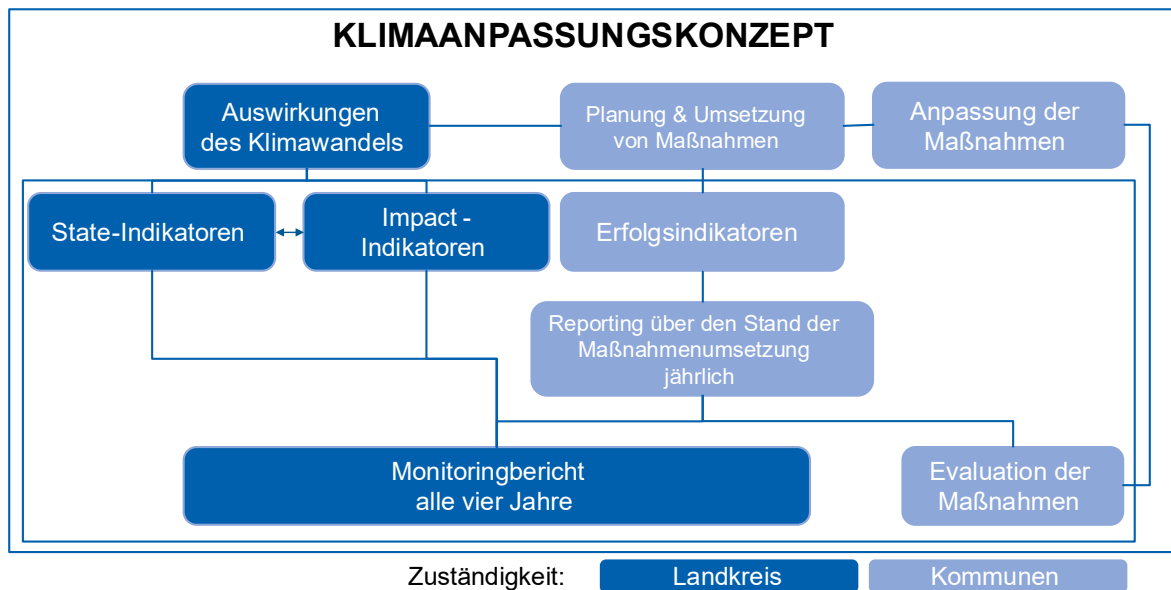


Abbildung 36: Darstellung der Vorgehensweise beim Controlling (Quelle: alpS).

1. Evaluation der Anpassungsmaßnahmen im Wirkungsbereich der Gemeinde (jährlich)

Die in den Maßnahmensteckbriefen (siehe Kapitel 4) festgelegten *Erfolgsindikatoren* werden jährlich durch die Gemeinde erhoben. Der Fortschritt der Maßnahmenumsetzung soll innerhalb der politischen Gremien bzw. der Verwaltung kommuniziert werden. So können zeitnah Erkenntnisse über Erfolge und Hemmnisse bei der Umsetzung der Maßnahmen gewonnen werden, um bei Bedarf nachzusteuern.

2. Meldung der *Erfolgsindikatoren* an das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises (jährlich)

Es ist vorgesehen, dass die Gemeinde die *Erfolgsindikatoren* jährlich an das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises Marburg-Biedenkopf übermittelt. Diese Informationen dienen der Erstellung eines Monitoringberichts (alle vier Jahre).

3. Aktualisierung der *State*-, *Impact*- und *Erfolgsindikatoren* (jährlich)

Um sicherzustellen, dass die Anpassungsmaßnahmen des Landkreises und seiner Kommunen den aktuellen klimatischen Herausforderungen entsprechen, werden die Änderungen und Auswirkungen des Klimawandels mit Hilfe von *State*- und *Impact*-Indikatoren überwacht.

Im ersten Schritt erfolgt die Erfassung des Ist-Zustands mittels *State*- und *Impact*-Indikatoren als Grundlage für den Vergleich. Daten zum Stand der Maßnahmenumsetzung, also die Erfassung der *Erfolgsindikatoren*, sind ebenfalls in geeigneter Form zu dokumentieren, um die Ausgangslage festzustellen. Die Erhebung dieser Indikatoren obliegt dem Klimaanpassungsmanagement des Landkreises.

4. Erstellung eines Monitoringberichts (alle vier Jahre):

Alle vier Jahre wird durch das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises ein ausführlicher Monitoringbericht erstellt, der sowohl das Monitoring der Klimaauswirkungen als auch die Evaluation der Maßnahmen umfasst. Ziel des Monitoringberichts ist es, die Entwicklung der *State*-, *Impact*- und *Erfolgsindikatoren* kritisch zu beleuchten. Zeigen sich bei der Auswertung der Indikatoren gegenläufige Trends, wie beispielsweise die massive Veränderung eines *Impact*-Indikators oder eine unzureichende Entwicklung eines *Erfolgsindikators*, ist die Anpassung einer bestehenden oder die Neuentwicklung einer geeigneten Maßnahme zu prüfen und gegebenenfalls durchzuführen. Diese sind mit der Kreisverwaltung, den Kommunen und der Politik abzustimmen.

5. Kommunikation der Ergebnisse des Monitoringberichts (alle vier Jahre):

Die Ergebnisse des Monitoringberichts werden auf Landkreisebene im Ausschuss für Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Landwirtschaft und Energie sowie in den jeweiligen kommunalen Gremien präsentiert. Die öffentliche Präsentation kann anschließend z.B. über die Website des Landkreises, über Pressemitteilungen oder im Rahmen von Veranstaltungen erfolgen. Wichtig ist eine transparente Kommunikation über die Fortschritte bei der Umsetzung der Maßnahmen.

Im Rahmen des jährlichen Controllings liegen folgende Arbeitsschritte im Zuständigkeitsbereich der Kommune:

- Erhebung der Daten zu den *Erfolgsindikatoren* im Excel-Tool;
- Übermittlung der Daten an das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises;
- Anpassung der Maßnahmen bei gegenläufiger Entwicklung von *Impact-* und *Erfolgsindikatoren*;
- Zielgruppenspezifische Kommunikation

Das Klimaanpassungsteam des Landkreises steht der Kommune bei der Bearbeitung dieser Aufgaben unterstützend zur Verfügung.

8.2. Auswahl Indikatoren

Im Folgenden werden die *Erfolgsindikatoren* der Gemeinde Cölbe im Überblick dargestellt. Detaillierte Informationen finden sich im entsprechenden Excel-Tool.

Tabelle 14 zeigt die *Erfolgsindikatoren* zur Evaluation der Maßnahmen der Gemeinde Cölbe. Diese wurden im Rahmen der Maßnahmenentwicklung in den Kommunen definiert.

Tabelle 14: *Erfolgsindikatoren für die Gemeinde Cölbe.*

Nr.	Maßnahmentitel	Erfolgsindikatoren
1	Erhöhung der Biodiversität und Aufwertung von Grünflächen	- Begrünungsmaßnahmen [m ²]
2	Grüne Beschattung	- Anzahl der neu gepflanzten Wegbegleitbäume pro Jahr - Beschattete Strecke durch Wegbegleitbäume [m] - Beschattete Fläche bei Friedhöfen und Spielplätzen [m ²]
3	Entsiegelung von Parkflächen	- Entsiegelte Flächen [m ²] - Begrünte Flächen [m ²]
4	Modellhaus Klima-Quartier	- Anzahl der abgeschlossenen Sanierungsschritte - Sanierung abgeschlossen [ja/ nein]
5	Aktivierung von Eigenvorsorge bzgl. Extremwetter	- Anzahl an Teilnehmenden bei Veranstaltungen
6	Umweltbildung für Kinder	- Anzahl teilnehmende Kinder und Jugendliche

9. Literatur

- [1] HLNUG, "Klimareport Hessen," 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/Klimareport_Hessen_2024.pdf
- [2] C. Winklmayr, S. Muthers, H. Niemann, H.-G. Mücke und M. A. d. Heiden, "Heat-Related Mortality in Germany From 1992 to 2021," *Deutsches Arzteblatt international*, Jg. 119, Nr. 26, S. 451–457, 2022, doi: 10.3238/arztebl.m2022.0202.
- [3] UBA, "Gesundheitsrisiken durch Hitze," Umweltbundesamt (UBA), 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze#indikatoren-der-lufttemperatur-heisse-tage-und-tropennachte>
- [4] H. Siebert, H. Uphoff und H. A. Grewe, "Monitoring hitzebedingter Sterblichkeit in Hessen," *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, Jg. 62, Nr. 5, S. 580–588, 2019, doi: 10.1007/s00103-019-02941-x.
- [5] UBA, "Gesundheitsrisiken durch Ozon," 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-ozon#gesundheitliche-risiken-von-ozon-und-hoher-lufttemperatur>
- [6] wikipedia. "Scheldetalbahn." [Online.] Verfügbar: https://de.wikipedia.org/wiki/Scheldetalbahn#Ungl%C3%BCck_beim_Perfhochwasser_1984
- [7] Marburg Stadt + Land Tourismus GmbH. "Der Perfstausee - ein vielfältiges Ausflugsziel." [Online.] Verfügbar: <https://web.archive.org/web/20161024162703/http://www.marburg-biedenkopf-tourismus.de/freizeit-sport/perfstausee.html>
- [8] K. Lengfeld, E. Walawender, T. Winterrath, E. Weigl und A. Becker, "CatRaRE_W3_Eta_v2021.01: Catalogues of heavy precipitation events exceeding DWD's warning level 3 for severe weather based on RADKLIM-RW Version 2017.002," 2021, doi: 10.5676/DWD/CATRARE_W3_ETA_V2021.01. [Online]. Verfügbar unter: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/daily/kl/historical/
- [9] DWD. "CatRaRE Ereigniskataloge Kataloge der Starkregenereignisse - Dashboard (v2021.01, Open)." [Online.] Verfügbar: <https://wetterdienst.maps.arcgis.com/apps/dashboards/a490b2b390044ff0a8b8b4c51aa24c60>
- [10] DWD, "Warnkriterien," o. J. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/wetter/warnungen_aktuell/kriterien/warnkriterien.html?nn=607268

- [11] FAZ, "Schulen können nach Unwetter wieder öffnen," 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/rhein-main/region-und-hessen/unwetter-in-hessen-grosseinsatz-der-feuerwehr-nach-starkregen-15727934.html>
- [12] HLNUG, "Starkregen-Viewer - Starkregen-Hinweiskarte-Kommunale Fließpfadkarten," [Online]. Verfügbar unter: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/starkregen/Erklaerung_der_Daten_des_Starkregenviewers.pdf
- [13] HLNUG, "Starkregen-Hinweiskarte für Hessen," Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/klimprax-projekte/starkregen-hinweiskarte>
- [14] HLNUG. "KLIMPRAX Starkregen." [Online.] Verfügbar: <https://www.hlnug.de/?id=11199>
- [15] Europäische Union, *Richtlinie 2007/60/EG*, 2007. [Online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060>
- [16] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "Downloaddienste - WFS: Gebiete mit naturbedingten Risiken." [Online.] Verfügbar: <https://www.hlnug.de/themen/geografische-informationssysteme/geodienste/wasser>
- [17] Landkreis Marburg-Biedenkopf, *Pressemitteilung 027/2018*, 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.marburg-biedenkopf.de/Pressemitteilungen/2018/01/027-2018-sturm-friederike.php>
- [18] Deutscher Wetterdienst. "Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2019." Zugriff am: 27. August 2025. [Online.] Verfügbar: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/klimastatusbericht.html>
- [19] IPCC, "Climate Change 2014: Synthesis Report," 2014.
- [20] Umweltbundesamt, "Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091.: Dessau-Roßlau.," 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2022_uba-fachbroschuere_kra_auf_kommunalerEbene.pdf
- [21] *DIN ISO 14091:2021: Anpassung an den Klimawandel – Vulnerabilität, Auswirkungen und Risikobewertung (ISO 14091:2021)*, ISO 14091, DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS), 2021.
- [22] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "Städte im Klimawandel—Klimawandel in Hessen." [Online.] Verfügbar: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/Klimawandel_in_Staedten.pdf

