



Landeshauptstadt
Mainz

Bericht

Erstellung einer integrierten Strategie zur Anpassung an den Klimawandel für die Landeshauptstadt Mainz

Impressum

Auftraggeberin



Landeshauptstadt
Mainz

Landeshauptstadt Mainz

Grün- und Umweltamt

Geschwister-Scholl-Str. 4 | Haus A

Bearbeitung



4K | Kommunikation für Klimaschutz

Schierholzstraße 25, 30655 Hannover

www.4k-klimaschutz.de

Ansprechpersonen: Annerose Hörter,
Christina Deike, Franziska Schucht



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstr. 5a, 30161 Hannover

<http://www.geo-net.de>

Ansprechpersonen: Juliane Wright,
Jan Spickenbom, Marla Möllhoff



Dr. Pecher AG

Goldbergstraße 14, 45894 Gelsenkirchen

Schillerstraße 11a, 55116 Mainz

<http://www.pecher.de>

Ansprechpersonen: Hendrik Janssen,
Holger Hoppe, Heinrich Webler,
Maike Grossbischowski

Laufzeit

Mai 2023 bis Dezember 2024

Datum

Hannover, 06.12.2024

Inhalt

Vorwort	5
1. Zusammenfassung	6
2. Einleitung	8
2.1 Ausgangslage zur Erarbeitung der Klimaanpassungsstrategie	8
2.2 Projektziele und -ablauf	9
3. Bestandsaufnahme	11
3.1 Der Klimawandel in Mainz	11
3.2 Vorhandene Ziele und Pläne	20
4. Betroffenheitsanalyse	22
4.1 Funktionale Betroffenheit – relevante Handlungsfelder und Themenfelder	22
4.2 Räumliche Betroffenheit – relevante Flächen	32
4.2.1 Hitzebelastung und Grünflächenversorgung am Tag	32
4.2.2 Stadtklima in der Nacht nach einem warmen Sommertag	33
4.2.3 Starkregen	34
4.2.4 Retention und Erosion im Außenbereich	36
4.2.5 Risiko für Bodentrockenheit auf Frei- und Grünflächen	37
4.2.6 Grundwasser	39
4.2.7 Flusshochwasser/ Gewässer	40
4.2.8 Funktion des Stadtgrüns bei Starkregen	42
4.2.9 Funktion des Stadtgrüns bei Hitze	44
4.2.10 Fokusraumkarte	45
5. Gesamtstrategie	47
5.1 Gesamtstädtisches Leitbild	47
5.2 Strategische Ziele der Themenfelder	48
5.3 Synergien zum natürlichen Klimaschutz und zum Erhalt sowie zur Stärkung der Biodiversität	53
6. Maßnahmen	55
6.1 Übersicht zu den erarbeiteten Maßnahmen für Klimaanpassung und Natürlichen Klimaschutz	56
6.2 Maßnahmen Übergreifend	61
6.3 Maßnahmen Mensch und Gesundheit	61
6.4 Maßnahmen Stadtgrün	62
6.5 Maßnahmen Gebaute Umwelt	63
6.6 Maßnahmen Gewässer und Ver- und Entsorgung	64

6.7	Maßnahmen Land und Natur	65
6.8	Empfehlungen zur Maßnahmenpriorisierung und zeitliche Einordnung.....	65
6.9	Finanz- und Personalbedarf	68
7.	Akteur:innenbeteiligung	72
7.1	Akteur:innenanalyse	73
7.2	Beteiligungsprozess während der Konzepterstellung.....	75
7.3	Akteur:innenbeteiligung bei der Umsetzung des Anpassungskonzepts.....	79
8.	Kommunikationsstrategie für die Öffentlichkeit.....	81
9.	Verstetigungsstrategie	86
10.	Controllingkonzept	89
11.	Fazit	91
	Verzeichnisse	92
	Abkürzungen	92
	Tabellen	93
	Abbildungen	94
	Literatur.....	96
	Anlagen	98

Vorwort

Liebe Bürger:innen, liebe Mitarbeiter:innen der Stadtverwaltung, liebe Interessierte,

wir stehen vor einer der größten Herausforderungen unserer Zeit: der Anpassung an den Klimawandel. Die Auswirkungen der Erderwärmung sind auch in Mainz bereits spürbar und machen deutlich, dass wir handeln müssen – und zwar jetzt. Hitzeperioden, Starkregenereignisse, Überschwemmungen und Veränderungen in der Vegetation beeinflussen unser Leben. Als Landeshauptstadt tragen wir eine besondere Verantwortung – für unsere Bürger:innen, für die Umwelt, für die Wirtschaft und als Vorbild für andere Kommunen. Es gilt die Widerstandsfähigkeit unserer Stadt gegenüber klimatischen Veränderungen zu stärken und unsere Lebensgrundlagen zu schützen. Mit der vorliegenden Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels haben wir einen Fahrplan entwickelt, um diesen Herausforderungen zu begegnen.