- [23] Hänsel, S., Herrmann, C., Jochumsen, K., Klose, M., Nilson, E., Norpoth, M., Patzwahl, R., & Seifert, R., Hg. *Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel und extreme Wetterereignisse anpassen Ergebnisbericht des Themenfeldes 1 im BMVI-Expertennetzwerk für die Forschungsphase 2016 – 2019*, 2. Aufl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020.
- [24] Fachzentrum Nachhaltige Mobilitätsplanung Hessen. "Klimaschutz und Mobilitätsplanung—Eine Handreichung zur integrierten kommunalen Planung." [Online.] Verfügbar: https://mobilitaetsplanung-hessen.de/wp-content/uploads/2024/04/Nachhaltige_Mobilitaetsplanung_im_Quartier.pdf
- [25] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "Die hessischen Böden im Klimawandel." [Online.] Verfügbar: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/boeden_im_klimawandel.pdf
- [26] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie und Fachzentrum Klimawandel Hessen. "Land- und Forstwirtschaft im Klimawandel—Klimawandel in Hessen." [Online.] Verfügbar: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimawandel_land-forstwirtschaft.pdf
- [27] Hessisches Landesamt, für Naturschutz, Umwelt und Geologie und Fachzentrum Klimawandel Hessen. "Gewerbegebiete – klimaangepasst und fit für die Zukunft! - Praxisbeispiele aus Kommunen und Unternehmen." [Online.] Verfügbar: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/Gewerbegebiete-_klimaangepasst_und_fit_web.pdf
- [28] Hahne, U., Grebe, C., Kahl, C., & Markert, S., "Arbeitspapier 5: Tourismus in Nordhessen: Empfehlungen zur Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels bei der strategischen Weiterentwicklung der Destination GrimmHeimat NordHessen," 2011. [Online]. Verfügbar unter: <https://urn.fi/urn:nbn:de:hebis:34-2012092441775>
- [29] Hessisches Ministerium des Innern und für Sport. "Katastrophenschutz in Hessen." [Online.] Verfügbar: https://innen.hessen.de/sites/innen.hessen.de/files/2024-02/KatS%20Konzept%202024_0.pdf
- [30] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "KLIMPRAX Krisenvorbereitung." Zugriff am: 21. Februar 2025. [Online.] Verfügbar: <https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/projekte/klimprax-krisenvorbereitung>
- [31] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "Folgen des Klimawandels für die menschliche Gesundheit—Klimawandel in Hessen." [Online.] Verfügbar: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimawandel_gesundheit.pdf
- [32] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "Auswirkungen des Klimawandels auf hessische Arten und Lebensräume—Liste potentieller Klimaverlierer." [Online.] Verfügbar:

- https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/naturschutz/Klimawandel/HLNUG_NSS3_Auswirkungen_des_Klimawandels_191212_web.pdf
- [33] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. "Klimawandel und Wasser—Klimawandel in Hessen." [Online.] Verfügbar: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimawandel_wasser.pdf
- [34] C. Schrader, J. Diels, C. Thorun, M. Münsch, C. Mohn und M. A. Jenny, "Effiziente Ansätze in der Klimakommunikation," Dessau-Roßlau, Rep. 16/2024, 2014. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/16_2024_cc_klimakommunikation.pdf
- [35] C. Schrader, *Über Klima sprechen: Das Handbuch*. München: oekom Verlag, 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://klimakommunikation.klimafakten.de/wp-content/uploads/HandbuchKlimakommunikation_Gesamt-mitLinks_final.pdf
- [36] Umweltbundesamt (UBA), "Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung," Bonn, 2023. Zugriff am: 11. März 2025. [Online]. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/das-monitoringbericht_2023_bf_korr.pdf
- [37] Umweltbundesamt (UBA). "5.2 Wie messen Sie Klimawandel und Klimawirkungen?" Zugriff am: 11. März 2025. [Online.] Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse/5-beobachtung-bewertung/52-wie-koennen-sie-messen-ob-die-anpassung>
- [38] Umweltbundesamt (UBA), "Anpassung: Handlungsfeld Bauwesen," 2022. Zugriff am: Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-bauwesen>
- [39] HLNUG, "Wetterextreme in Hessen," o.D. [Online]. Verfügbar unter: <https://klimaportal.hlnug.de/wetterextreme>

10. Anhang - Klimaauswertung

10.1. DWD-Messtation Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164)

Im Folgenden sind die Klimaindizes der ausgewerteten DWD-Messtation Cölbe dargestellt. Hierbei ist sowohl die absolute Entwicklung und die Abweichung zur Referenzperiode 1971–2000 dargestellt. Außerdem wird eine Aufschlüsselung der Elemente der Klimaindizes bereitgestellt.

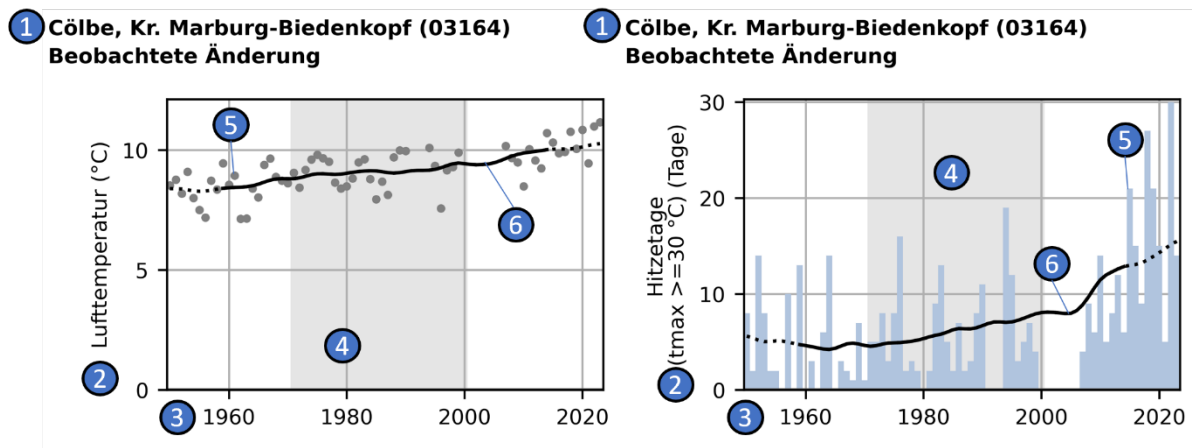


Abbildung 37: Beschreibung und Legende zur absoluten Darstellung der Klimaindizes: 1. Übergeordneter Titel: Plot zeigt beobachtete Daten an der angegebenen Station. Datengrundlage sind DWD-Stationsdaten. 2. Klimaindex: Y-Achse zeigt die Werte des Klimaindex mit der dazugehörigen Skala. 3. Zeithorizont: X-Achse zeigt die zeitliche Dimension der dargestellten Klimaindizes. 4. Referenzbereich: Grau hinterlegter Bereich zeigt die Referenzperiode (1971–2000) für die Berechnung der Anomalie. 5. Jahreswert: Jeder Punkt (oder Balken) zeigt den aggregierten Jahresmittel- oder Jahressummenwert. 6. Trendlinie: Geglättetes 20-jähriges Mittel der aggregierten Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen den unsicheren Bereich der Trendlinie. Bei den niederschlagsbezogenen Indizes zeigt die Trendlinie den LOESS-Filter und repräsentiert das 30-jährige Mittel der aggregierten Jahreswerte.

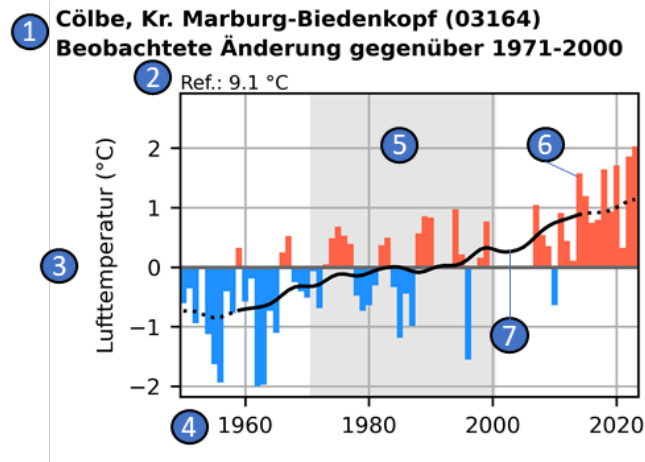


Abbildung 38: Beschreibung und Legende zur Darstellung der Abweichung der Klimaindizes zur Referenzperiode 1971–2000. 1. Übergeordneter Titel: Plot zeigt beobachtete Daten an der angegebenen Station gegenüber der Referenzperiode 1971–2000. Datengrundlage sind DWD-Stationsdaten. 2. Darstellung des Mittelwerts über die Referenzperiode. 3. Klimaindex: Y-Achse zeigt die Werte des Klimaindex mit der dazugehörigen Skala. 4. Zeithorizont: X-Achse zeigt die zeitliche Dimension der dargestellten Klimaindizes. 5. Referenzbereich: grau hinterlegter Bereich zeigt die Referenzperiode (1971–2000) der Anomalieplots. 6. Jahreswert: Jeder Balken zeigt die Abweichung des aggregierten Jahreswertes gegenüber der Referenzperiode auf. 7. Trendlinie: Geglättetes 20-jähriges Mittel der aggregierten Jahreswerte. Die gepunkteten Randbereiche (jeweils 10 Jahre) zeigen den unsicheren Bereich der Trendlinie. Bei den niederschlagsbezogenen Indizes zeigt die Trendlinie den LOESS-Filter und repräsentiert das 30-jährige Mittel der aggregierten Jahreswerte.

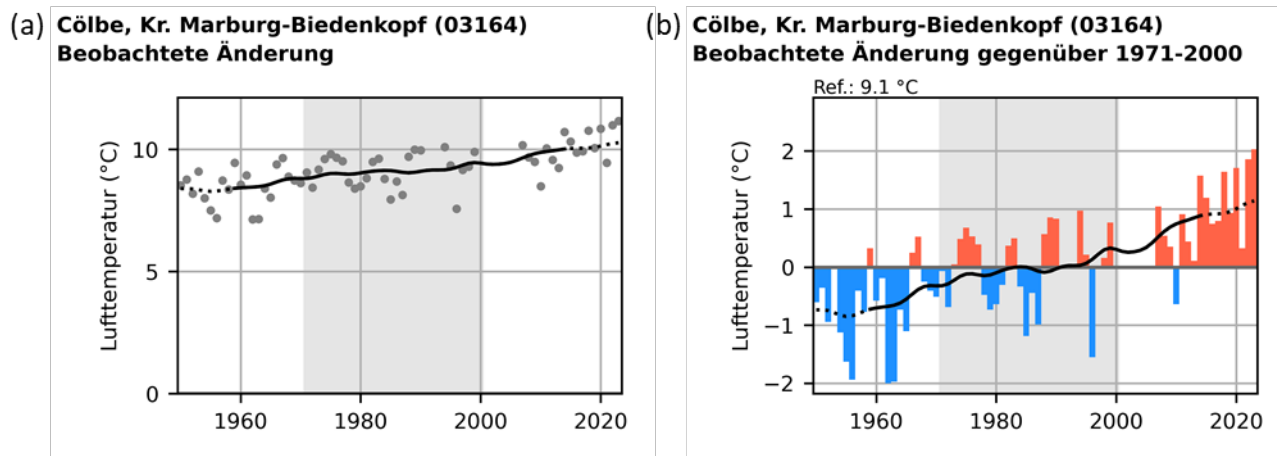


Abbildung 39: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Lufttemperatur (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

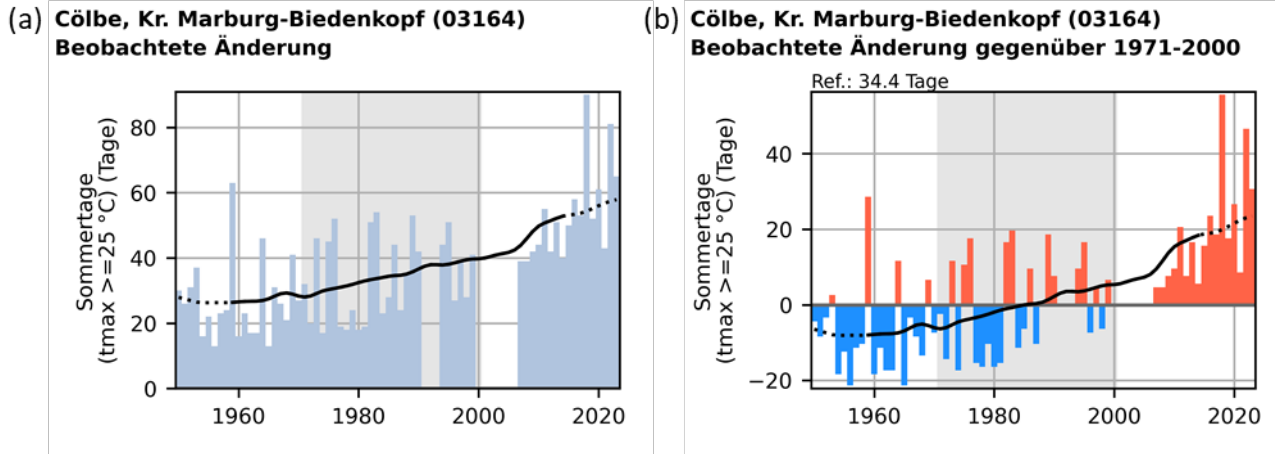


Abbildung 40: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Sommertage (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

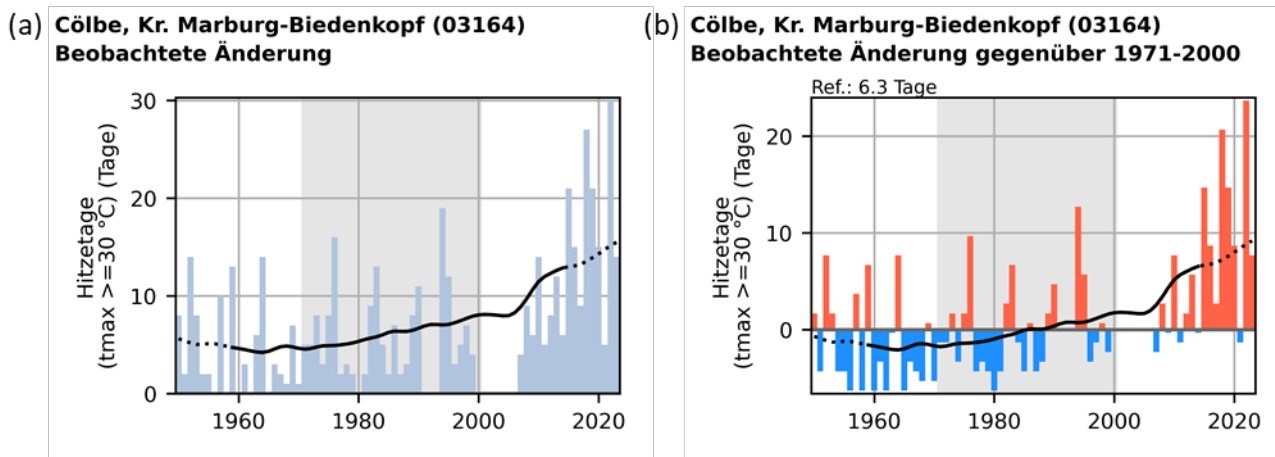


Abbildung 41: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Hitzetage (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

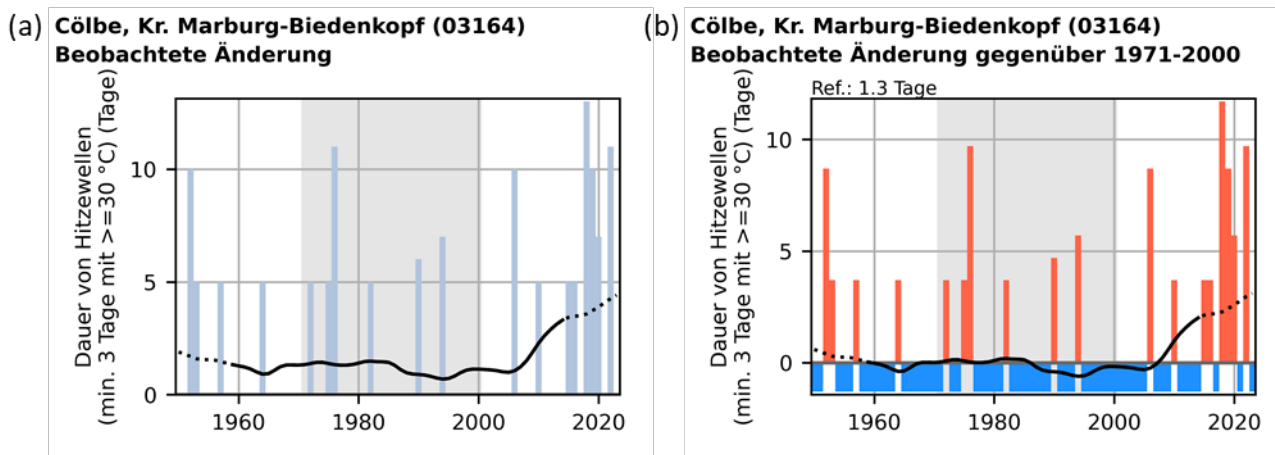


Abbildung 42: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Dauer von Hitzewellen (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

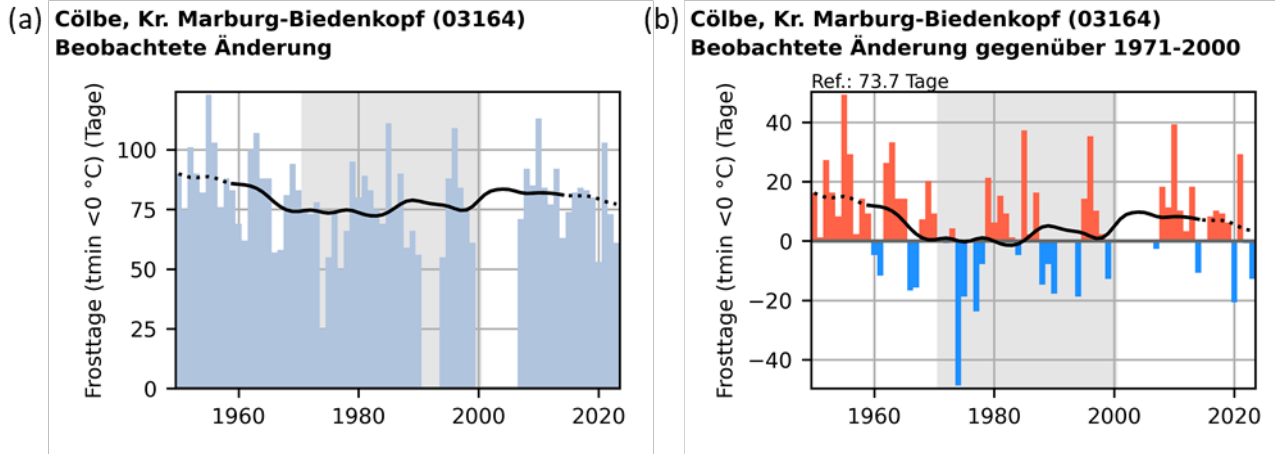


Abbildung 43: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Frosttage (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

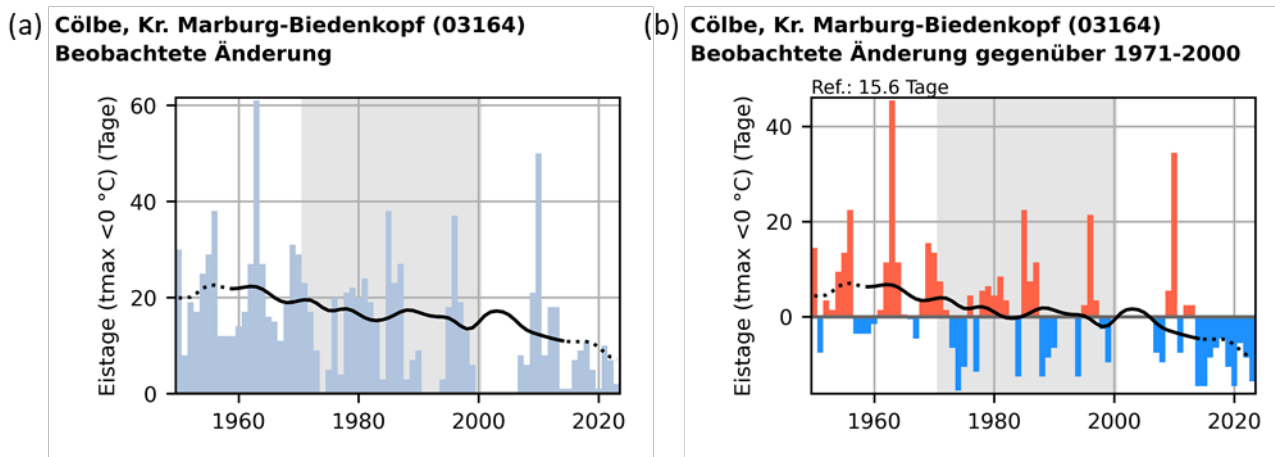


Abbildung 44: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Eistage (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

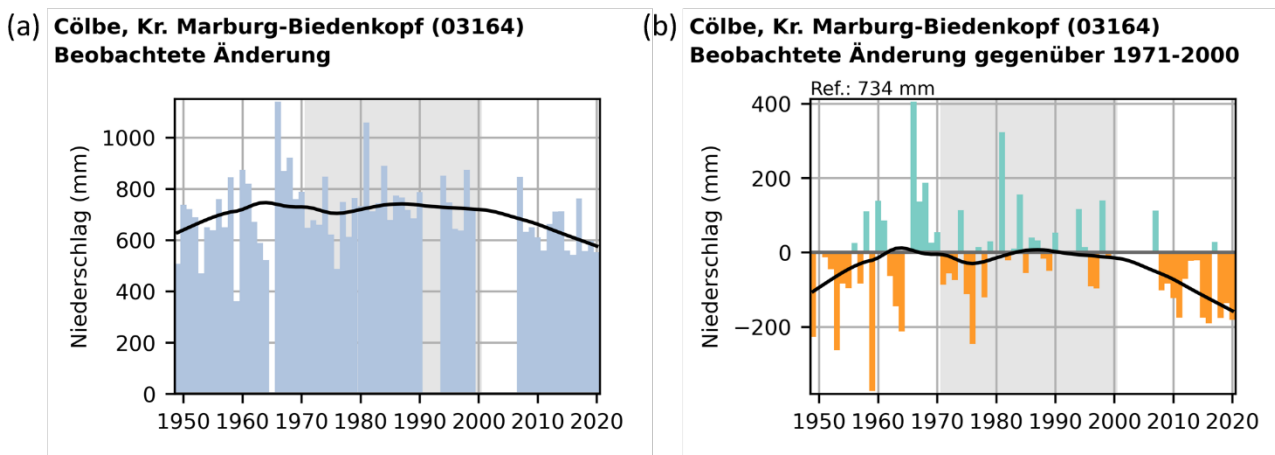


Abbildung 45: Dargestellt ist die beobachtete Änderung des Niederschlags (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