Wir möchten Mainz widerstandsfähig machen gegenüber den Folgen der Erderwärmung und Wohlstand und Lebensqualität sichern. Die Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel bieten uns die Möglichkeit, eine zukunftsfähige und lebenswerte Stadt zu gestalten. Ein Beispiel ist die Verbesserung der so genannten grünen Infrastruktur wie beispielsweise Grünanlagen oder begrünte Fassaden. Das erhöht die Lebensqualität und stärkt das Wohlbefinden der Menschen. Und von einem nachhaltigeren Umgang mit Ressourcen profitieren Wirtschaft und Stadtgesellschaft.

Eine umfassende Bestandsaufnahme und Betroffenheitsanalyse haben uns wertvolle Einblicke in die klimatischen Veränderungen und Risiken für unsere Stadt gegeben. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für gezielte Maßnahmen, die auf die besonderen Bedürfnisse und Gegebenheiten von Mainz zugeschnitten sind. Der Maßnahmenkatalog, der zentraler Bestandteil der Strategie ist, zeigt uns die konkreten Schritte auf, die wir in den kommenden fünf bis zehn Jahren gehen müssen.

Klimaanpassung kann nur gelingen, wenn wir zusammenarbeiten– innerhalb der Verwaltung ebenso wie mit den Menschen, Unternehmen und Institutionen unserer Stadt. Der Beteiligungsprozess im Rahmen der Erarbeitung der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel hat gezeigt, wie wichtig Kooperationen, Netzwerke und ein fortlaufender Dialog sind. Die aktive Einbindung aller relevanten Akteur:innen ist dabei ein ganz wichtiger Erfolgsfaktor.

Auch wenn begrenzte personelle und finanzielle Ressourcen eine Herausforderung darstellen, bleibt eines klar: Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist schlichtweg notwendig. Gleichzeitig ist sie ein langfristiger Prozess, der regelmäßige Überprüfung und Steuerung erfordert.

Mainz wird die Transformation zu einer klimaresilienten Stadt entschlossen und vorausschauend gestalten. Diese Aufgabe ist anspruchsvoll, aber auch eine große Chance für die Zukunft unserer Stadt. Lassen Sie uns gemeinsam anpacken, damit Mainz auch für kommende Generationen eine lebenswerte Heimat bleibt.

Ihre

Janina Steinkrüger

Dezernentin für Umwelt, Grün, Energie und Verkehr

1. Zusammenfassung

Die integrierte Strategie zur Anpassung an den Klimawandel der Landeshauptstadt Mainz verfolgt das Ziel, Maßnahmen und Strategien zu entwickeln, um die Auswirkungen des Klimawandels zu bewältigen und die Widerstandsfähigkeit der Stadt zu stärken. Die Strategie umfasst mehrere zentrale Bausteine:

Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme liefert eine Übersicht über die beobachteten und prognostizierten klimatischen Veränderungen in Mainz. Dabei werden sowohl vergangene klimatische Änderungen als auch Projektionen für die Zukunft betrachtet. Kernergebnisse betreffen die Zunahme von Hitze (mehr heiße Tage und Tropennächte, weniger Frosttage) und von Starkregenereignissen mit intensiveren Niederschlägen, trockenere Sommer und feuchtere Winter sowie eine stabile oder steigende Sturmaktivität. Darüber hinaus wurden bestehende Ziele und Pläne zu Projektbeginn analysiert.

Betroffenheitsanalyse

Zur Ermittlung der klimatischen Betroffenheit wurden zwei Ebenen betrachtet:

1. **Funktionale Betroffenheit:** Diese bezieht sich auf die Auswirkungen des Klimawandels auf kommunale Handlungsfelder. Mithilfe einer Klimarisikoanalyse wurden lokale Klimarisiken untersucht und bewertet. Aus den Klimarisiken wurden im Rahmen eines partizipativen Prozesses thematische Schwerpunkte identifiziert. Die Ergebnisse werden in Form von Wirkungsketten dargestellt, ergänzt durch eine Zusammenfassung der Klimarisiken für jedes Handlungsfeld ab einer mittelhohen Betroffenheit.
2. **Räumliche Betroffenheit:** Hier lag der Fokus auf der Analyse der klimatischen Einflüsse wie Hitze, Trockenheit, Starkregen und Flusshochwasser für das Mainzer Stadtgebiet. Die Ergebnisse wurden in neun Themenkarten visualisiert, die unter anderem Hitzebelastung, Grünflächenversorgung, Bodentrockenheit und Flusshochwasser behandeln. Eine integrierte Fokusraumkarte fasst diese Erkenntnisse zusammen.