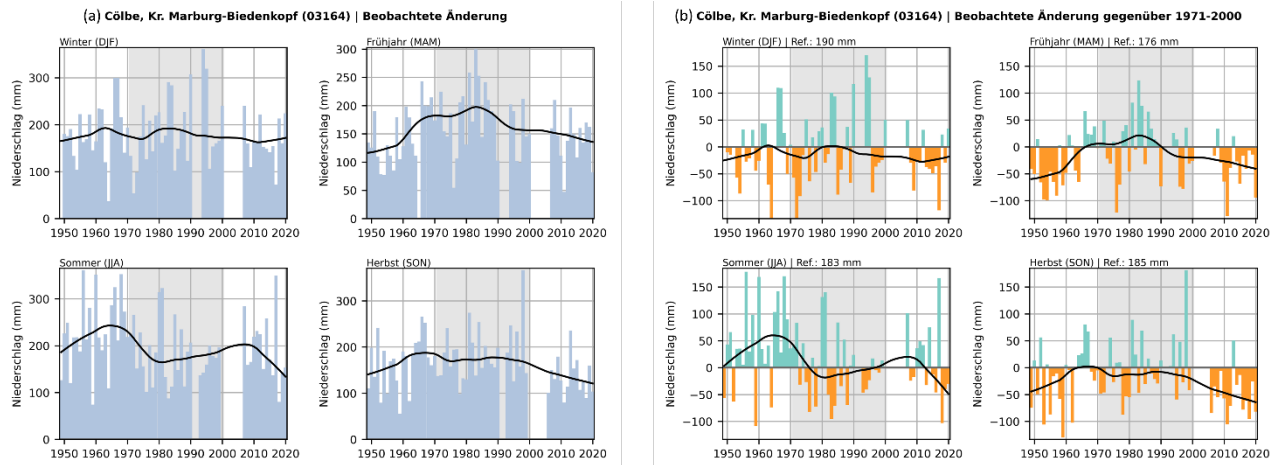


Abbildung 46: Dargestellt ist die beobachtete Änderung des saisonalen Niederschlags (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

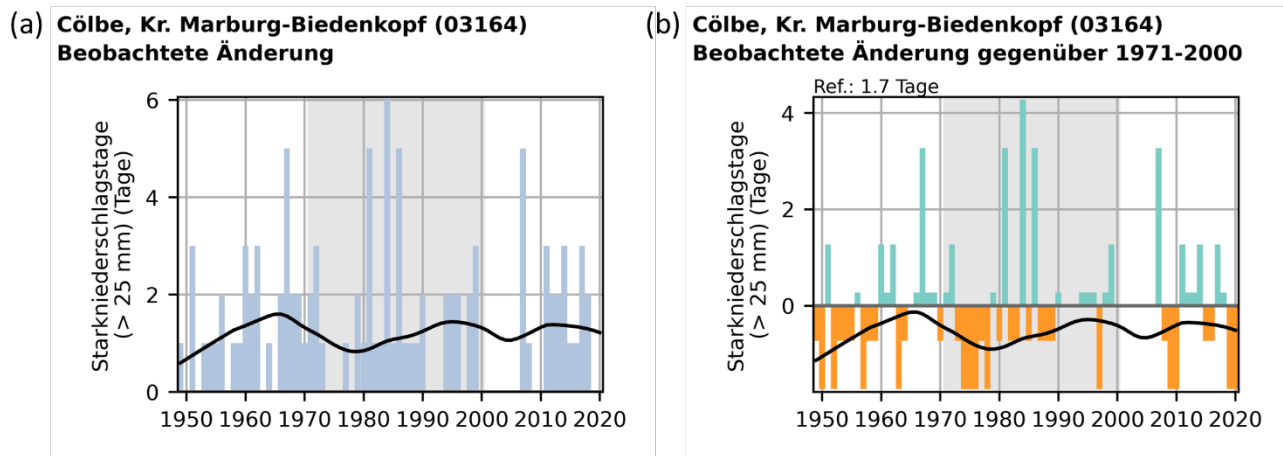


Abbildung 47: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Starkniederschlagsstage (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

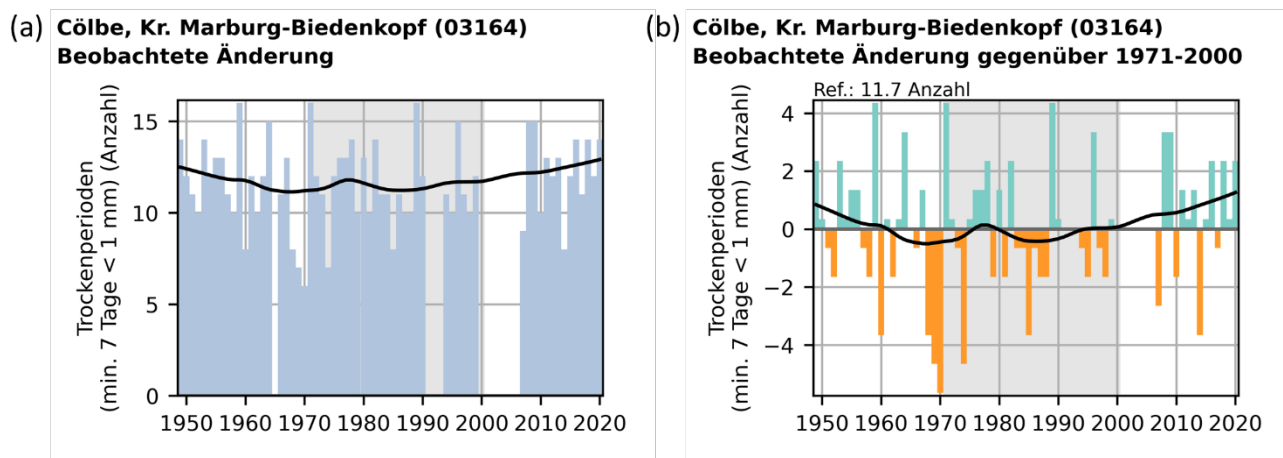
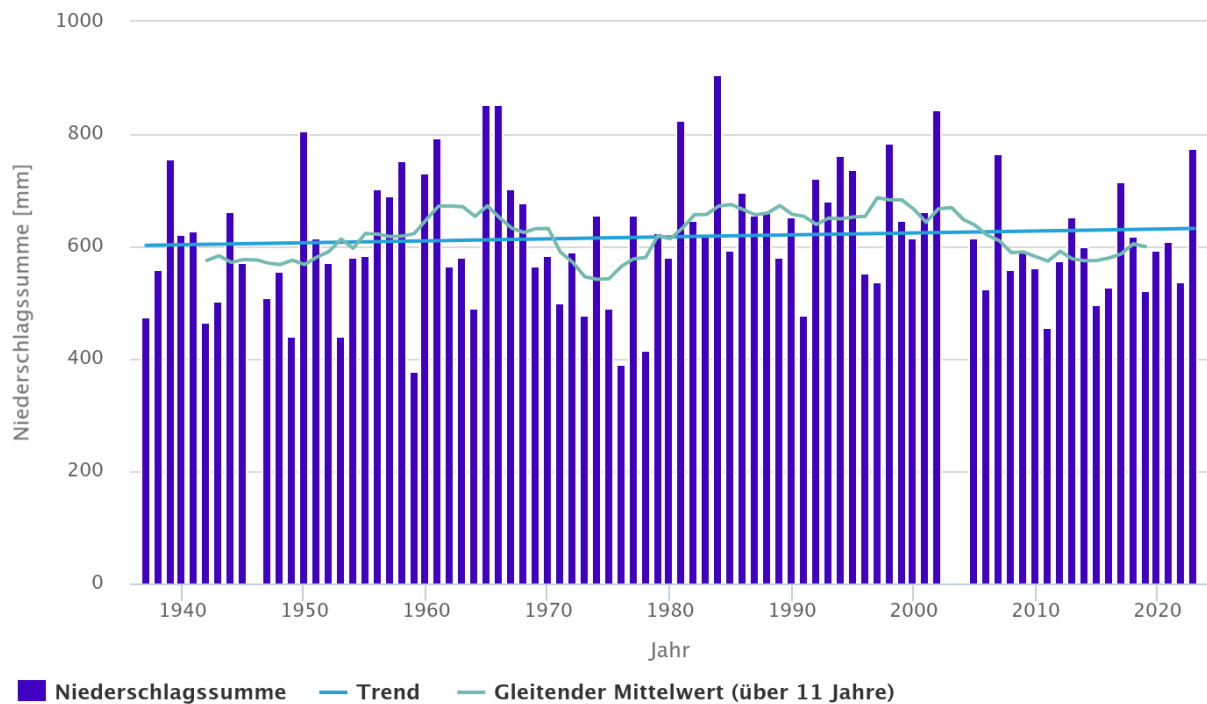


Abbildung 48: Dargestellt ist die beobachtete Änderung der Trockenperioden (a) als absoluter Wert und (b) als Anomalie gegenüber der Referenzperiode 1971–2000 an der DWD-Station Cölbe, Kr. Marburg-Biedenkopf (03164).

10.2. Niederschlagsmessungen im Landkreis Marburg-Biedenkopf

Das Bundesland Hessen besitzt neben den Stationen, die Klimadaten aufnehmen, sprich Temperaturdaten, Niederschlagsdaten etc., weitere Messstationen, die nur den Niederschlag messen. Von diesen Stationen existiert eine höhere Anzahl, die die hohe räumliche Varianz des Niederschlags besser abdeckt. Zusätzlich zu der einzelnen eine DWD-Klimamessstation im Landkreis gibt es noch weitere sieben Niederschlagsmessstationen, dessen Niederschlagszeitreihen das HLNUG bereitstellt.

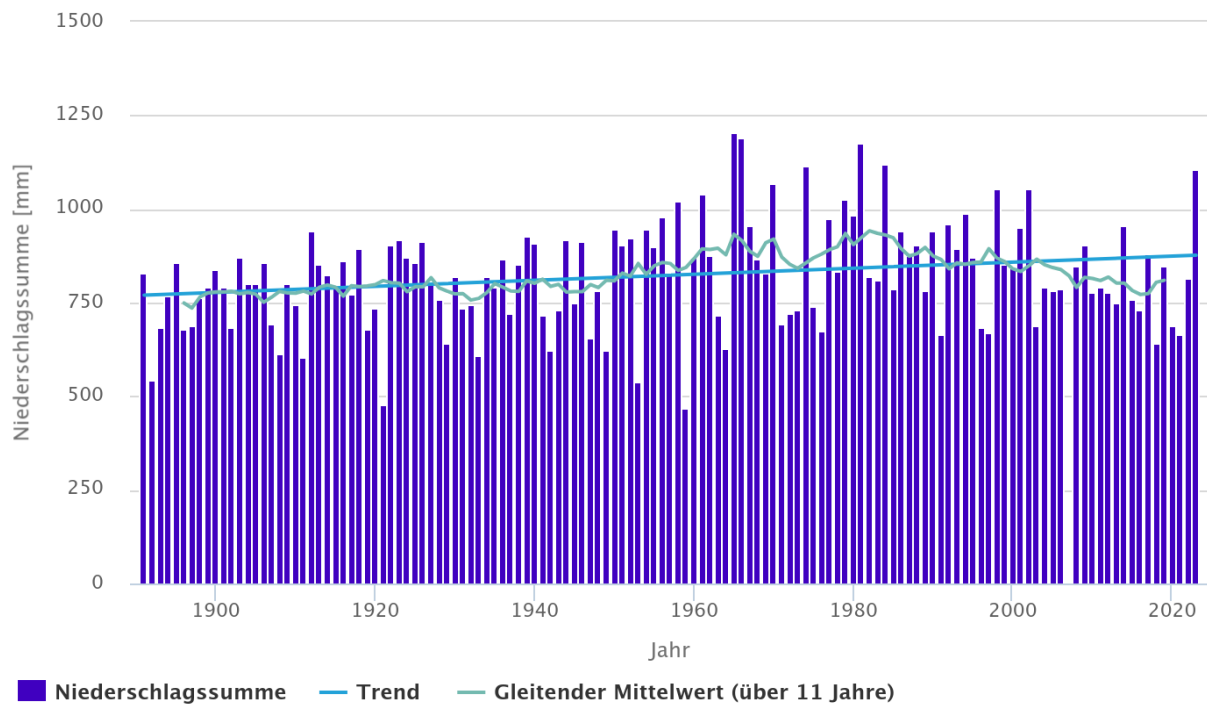
Niederschlag, Jahressumme für Amöneburg-Rüdigheim



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 49: Messung des Niederschlags an der Station: Ämoneburg-Rüdigheim [39].

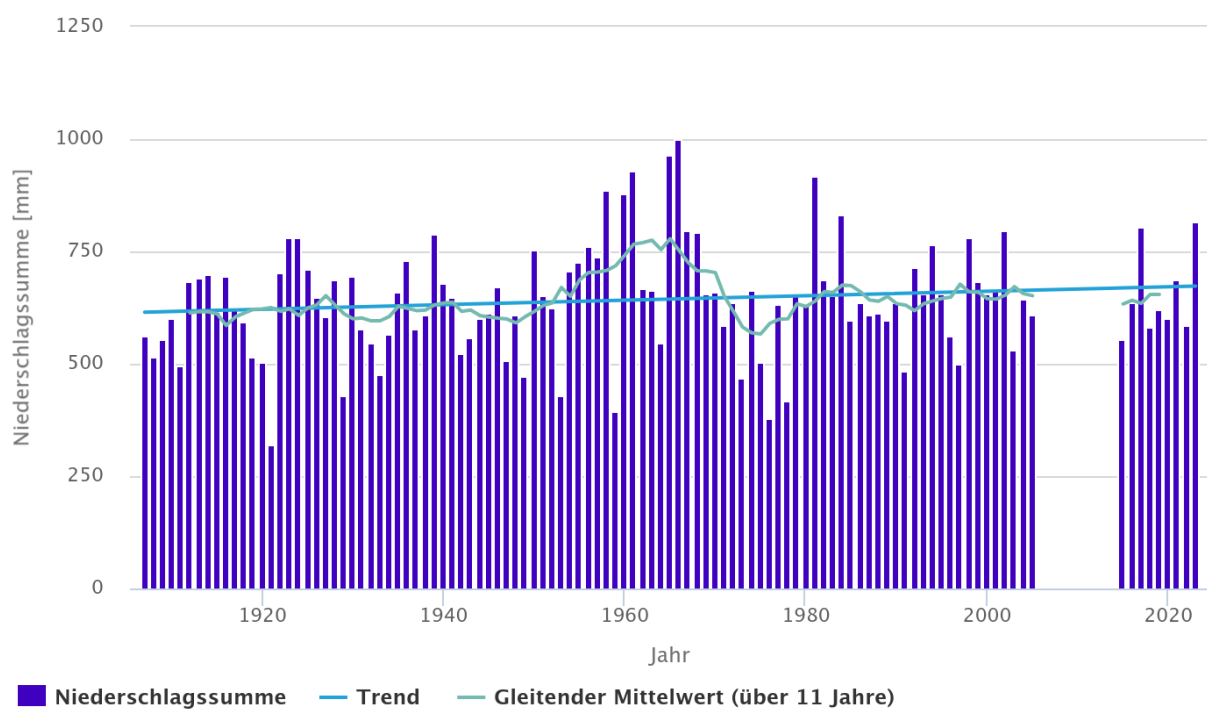
Niederschlag, Jahressumme für Biedenkopf-Wallau



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 50: Messung des Niederschlags an der Station: Biedenkopf-Wallau [39].

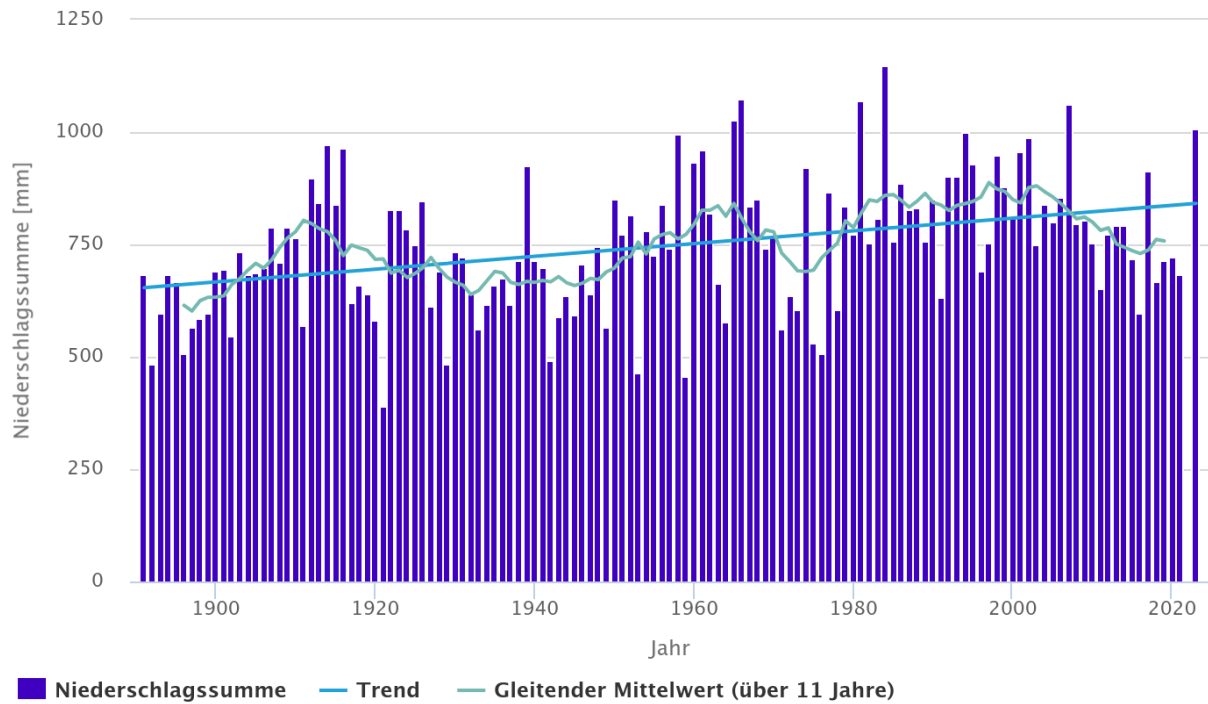
Niederschlag, Jahressumme für Ebsdorfergrund-Ebsdorf



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 51: Messung des Niederschlags an der Station: Ebsdorfergrund-Ebsdorf [39].

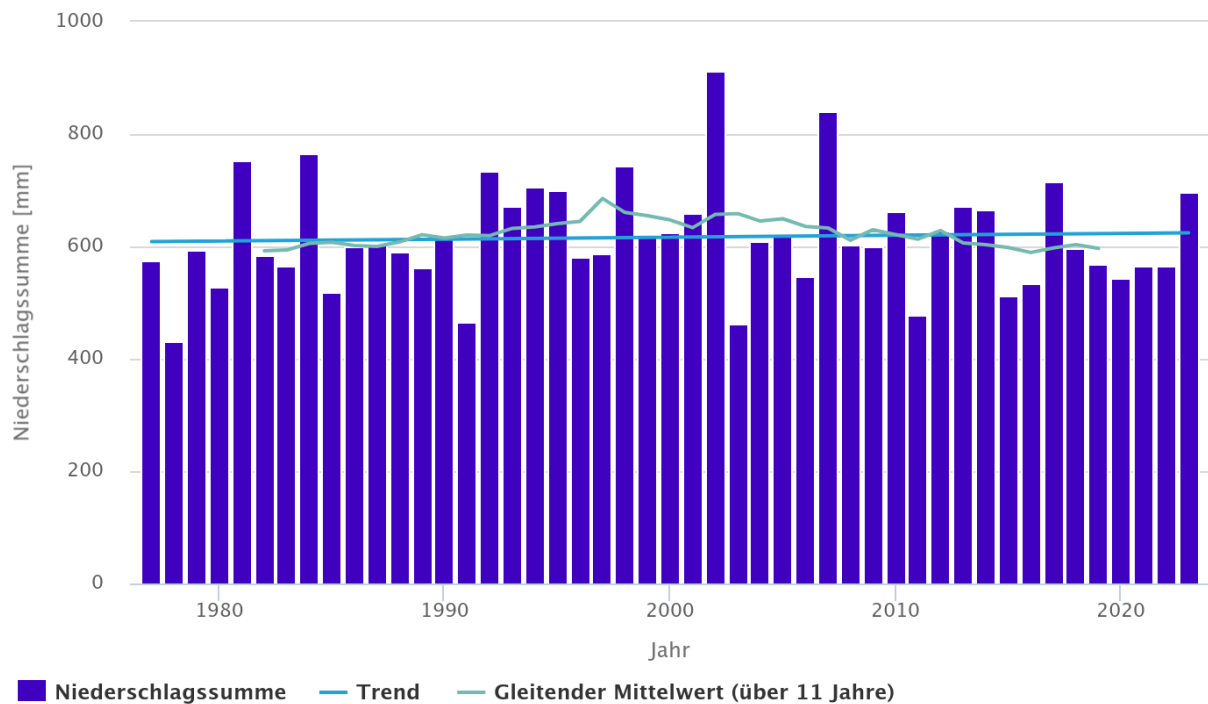
Niederschlag, Jahressumme für Gladenbach



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 52: : Messung des Niederschlags an der Station: Gladenbach [39].

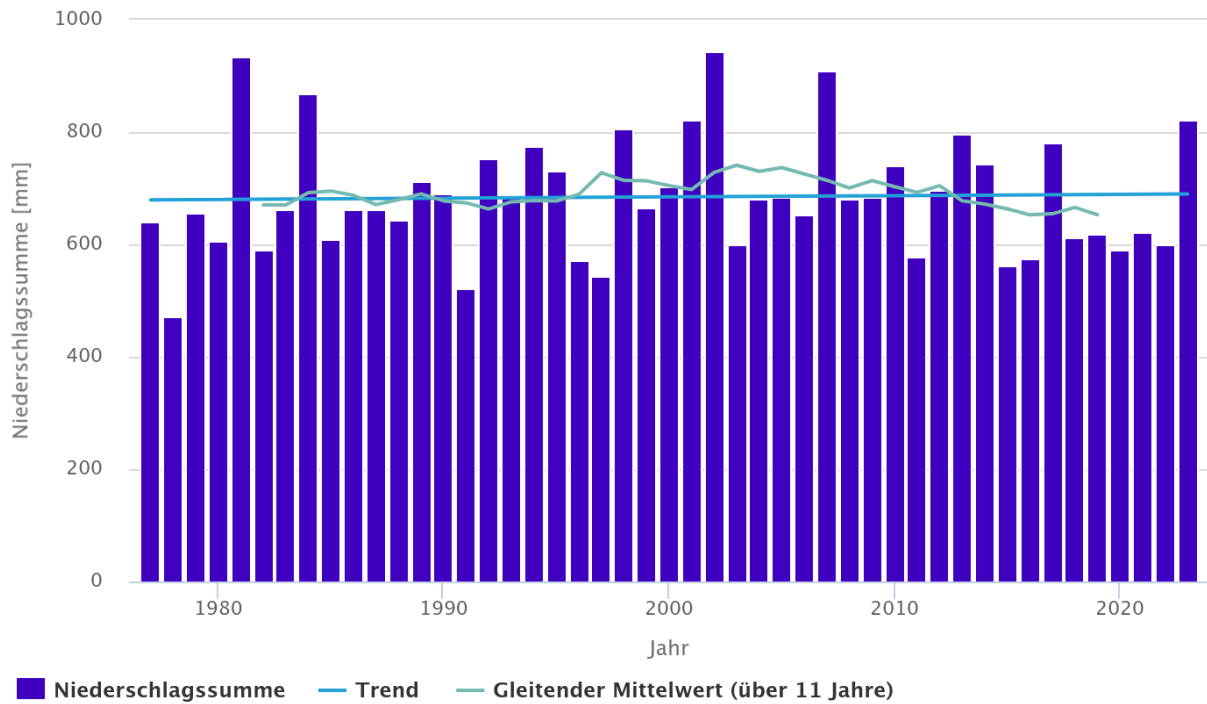
Niederschlag, Jahressumme für Kirchhain



Datenquelle: HLNUG, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 53: Messung des Niederschlags an der Station: Kirchhain [39].