Gesamtstrategie

Die Gesamtstrategie formuliert ein gesamtstädtisches Leitbild:

**Mainz wird klimaangepasst.
Zum Schutz der Menschen und für eine steigende Lebensqualität durch angepasste Grünstrukturen
und Infrastrukturen, deren Planungsgrundlagen sowie Informationsbereitstellung.**

Für die Themenfelder wurden strategische Ziele entwickelt, für jede Schlüsselmaßnahme Unterziele definiert. Zusätzlich werden die Synergien mit dem natürlichen Klimaschutz aufgezeigt.

Maßnahmenkatalog

Basierend auf den Analysen wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog mit 24 Schlüsselmaßnahmen und 67 Bausteinen in sechs Themenfeldern erstellt:

- Übergreifend
- Mensch und Gesundheit
- Stadtgrün
- Gebaute Umwelt
- Gewässer, Ver- und Entsorgung
- Land und Natur

Zur Sicherstellung der Akzeptanz und Umsetzbarkeit wurden relevante Akteur:innen beteiligt, mit denen der Maßnahmenkatalog gemeinsam erarbeitet wurde. Ergänzt wird der Katalog durch Angaben zu Finanz- und Personalbedarf, Priorisierung und Zeitplanung. Der Maßnahmenkatalog befindet sich in der Anlage zum Bericht.

Akteur:innenbeteiligung

Ein umfassender Beteiligungsprozess wurde durchgeführt, um relevante Akteur:innen einzubinden. Eine Akteur:innenanalyse diente als Grundlage für die Identifikation der Beteiligten. Empfehlungen zur weiteren Einbindung in der Umsetzungsphase runden das Kapitel ab.

Kommunikationsstrategie für die Öffentlichkeit

Zur zielgruppenspezifischen Ansprache und Information der Öffentlichkeit über die Maßnahmen und Ziele der Strategie wurde eine Kommunikationsstrategie entwickelt.

Verstetigung

Die Verstetigungsstrategie definiert organisatorische Rahmenbedingungen, die notwendig sind, um die Umsetzung der Strategie nachhaltig zu sichern. Geeignete Strukturen und Prozesse wurden identifiziert.

Controlling-Konzept

Das Controlling-Konzept dient der Überprüfung der Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen. Es sieht eine regelmäßige Prüfung des Umsetzungsstandes durch das Klimaanpassungsmanagement (KAM) vor und beinhaltet einen Ablaufplan für Monitoring und Controlling.

Zusammengefasst stellt die Strategie einen umfassenden Plan dar, der die klimatischen Herausforderungen der Stadt Mainz adressiert und die Grundlage für eine klimaresiliente Zukunft bildet.

2. Einleitung

2.1 Ausgangslage zur Erarbeitung der Klimaanpassungsstrategie

Klimaanpassung auf Bundesebene

Klimaanpassung ist unerlässlich, um Lebens- und Naturräume, Infrastrukturen und die Wirtschaft widerstandsfähiger gegenüber klimabedingten Risiken zu machen und gleichzeitig die Lebensqualität der Menschen langfristig zu sichern. Der Klimawandel zeigt bereits spürbare Auswirkungen und macht Klimaanpassung damit zu einem aktuellen und drängenden Thema. Die Bundesregierung hat mit dem zum 01. Juli 2024 in Kraft getretenen ersten bundesweiten Klimaanpassungsgesetz wichtige Rahmenbedingungen und verbindliche Grundlagen für Klimaanpassung geschaffen. Zudem wird aktuell die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ der Bundesregierung zusammen mit den Bundesländern zu einer vorsorgenden Strategie mit konkreten sowie messbaren Zielen weiterentwickelt.

Die Klimaanpassungsaktivitäten des Landes Rheinland-Pfalz

Neben den bundespolitischen Rahmenbedingungen und Aktivitäten erfolgt die Umsetzung konkreter Anpassungsmaßnahmen auch auf regionaler Ebene – Länder und Kommunen spielen daher eine besondere Rolle. Rheinland-Pfalz hat mit dem Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ein Informationszentrum im Jahr 2010 geschaffen, das über die möglichen Auswirkungen des Klimawandels informiert und die Kommunen beratend unterstützt. Dafür werden neben Kartenwerken auch Good-Practice-Beispiele vermittelt und die Aktivitäten zu Klimaanpassung in Rheinland-Pfalz vernetzt. Für das Thema Hochwasservorsorge erhalten Kommunen in Rheinland-Pfalz zusätzliche Unterstützung und Beratung mit dem Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz.

Lokale Strategie zur Anpassung an die Klimawandelfolgen

Im Rahmen dieser Kontextbedingungen befindet sich die Landeshauptstadt Mainz, die sich durch eine hohe Lebensqualität mit der Nähe zum Rhein, einer bemerkenswerten Natur wie dem Lennebergwald oder dem Mainzer Sand, aber auch als „Gutenberg- und Medienstadt“ auszeichnet. Mainz ist lebenswert. Doch diese Qualitäten sind nicht selbstverständlich und durch den Klimawandel zunehmend gefährdet. Die Landeshauptstadt hat bereits seit den 1990er Jahren gehandelt, um mit vereinten Kräften die Treibhausgase als Auslöser des Klimawandels zu reduzieren. Die Stadt bekennt sich zum Ziel der Klimaneutralität 2035. Dennoch sind die Auswirkungen und Bedrohungen des Klimawandels auch lokal deutlich zu spüren. Diesen Herausforderungen nimmt sich die Stadt an. Von Mai 2023 bis Dezember 2024 wurde die vorliegende integrierte Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in intensiven Beteiligungsprozessen erarbeitet. Mit der Erstellung der Strategie wurden die Fachbüros Geo-Net, Dr. Pecher AG sowie 4K | Kommunikation für Klimaschutz beauftragt. Der gesamte Prozess wurde vom Klimaanpassungsmanagement im Grün- und Umweltamt der Landeshauptstadt Mainz koordiniert.

2.2 Projektziele und -ablauf

Die Mainzer Strategie zur Anpassung an den Klimawandel führt die vielfältigen bereits laufenden Klimaanpassungsaktivitäten der Stadtverwaltung zusammen. Aufbauend auf den bisherigen Aktivitäten und den durchgeführten Analysen wird eine integrierte Strategie für die Umsetzung der weiteren Klimaanpassungsaktivitäten verfolgt, um die Resilienz der Stadt gegenüber den Folgen des Klimawandels nachhaltig zu stärken.

Klimaresilienz bezeichnet „die Fähigkeit sozial-ökologischer Systeme, Auswirkungen und Belastungen des Klimawandels abzumildern und sich von ihnen zu erholen, während sie ihre Strukturen und Mittel für ein Leben angesichts langfristiger Veränderungen und Unsicherheiten positiv anpassen und transformieren.“ (DWD 2024)

Das Projekt setzt sich aus folgenden Bausteinen und Arbeitsschritten zusammen:

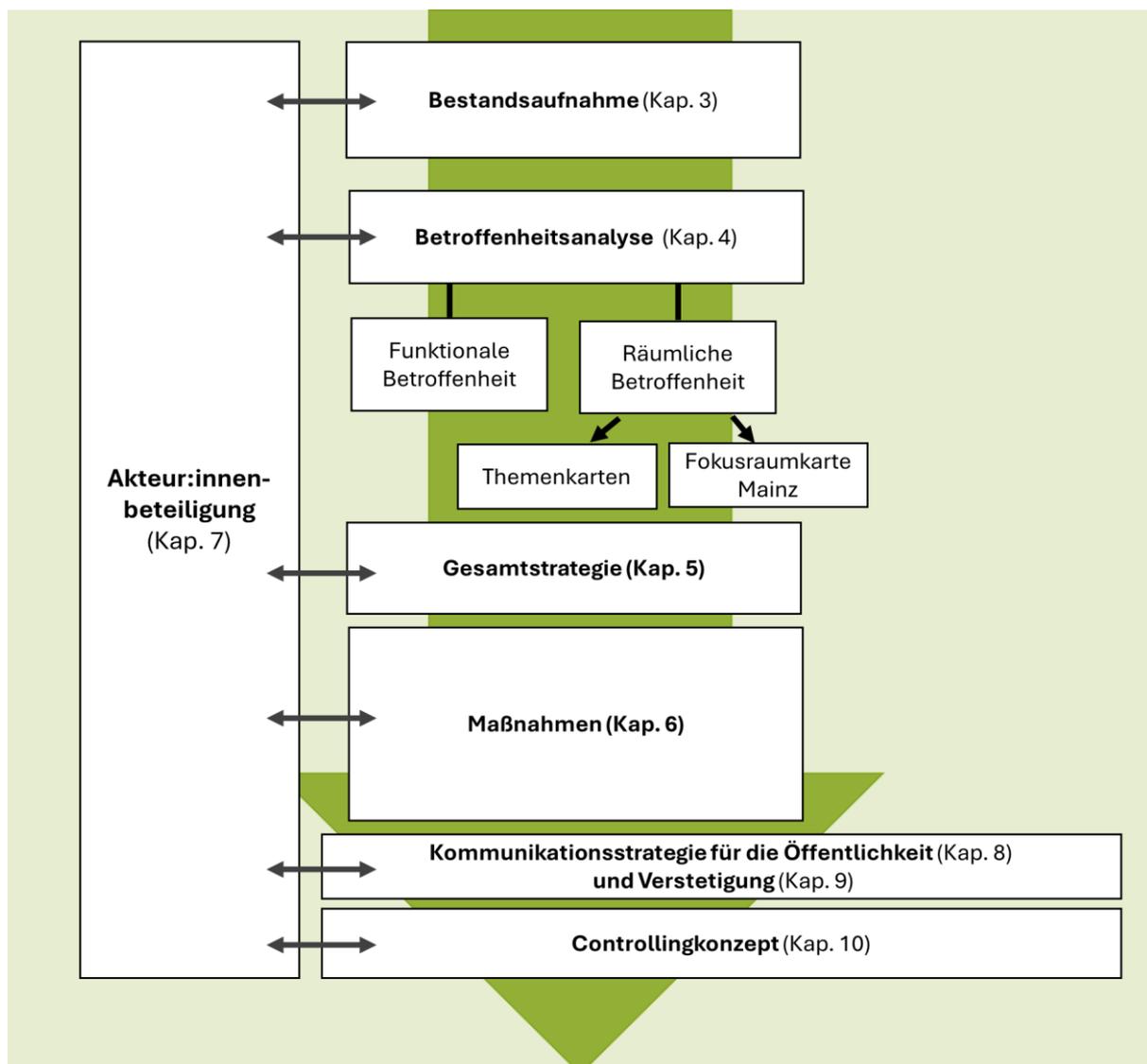


Abbildung 1: Übersicht Projektinhalte
(Quelle: Eigene Darstellung)

Zu Beginn des Projektes wurden zunächst die klimatischen Veränderungen in Mainz analysiert sowie die bisherigen Konzepte und Aktivitäten der Stadt mit Bezug zur Klimaanpassung erfasst (Bestandsaufnahme). Darauf aufbauend erfolgte eine Betroffenheitsanalyse, die sowohl die funktionalen als auch die räumlichen Auswirkungen betrachtete. Für die Erfassung der funktionalen Betroffenheiten wurden im Rahmen des Beteiligungsprozesses die lokal bestehenden Klimarisiken identifiziert und bewertet. Die räumlichen Auswirkungen bilden sich in Themenkarten und der Fokusraumkarte ab. Ausgehend von den Ergebnissen wurde ein gesamtstädtisches Leitbild abgeleitet und strategische Ziele der Themenfelder definiert. An dieser Stelle stellt das Konzept einen Bezug zum natürlichen Klimaschutz her.

Die umfassenden Analysen bildeten die Grundlage für die Maßnahmenentwicklung. In Beteiligungsprozessen wurden in Abstimmung mit Fachakteur:innen ausgehend von den vorherigen Arbeitsschritten Maßnahmen erarbeitet.

Um das Maßnahmenpaket in die Umsetzung zu bringen und den Erfolg langfristig zu überwachen, wurde eine Verstetigungsstrategie entwickelt und ein Controllingkonzept aufgestellt. Über die Konzepterstellung hinaus ist es wichtig, dass auch die Öffentlichkeit und alle Stakeholder:innen mitgenommen werden. Den strategischen Ansatz dafür findet sich in der Kommunikationsstrategie für die Öffentlichkeit.

3. Bestandsaufnahme

3.1 Der Klimawandel in Mainz

Eine Übersicht der beobachteten und zukünftigen klimatischen Veränderungen in Mainz ist nachfolgend zusammengefasst. Dabei wird unterschieden in bereits festgestellte klimatische Änderungen in der Vergangenheit (= beobachteter Klimawandel) und Projektionen zur zukünftigen Entwicklung (= erwarteter Klimawandel). Die Aussagen zum erwarteten Klimawandel in Mainz gelten für die nahe (2031–2060) sowie ferne Zukunft (2071–2100) und stützen sich auf ein regional für Rheinland-Pfalz angepasstes Modellensemble, das verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt („Rheinland-Pfalz-Ensemble“, Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, 2020).

Bei einem Blick in die vergangenen Jahrzehnte wird deutlich, dass in Mainz – dem nationalen und globalen Trend folgend – bereits eine deutliche Erwärmung stattgefunden hat und sich in Zukunft fortsetzen wird. Die folgenden Klimaparameter bzw. -veränderungen strukturieren die Ergebnisdarstellung:

- Temperaturzunahme und Hitze
- Starkregen
- Trockenheit
- Stürme

Die Projektionen bilden die zwei Emissionsszenarien RCP2.6 und RCP8.5 (Representative Concentration Pathways) ab. Diese ergeben sich aus der wachsenden Treibhausgas-Konzentration und daraus abgeleitet dem zusätzlichen Strahlungsantrieb (dieser bezeichnet die Änderung der Strahlungsbilanz der Atmosphäre durch anthropogene Treibhausgase, Aerosole und Veränderungen an der Erdoberfläche seit Beginn der Industrialisierung). Dadurch wird der Energiehaushalt der Erde verändert, was sich letztendlich in einem globalen, aber regional differenzierten Temperaturanstieg äußert (DWD 2023a).