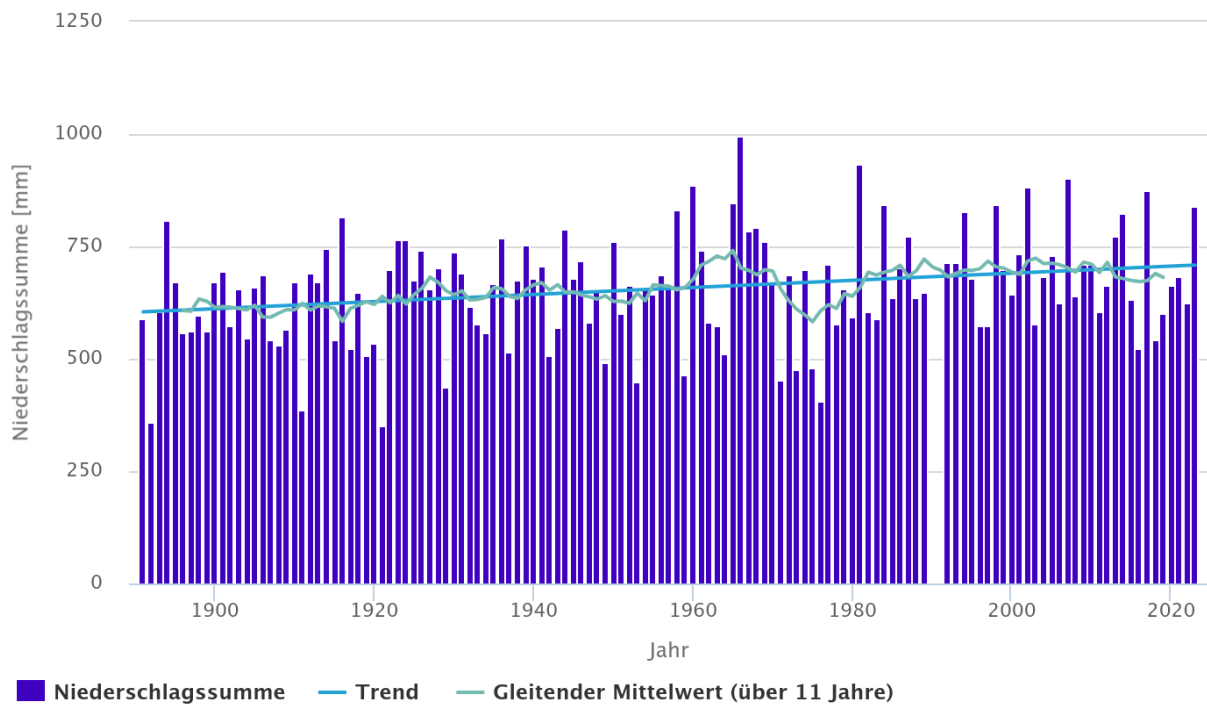
Niederschlag, Jahressumme für Marburg



Datenquelle: HLNUG, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 54: Messung des Niederschlags an der Station: Marburg [39].

Niederschlag, Jahressumme für Neustadt



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Realisierung: Meteotest, ©HLNUG

Abbildung 55: Messung des Niederschlags an der Station: Neustadt [39].

10.3. Windmessungen in Hessen

Abbildung 56 zeigt die modellierte mittlere Windgeschwindigkeit 1995—2018 für 10 m über Grund in m/s in Hessen. Der Landkreis Marburg-Biedenkopf befindet sich nordwestlich im Bundesland und ist als räumlicher Ausschnitt in Rot markiert.

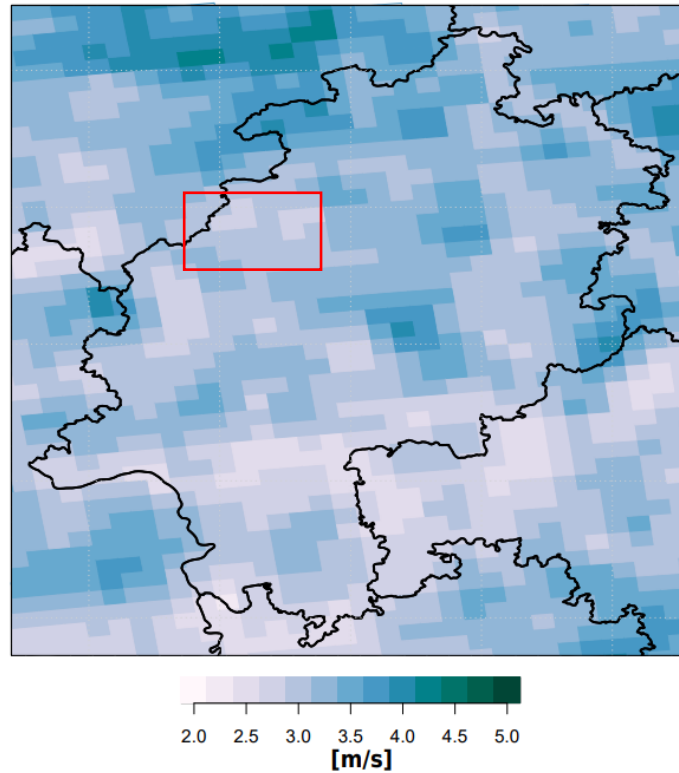


Abbildung 56: Dargestellt ist die modellierte mittlere Windgeschwindigkeit 1995—2018 für 10 m über Grund in m/s [1, S. 35] in Hessen. Der räumliche Ausschnitt, in dem sich der Landkreis befindet, ist in Rot markiert.

11. Anhang – Ergebnisse Online-Umfrage

Cölbe		
	Klimafolgen	Betroffenheit
Bauwesen	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge	
	Erhöhte Anzahl und Intensität von Hochwässern	groß
	Zunahme Nassschneeereignisse	mittel
	Zunahme von Starkregenereignissen	mittel
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg	
	Höherer Kühlbedarf durch heißere Sommer	mittel
	Zunahme der Brandgefahr	groß
	Geringerer Heizwärmebedarf durch mildere Winter	klein
	Trockenperioden/ Dürren	
	Absenken von Böden aufgrund von Trockenheit	klein
	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Zunahme des Naturgefahrenpotenzials (steigende Versicherungskosten)	klein
	Zunahme von Schäden an Gebäuden (Trockenheit; z. B. Setzrisse, Hitze)	klein
	Zunahme der Notwendigkeit der Anpassung der Gebäudeplanung und Haus-technik (Sommerhitze, Überflutungen)	mittel
	Erhöhte Schneelasten	klein
	Zunahme primärer und sekundärer Schäden durch Naturgefahren (z. B. Schimmelbildung durch Wassereintrich)	klein
	Zunahme von Schäden an Gebäuden (Hagel, Sturm)	klein
	Gesundheitliche Gefährdung bei Arbeiten auf Baustellen	klein
	Steigende Kosten für Sanierung und Instandhaltung von Gebäuden	klein
	Verminderte Aufenthaltsqualität	mittel
Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten in Räumen und Außenbereichen	mittel	
Verschärfung sozialer Ungleichheit aufgrund der Wohnsituation	mittel	
Boden	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge	
	Abnahme der Aufnahmefähigkeit von Böden bei Starkregen	groß
	Zunahme von Hangrutschungen und Vermurung	klein
	Zunahme von Staunässe	groß
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg	
	Veränderung des Gehalts und der Vorräte an organischer Bodensubstanz	mittel
	Trockenperioden/ Dürren	
	Zunahme der Austrocknung von Böden	groß
	Verminderte Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens	groß
	Kombinierte Klimaveränderungen	
	Zunahme von Bodenerosion (Starkregenereignisse, Wind)	mittel
	Abnahme der Nährstoffverfügbarkeit in Böden	mittel

Gesundheit	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Gefährdung von wertvollen Lebensräumen und Moorböden	klein
	Zunahme Bodenverdichtung (steigende Wintertemperaturen, maschinelle Bearbeitung)	mittel
	Verschärfung von Nutzungskonflikten (veränderte Flächeneignung)	groß
	Erhöhte Schadstoffbelastung im Boden	klein
	Kombinierte Klimaveränderungen	
	Zunahme von Luftschadstoffen (z. B. Aerosole)	mittel
	Zunahme von Schwüle	groß
	sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Veränderung des Freizeitverhaltens	klein
	Zunahme von Allergien	klein
	Beeinträchtigung der Trinkwasserversorgung (Qualität und Quantität)	mittel
	Zunahme nicht-infektiöser Krankheiten (bspw. psychische Krankheiten, Unfälle, Herz-Kreislaufkrankungen)	klein
	Zunahme/ Neuauftreten von infektiösen Krankheiten (bspw. Vektoren)	mittel
	Zunahme von Erkrankungen und Sterblichkeit aufgrund von Hitzewellen	groß
	Zunahme des Risikos für Hautkrebs und -ekzeme (Zunahme Sonneneindauer und UV-Strahlung)	mittel
	Zunahme von Unfällen und Verletzungen infolge von Extremwetterereignissen	klein
	Zunahme der Isolation (eingeschränkte gesellschaftliche Teilhabe aufgrund hitzebedingter Gesundheitsrisiken)	mittel
	Veränderung der Arbeitsbedingungen und -sicherheit durch Hitze	mittel
	Reduktion von Arbeits- bzw. Leistungsfähigkeit durch Hitze	mittel
Erhöhtes Stresslevel und Aggressionspotenzial durch Hitze	mittel	
Industrie und Gewerbe	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge	
	Zunahme Niederschlagsvariabilität (Unregelmäßigkeiten in Zeitpunkt und Menge des Niederschlags)	klein
	Zunahme von Starkniederschlägen und Hochwasser	groß
	Kombinierte Klimaveränderungen	
	Zunahme von Schwüle	klein
	Zunahme von Extremwetterereignissen (Stürmen, Gewitter, Hagel, etc.)	mittel
	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Zunahme von Produktionsausfällen/-behinderungen	klein
	Reduktion von Arbeits- bzw. Leistungsfähigkeit durch Hitze	klein
	Zunahme Ausfall kritischer Infrastruktur (z. B. Energieversorgung)	mittel
	Höhere Materialbeanspruchung (Geräte, Gebäude, Zufahrtsstraßen, etc.) durch Extremwetter/veränderte klimatische Bedingungen	klein
	Betriebseinschränkungen durch wetterbedingte Unterbrechungen	mittel
	Zunahme der Notwendigkeit von Beschattung (Betriebsgelände)/ hitzemindernden Maßnahmen an Gebäuden und Außenflächen	klein
	Erhöhter Kühlbedarf (Transport, Lagerung, Räumlichkeiten)	klein

Katastrophenschutz und Sicherheit	Zunahme der Gefährdung von Lieferketten und Veränderung in der Verfügbarkeit von Rohstoffen und Vorprodukten	klein
	Potenzial zur Produkt- & Verfahrensinnovationen	klein
	Erhöhtes Risiko der Freisetzung von gefährlichen Stoffen infolge von Extremwetterereignissen	klein
	Zunehmende Starkregeneignisse/ extreme Niederschläge	
	Zunahme von Starkniederschlägen	groß
	Zunahme von Verklausungen (Verstopfung eines Gewässers z.B. durch Treibholz)	groß
	Zunahme von Starkschneefällen/ Nassschneeereignissen	groß
	Trockenperioden/ Dürren	
	Verändertes (Wald-/ Flächen-)Brandpotenzial	groß
	Kombinierte Klimaveränderungen	
	Zunahme von Extremwetterereignissen (Hagel, Gewitter, Sturm)	groß
	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Erhöhter Investitionsbedarf/ Zunahme der Kosten (z. B. Beschaffung)	groß
	Beeinträchtigung/ Schäden der Verkehrsinfrastruktur und anderer kritischer Infrastruktur infolge von Extremwetterereignissen	groß
	Veränderte Anforderungen an Einsätze (Ausrüstung/ Ausbildung)	groß
Abnahme der Erreichbarkeit zentraler/ kritischer Einrichtungen	groß	
Stark abnehmende Resilienz der Bevölkerung	mittel	
Ausfall von Kommunikationswegen	klein	
Zunahme der Belastung des Personals/ abnehmende Leistungsfähigkeit bei Ehrenamtlichen	groß	
Landwirtschaft	Veränderte Niederschlagsverhältnisse	
	Zunahme der Niederschlagsvariabilität (Unregelmäßigkeiten in Zeitpunkt und Menge des Niederschlags)	groß
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg	
	Zunahme der Hitzebelastung für Nutztiere	mittel
	Zunahme der Hitzebelastung für Personal	mittel
	Trockenperioden/ Dürren	
	Veränderung des pflanzenverfügbaren Wassers/ Abnahme der Nährstoffverfügbarkeit	groß
	Kombinierte Klimaveränderungen	
	Ausbreitung invasiver Neobiota (Pflanzen, Tiere, Pilze)	groß
	Verlängerung der Vegetationsperiode	klein
	Zunahme von Krankheiten, Auftreten neuer Krankheiten und Schädlinge	groß
	Zunehmendes Risiko für Früh- und Spätfröste	groß
	Veränderung Humusqualität und -quantität	groß
	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Ertragseinbußen durch Extremwetterereignisse	groß
Steigender Bewässerungsbedarf aufgrund von Trockenheit	groß	
Veränderte Einsaat- und Erntezeiten	mittel	

Naturerschutz und biologische Vielfalt	Veränderung des Ertragspotenzials/ Ertragsschwankungen	mittel	
	Verlust von Agrarflächen	groß	
	Verminderte Qualität der Ernte	groß	
	Steigender Pflege-/ Arbeits- und Kostenaufwand (z. B. aufgrund von Kühlbedarf)	mittel	
	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge		
	Zunahme von Starkniederschlägen	mittel	
	Zunahme der Niederschlagsvariabilität (Unregelmäßigkeiten in Zeitpunkt und Menge des Niederschlags)	groß	
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg		
	Zunahme Temperaturen in Fließgewässern	groß	
	Trockenperioden/ Dürren		
	Veränderung des pflanzenverfügbaren Wassers/ Abnahme der Nährstoffverfügbarkeit	groß	
	Kombinierte Klimaveränderungen		
	Veränderung der Artenzusammensetzung	mittel	
	Verminderung der Artenvielfalt und Biodiversität (z.B. Rückgang bei Amphibien)	groß	
	Zunehmende Ausbreitung und Vermehrung invasiver Pflanzen und Tiere	mittel	
	Veränderte biologische Interaktionen	mittel	
Veränderung der Phänologie	mittel		
Sozioökonomische/ indirekte Folgen			
Gefährdung bestehender Biotope und Ökosysteme/ Verlust von Lebensräumen (z. B. Moore)	groß		
Verschärfung von Nutzungskonflikten (veränderte Flächeneignung)	groß		
Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge			
Zunahme von Hochwasserereignissen und Überflutungen	mittel		
Trockenperioden/ Dürren			
Abnahme der Wasserverfügbarkeit	groß		
Kombinierte Klimaveränderungen			
Zunahme der Brandgefahr	groß		
Zunahme des städtischen Hitzeinseleffekts	mittel		
Zunahme an Extremwetterereignissen (Stürme, Hagel, Gewitter)	klein		
Zunahme von Schwüle	klein		
Sozioökonomische/ indirekte Folgen			
Veränderung bzw. Verlängerung der Saison	klein		
Beeinflussung der touristischen Aktivitäten durch Extremwetterereignisse	mittel		
Zunahme von Nutzungskonflikten um Wasser	mittel		
Veränderung des Urlaubs- und Freizeitverhaltens (Verlagerung der Tourismusströme)	groß		
Zunehmender Kühl- und Beschattungsbedarf im Sommer	groß		
Zunehmende Beanspruchung des Radwege- und Wandernetzes	mittel		

Tourismus und Naherholung

Wald und Forstwirtschaft	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge	
	Abnehmende Wasserspeicherkapazität des Waldes	klein
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg	
	Veränderung der Baumartenzusammensetzung	klein
	Zunahme/ Ausbreitung invasiver Pflanzen und Tiere	klein
	Zunahme heimischer Schadorganismen	klein
	Zunahme des Waldbrandrisikos	klein
	Verlängerung der Vegetationsperiode	groß
	Trockenperioden/ Dürren	
	Zunahme von Dürre und Trockenstress	klein
	Trockenfallen von Quellen	groß
	Verringerung des Oberflächenwassers	groß
	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Zunahme des Bedarfs von Waldumbau	groß
	Zunahme der Bedeutung der Erholungsfunktion	klein
	Veränderung der Umtriebszeiten	mittel
	Zunahme der wirtschaftlichen Einbußen durch zunehmende Schäden	klein
	Reduzierter Waldzuwachs	klein
Ausfall von Bäumen und vermehrtes Baumsterben	klein	
Wasserwirtschaft	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge	
	Veränderung der saisonalen Niederschlagsverteilung und des Abflussregimes	groß
	Zunahme Anzahl an (und Veränderung der Intensität von) Hochwässern/Starkniederschlägen	groß
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg	
	Gefährdung des gewässerökologischen Zustands (z. B. Gewässertemperaturen, Nitrat-/Schadstoffeintrag ins Grundwasser)	klein
	Trockenperioden/ Dürren	
	Veränderung des Wasserangebots (Quellen fallen trocken)	groß
	Absenkung Grundwasserspiegel/ veränderte Grundwasserneubildungsrate	groß
	Zunahme von Niedrigwasser/ Trockenfallen von Oberflächengewässern	groß
	Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
	Zunahme des Wasserbedarfs (Landwirtschaft, Industrie, private Haushalte)	groß
	Zunehmende Notwendigkeit der Neudimensionierung der Kanalisation und von Kläranlagen	groß
	Zunahme der Notwendigkeit der Anpassung von Gefährdungs- und Risikogebieten	groß
	Veränderte Anforderungen an Wasserversorgung (ergänzende Versorgungswege)	groß
Kommunale Bauleitplanung	Zunehmende Starkregenereignisse/ extreme Niederschläge	
	Zunahme der Anzahl und Intensität von Hochwasserereignissen	groß
	Zunahme von Starkniederschlägen	groß
	Zunehmende Hitze/ Temperaturanstieg	

Zunahme Hitzeinseleffekt in Stadt- und Verdichtungsräumen	mittel
Trockenperioden/ Dürren	
Zunahme Wasserbedarf für Stadtgrün	groß
Sozioökonomische/ indirekte Folgen	
Veränderung der Anforderung an Kanalisation und Kläranlagen	groß
Zunahme des Pflegeaufwands und Wasserbedarfs für Stadtgrün	groß
Zunahme des Bedarfs der Freihaltung von Frischluftschneisen/ Kaltluftbahnen (Veränderung von Flächen mit günstiger lufthygienischer Wirkung, Frisch- und Kaltluft-entstehungsgebiete)	groß
Verschärfung von Nutzungskonflikten um Flächen (bspw. Zielkonflikte zwischen Wohnraumbedarf und Erhalt von Freiflächen)	groß
Veränderte Gefährdungsgebiete (z. B. veränderte Gefahrenbereiche bzgl. Hochwasser)	groß
Zunahme des Verschleißes von Grün- und Sportflächen durch intensivere Nutzung/ Verlust der Attraktivität von Erholungsräumen	klein
Veränderte Ansprüche an die Ausgestaltung von öffentlichen Plätzen und Grünflächen (z. B. Sonnenschutz)	mittel
Eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit öffentlicher Räume	mittel
Sinkende Aufenthaltsqualität (innerorts)	mittel

12. Anhang – Ergebnisse Hotspotanalyse

12.1. Definition der für Cölbe relevanten Risiken

Tabelle 15: Beschreibung der für Cölbe relevanten Risiken in der Kategorie Natur.

Risiken	Beschreibungen
Dürre und Trockenperioden	Lang anhaltende Trockenheit schädigt Gesundheit, Landwirtschaft, Transport und Produktion durch Wasserknappheit.
Fluviales Hochwasser	Starkregen und Schneeschmelze führen zu Hochwassersituationen in Flusssystemen. Daraus resultierende Überflutungen können Gebäude, Infrastruktur und die Umwelt gefährden.
Hitzeinseleffekt	Städte verstärken durch Versiegelung und dunkle Oberflächen die Hitze, was Lebensqualität und Gesundheit beeinträchtigt.
Neophyten/ Neozoen	Durch menschliche Aktivitäten eingeschleppte Pflanzen- und Tierarten können Ökosysteme, Gesundheit und landwirtschaftliche Produktion beeinträchtigen.
Starkniederschlag (Pluvialer Prozess)	Starkregen kann durch Sturzfluten und stehendes Wasser erhebliche Schäden und Gefahren verursachen.
Vegetations- und Flächenbrände (Waldbrand)	Wald- und Flächenbrände gefährden Infrastruktur und Gesundheit durch zunehmende Hitze und Trockenheit.
Verklausungen	Ansammlungen von Treibgut und Totholz blockieren Fließgewässer, was Überschwemmungen und Ausuferungen verursachen kann.

Tabelle 16: Beschreibung der für Cölbe relevanten Risiken im Themenbereich Technik.

Risiken	Beschreibungen
Ausfall Stromversorgung	Selbst kurze Stromunterbrechungen können Betriebe stören und längere Ausfälle weitreichende Folgen haben.
Ausfall/Beeinträchtigung Nahwärme	Der Ausfall von Nahwärmeanlagen beeinträchtigt die Wärmeversorgung z. B. kritischer Infrastrukturen.
Explosion/Altlasten	Explosionen, auch durch Altlasten wie Fliegerbomben, haben zerstörerische Auswirkungen.
Wasserknappheit	Nicht ausreichendes Wasser beeinträchtigt Menschen, Ökosysteme und den Betrieb von Wasserkraftanlagen.

Tabelle 17: Beschreibung der für Cölbe relevanten Risiken im Themenbereich Gesellschaft.

Risiken	Beschreibungen
Tierseuchen	Infektionskrankheiten unter Tieren breiten sich schnell aus und führen oft zu schweren Schäden und wirtschaftlichen Verlusten.

Tabelle 18: Übersicht der Kategorien zur Beurteilung des Schadensausmaßes und der Eintrittswahrscheinlichkeit.

Schadensausmaß		Eintrittswahrscheinlichkeit (1-mal in n Jahren)	
1 unbedeutend	<p>Kaum Verletzte, keine Toten, sehr wenig Unterstützungsbedarf.</p> <p>Sehr geringe wirtschaftliche Verluste ohne Folgeschäden.</p> <p>Keine oder nur kleinräumige Unterbrechungen der Versorgungsinfrastruktur, keine immateriellen Schäden.</p>	1 sehr selten	> 300 Jahre
2 gering	<p>Einige Verletzte, wenige Tote, einige hospitalisierte Personen.</p> <p>Geringe wirtschaftliche Verluste mit sehr geringen Folgeschäden.</p> <p>Leichte, lokal bewältigbare Beeinträchtigungen der Versorgungsinfrastruktur mit geringen immateriellen Schäden.</p>	2 selten	> 100-300 Jahre
3 mäßig	<p>Mehrere Verletzte, einige Schwerverletzte, einige Tote, viele hospitalisierte Personen.</p> <p>Mäßige wirtschaftliche Verluste, die die Systemfunktionalität beeinflussen können, mit kurz- bis mittelfristigen Folgeschäden.</p> <p>Kurz- bis mittelfristige Beeinträchtigung wichtiger Versorgungsinfrastrukturen mit mäßigen immateriellen Schäden.</p>	3 gelegentlich	> 10-100 Jahre
4 groß	<p>Viele Verletzte, einige Schwerverletzte, viele Tote, hoher Unterstützungsbedarf.</p> <p>Erhebliche wirtschaftliche Verluste mit schwer bewältigbaren Folgeschäden und mittelfristiger Störung der Systemfunktionalität.</p> <p>Mindestens mittelfristige Beeinträchtigung lebenswichtiger Versorgungsinfrastrukturen mit erheblichen immateriellen Schäden.</p>	4 oft	> 1-10 Jahre
5 katastrophal	<p>Sehr viele Verletzte und Tote, Bedarf übersteigt verfügbare Kapazitäten.</p> <p>Extreme wirtschaftliche Verluste, langfristige oder vollständige Störung der Systemfunktionalität.</p> <p>Enorme und langfristige Beeinträchtigung jeglicher Versorgungsinfrastrukturen mit schweren immateriellen Schäden.</p>	5 sehr oft	1 oder häufiger

Tabelle 19: Risiken Cölbe, gegliedert nach Naturgefahren, technischen Risiken und gesellschaftlichen Risiken; die Definition von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß ist in Tabelle 18 dargestellt.