Verwendete Daten zur Bewertung der zukünftigen Klimatendenzen

Szenario	Szenarientwicklung
RCP8.5 „kein Klimaschutz“	Die sozio-ökonomische Entwicklung beruht weiterhin auf einer aktiven und verstärkten Nutzung von fossilen Rohstoffressourcen, geht mit einem energieintensiven Lebensstil weltweit einher und es werden nur wenige Maßnahmen für den Rückgang von CO ₂ -Äquivalenten ergriffen. Das Szenario bildet den fossilen Weg ab: Deutlicher Anstieg der Treibhausgasemissionen auf über 1370 ppm CO ₂ -Äquivalent im Jahr 2100.
RCP2.6 „starker Klimaschutz“	Durch einen international koordinierten aktiven Klimaschutz wird eine Beschränkung der globalen Erwärmung auf 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zeitraum eingehalten. Das Szenario entspricht dem Pariser Abkommen und wird als "Peak-Szenario" bezeichnet (Anstieg der Treibhausgasemissionen bis 2020 auf ca. 490 ppm, danach konstanter Rückgang der Emissionen).

Tabelle 1: Definition der zwei verwendeten RCP Szenarien
(Quelle: DWD 2023a, UBA 2022a: 5 und MKUEM 2022: 18)

1. Temperaturzunahme und Hitze

Die Beobachtungsdaten (vgl. Abbildung 2) und Projektionen (vgl. Abbildung 3) in Bezug auf den Temperaturanstieg und zunehmende Hitze verdeutlichen, dass sich der bereits beobachtete Trend einer Erwärmung in Mainz zukünftig fortsetzt. So werden weiterhin steigende Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts erwartet. Während die Jahresmitteltemperatur 1971-2000 bei 10,6 °C lag und 1991-2020 bereits auf 11,2 °C gestiegen ist, wird diese abhängig von globalen Klimaschutzbemühungen Ende des Jahrhunderts zwischen 11,7 °C (RCP 2.6, Median) und 14,4 °C (RCP 8.5, Median) liegen. Zum Ende des Jahrhunderts nimmt die Unsicherheit und damit auch Variabilität der erwarteten Temperaturänderung jedoch zu, was dem in Abbildung 3 abgebildeten Möglichkeitsbereich zu entnehmen ist (kleinster bis größter Wert in den Modellergebnissen). Der Erwartungsbereich zeigt die Bandbreite zwischen dem 15. und 85. Perzentil¹ des Modellensembles.

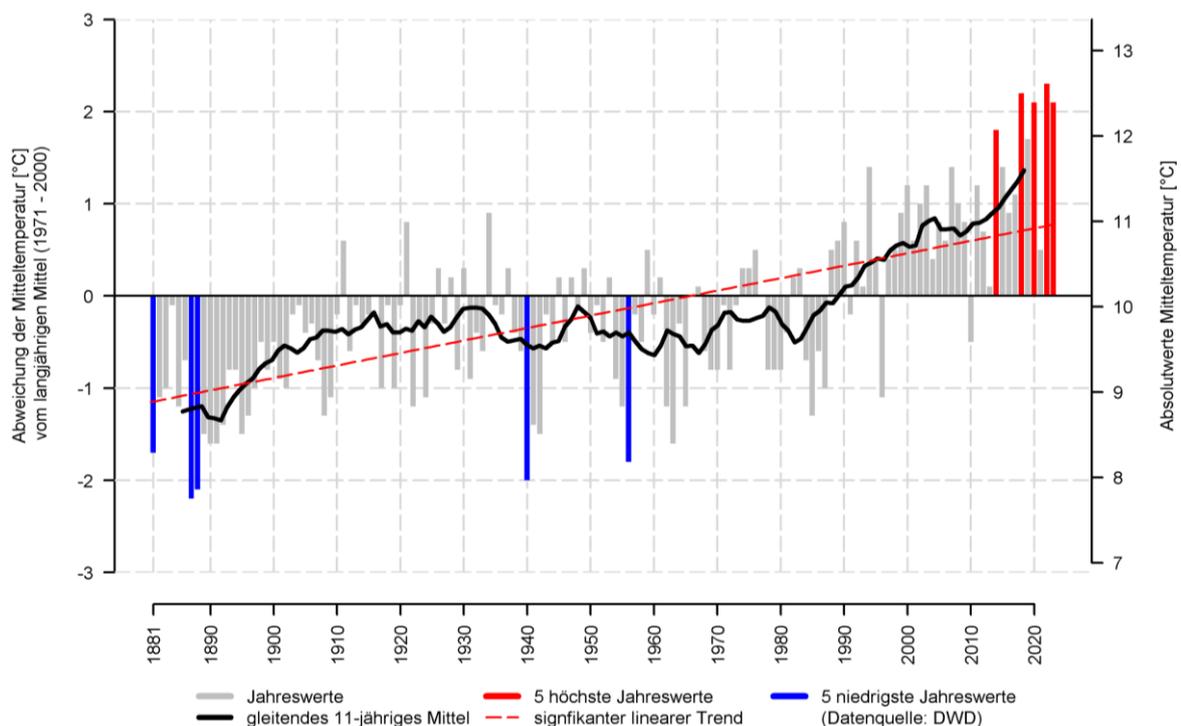


Abbildung 2: Entwicklung der Mitteltemperatur in Mainz im Zeitraum von 1881 bis 2020
(Quelle: GEO-NET; Basis: Beobachtungsdaten des DWD)

¹ Das x-Perzentil beschreibt einen Schwellenwert innerhalb eines geordneten Datensatzes bei dem x % aller Werte kleiner oder gleich dieses Schwellenwertes sind. Der restlichen Werte sind größer.

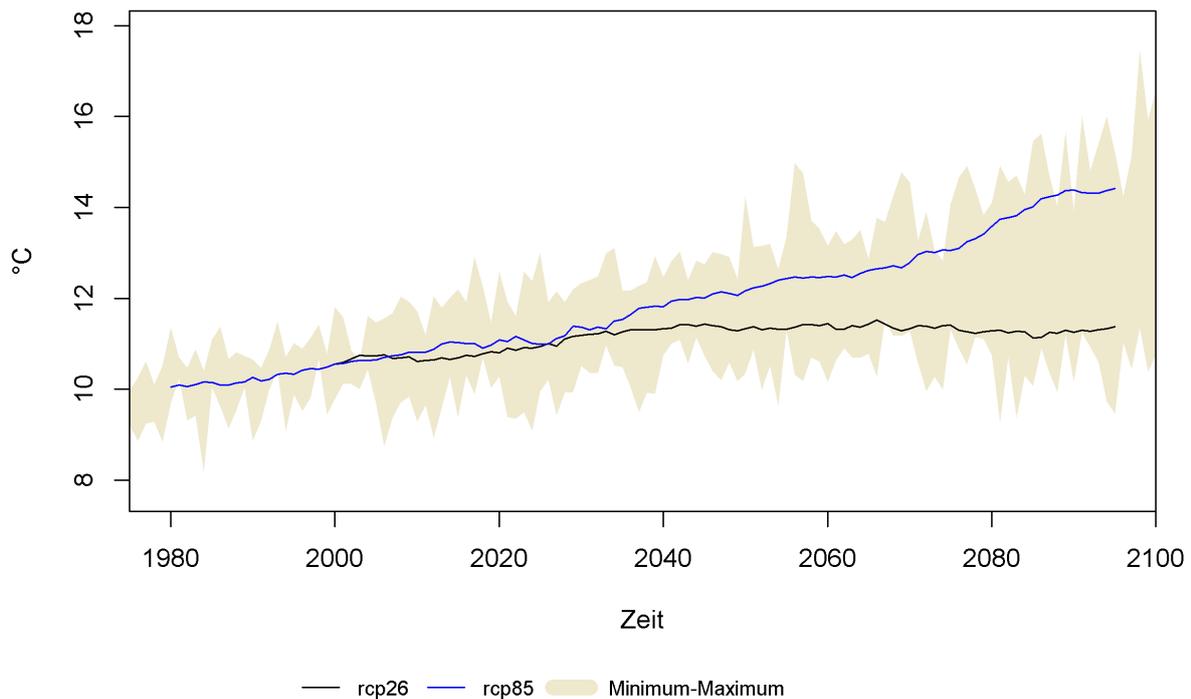


Abbildung 3: Projektion der mittleren Tagestemperatur in Mainz im Zeitraum bis 2100 für unterschiedliche Emissionsszenarien
(Quelle: GEO-NET; Basis: korrigiertes DWD-Ensemble für Rheinland-Pfalz 2023)

Die mit dem Temperaturanstieg einhergehende Erwärmung resultiert in einer Zunahme an Sommertagen ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$), heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$, zwischen 18:00 und 06:00 UTC). Zudem geht die Mehrzahl der Klimamodelle von einer Zunahme von Hitzeperioden (aufeinanderfolgende Tage mit $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Hitzewellen (mindestens 3 aufeinanderfolgende Tage mit $T_{\max} >$ langjähriger mittlerer T_{\max} Sommer) aus. Da Tropennächte derzeit noch eine geringe Auftrittshäufigkeit aufweisen, sind die Projektionen mit Unsicherheiten behaftet und statistisch nicht eindeutig auswertbar (vgl. Tabelle 2). Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt die Beobachtungsdaten und die Entwicklung der Kenntage bis Mitte (2031-2060) und Ende (2071-2100) des Jahrhunderts unter der Annahme des RCP 8.5 Szenarios.