Naturgefahren					
Nr.	verortet ja/nein	Masterrisiko	Kommentar	Eintrittswahrscheinlichkeit	Schadensausmaß
N01	ja	Hitzeinseleffekt	lt. Karte passt die Einstufung im Hitzebelastungsindex nicht; die Belastung ist eher gering	4	1
N02	ja	Hitzeinseleffekt	die Kennzeichnung lt. Karte passt	4	1
N03	ja	Dürre und Trockenperioden	höher gelegene Flächen mit sandigem Boden	4	2
N04	ja	Dürre und Trockenperioden	versiegen von Quellen in den Jahren 2018 - 2022 (erst jetzt führen diese Quellen nach einer regenreicheren Periode wieder Wasser)	4	2
N05	ja	Starkniederschlag (Pluvialer Prozess)	starker Regen mit vollgelaufenen Kellern	3	1
N06	ja	Verkläusungen	Verkläusung Graben mit Überflutung Bundesstraße	1	1
N07	ja	Verkläusungen	an der Brücke	3	1
N08	ja	Dürre und Trockenperioden	ein Brunnen: Grundwasserabsenkung; aus diesem Brunnen kommt das Trinkwasser für Schönstadt und zukünftig Schwarzenborn	4	1
N09	ja	Vegetations- und Flächenbrände (Waldbrand)	auch Personenschäden	3	2
N10	ja	Vegetations- und Flächenbrände (Waldbrand)	Flächenbrände sind häufiger, aber nicht so verheerend	4	1
N11	nein	Fluviales Hochwasser	Hochwasser entlang der Lahn	3	1
N12	nein	Fluviales Hochwasser	Hochwasser entlang des Roten Wassers und Bürgeln	3	1

N13	nein	Neophyten	invasive Arten: Jakobs- kreuzkraut	nicht möglich	nicht möglich
N14	nein	Neozoen		nicht möglich	nicht möglich
Technische Risiken					
T01	ja	Ausfall/Beeinträchti- gung Fernheizwerk	Nahwärme in Schön- stadt (abhängig von Sä- gewerk); bei Ausfall Öl- versorgung	4	2
T02	ja	Explosion/Altlasten	Altlasten (Munition und Fliegerbomben)	nicht möglich	nicht möglich
T03	ja	Explosion/Altlasten	zwischen Bahnhof und Ortsausgang: Muniti- onsumladeplatz	nicht möglich	nicht möglich
T04	nein	Wasserknappheit	Oberflächenfließge- wässer: Bei Knappheit wird die Nutzung des Trinkwassers einge- schränkt (betrifft alle Oberflächengewässer)	4	2
T05	nein	Ausfall Stromversor- gung	Nahwärme in Schön- stadt (abhängig von Sä- gewerk); bei Ausfall Öl- versorgung	nicht möglich	nicht möglich
Gesellschaftliche Risiken					
G01	nein	Tierseuchen	Afrikanische Schwein- pest, Vogelgrippe vor ca. 10 Jahren, Staupe	3	nicht möglich

12.3. Risikokarte – Hintergrund Fließpfadkarte

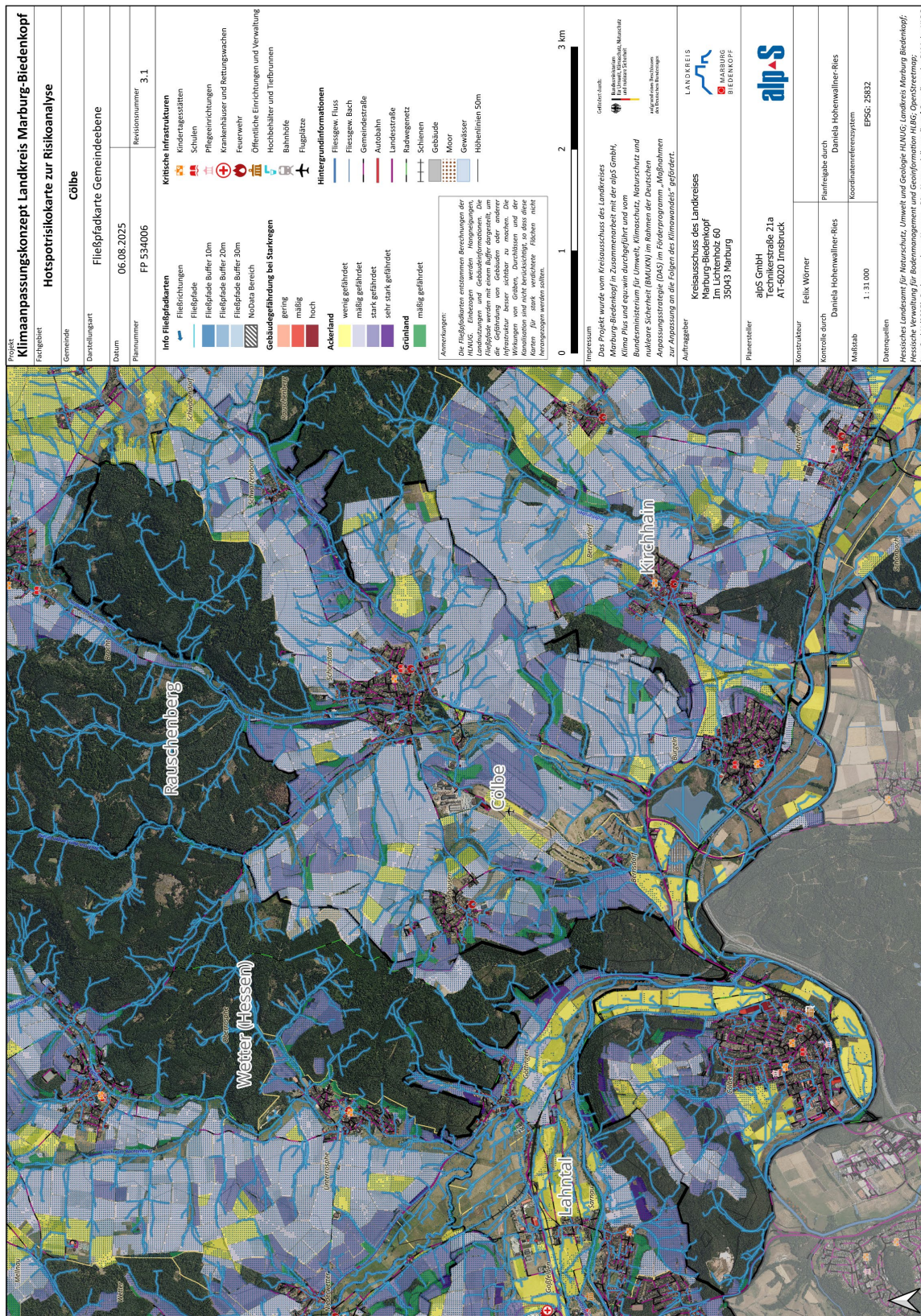


Abbildung 58: Hotspotrisikokarte zur Risikoanalyse in Cölbe – Hintergrund: Fließpfadkarte.

12.4. Risikokarte – Hintergrund Hitzebelastungsindex

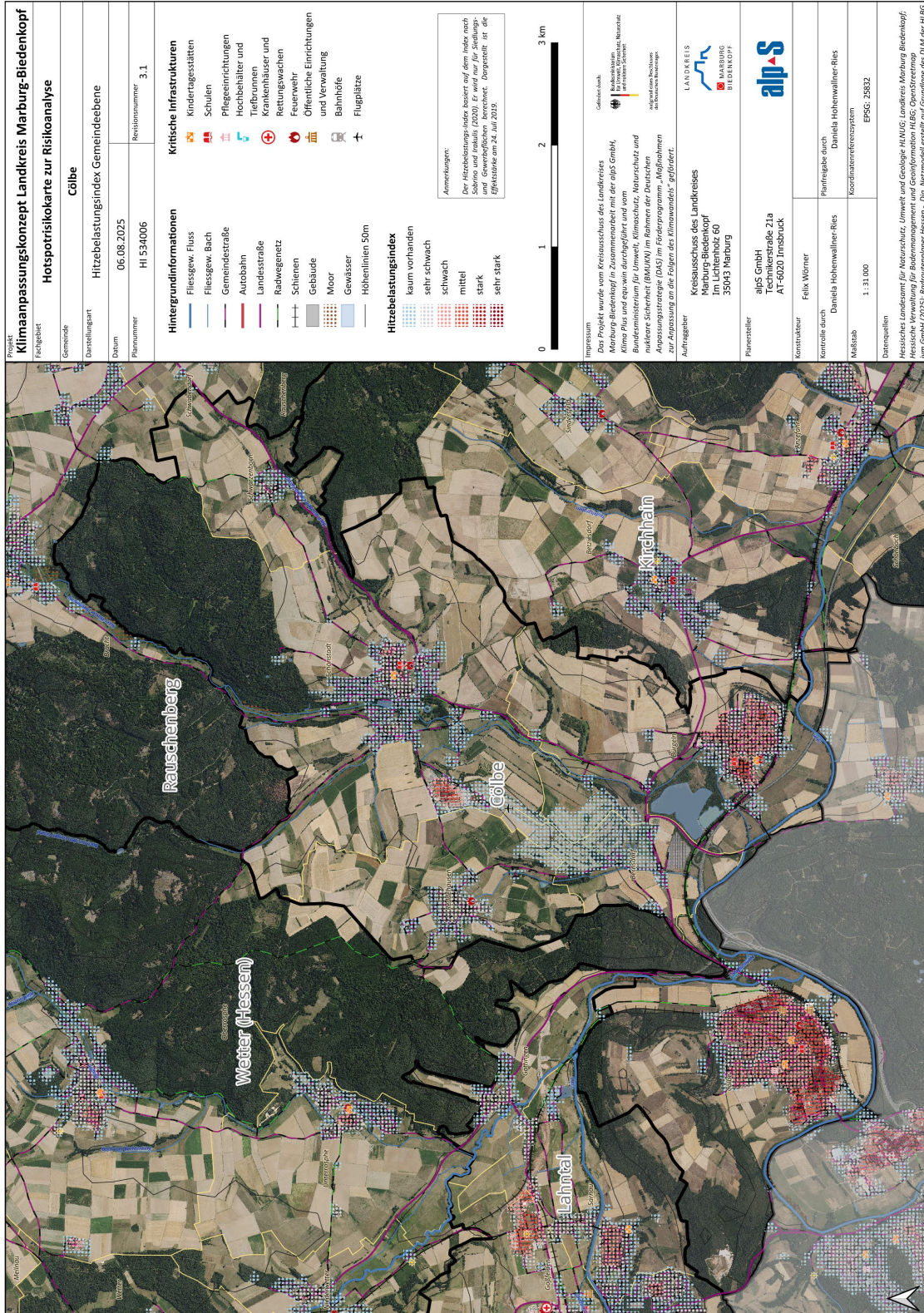


Abbildung 59: Hotspotrisikokarte zur Risikoanalyse in Cölbe – Hintergrund: Hitzebelastungsindex.