Ereignistage	1971-2000	1991-2020	2031-2060 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)	2071-2100 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)
Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	51	58	75,6 (70-88,7)	99,6 (84,5-114,2)
Heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	11	16	25,8 (21-31,1)	42,6 (34,6-48,5)
Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$)	0,5	2	4,9 (3,1-6,6)	18,1 (12-25,9)

Tabelle 2: Klimatische Kenntage bezüglich Hitze
(Quelle GEO-NET; Basis: Stationsdaten für die Aussagen zur Vergangenheit; Basis: korrigiertes DWD-Ensemble für Rheinland-Pfalz 2023 für die Projektionen)

Das Auftreten von Tropennächten wird zusätzlich durch den urbanen Wärmeinseleffekt verstärkt, sodass die Anzahl dieser Nächte kleinräumig höher ausfallen kann als für die Gesamtstadt.

Durch den anthropogenen Einfluss herrschen in einer Stadt modifizierte Klimabedingungen vor, die

tendenziell mit steigender Einwohnerzahl bzw. Stadtgröße stärker ausgeprägt sind (Oke et al. 2017). Gründe hierfür sind beispielsweise der hohe Versiegelungsgrad, dem ein geringer Anteil an Vegetation und natürlicher Oberfläche gegenübersteht. Die Oberflächenvergrößerung durch Gebäude (Beeinträchtigung der Strömung durch höhere Rauigkeit, Mehrfachreflexion durch die Gebäude) sowie Emissionen durch Verkehr, Industrie und Haushalte (anthropogener Wärmefluss) spielen ebenfalls eine Rolle.

Im Vergleich zum weitgehend natürlichen oder naturnahen, un bebauten Umland führen diese Effekte im Sommer zu höheren Temperaturen und bioklimatischen Belastungen. Das Phänomen der Überwärmung kommt vor allem nachts zum Tragen und wird als städtische Wärmeinsel bezeichnet (DWD 2023b). Diese führt zu einem kleinräumigen, sehr fragilen System aus konvektivem Aufsteigen warmer Luft über dem überwärmten Stadtkörper und bodennahen Ausgleichsströmungen aus dem Umland in das Stadtgebiet hinein („Flurwindsystem“). Die Anzahl von Kenntagen, wie etwa Tropennächte, kann dementsprechend kleinräumig nach oben oder unten variieren.

Frost- ($T_{min} \leq 0^{\circ}C$) und Eistage ($T_{max} \leq 0^{\circ}C$) treten dagegen zukünftig seltener auf und sorgen für mildere Winter, die eine geringere Zahl an Tagen mit Frost- und Tauwechselln und eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich ziehen (vgl. Tabelle 3)

Ereignistage	1971-2000	1991-2020	2031-2060 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)	2071-2100 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)
Frosttage ($T_{min} < 0^{\circ}C$)	56	50	36,3 (25,1-48,2)	21 (9,9-27)
Eistage ($T_{max} < 0^{\circ}C$)	13	8	6,9 (5,5-10,9)	5,3 (3,3-7,5)

Tabelle 3: Klimatische Kenntage bezüglich Kälte

(Quelle: GEO-NET; Basis: Stationsdaten für die Aussagen zur Vergangenheit; Basis: korrigiertes DWD-Ensemble für Rheinland-Pfalz 2023 für die Projektionen)

2. Starkregen

Als Starkregen werden Regenereignisse bezeichnet, die eine hohe Intensität, d. h. eine im Verhältnis zu ihrer Dauer große Niederschlagssumme aufweisen. Gemäß DWA handelt es sich dabei um Regenereignisse, die in einzelnen Dauerstufen Regenhöhen mit Wiederkehrzeiten $T \geq 1$ Jahr aufweisen (DWA 2016). Der DWD warnt vor Starkregen in drei Stufen, wenn folgende Schwellenwerte voraussichtlich überschritten werden: Regenmenge ≥ 15 mm/1 h bzw. ≥ 20 mm/6 h (Markante Wetterwarnung), Regenmenge > 25 mm/1 h bzw. > 35 mm/6 h (Unwetterwarnung) und Regenmenge > 40 mm/1 h bzw. > 60 mm/6 h (Warnung vor extremem Unwetter; DWD 2024). Da die Auswertung der EURO-CORDEX-Daten nicht für einzelne Stunden, sondern nur für einzelne Tage durchgeführt werden kann, werden in diesem Bericht zur Beschreibung von Starkregenereignissen Tage mit einem Niederschlag > 10 mm, > 20 mm und > 30 mm/d (hier als Starkregen bezeichnet) verwendet.

Wie eingangs erwähnt ist zu berücksichtigen, dass Starkregenereignisse oftmals kleinräumig auftreten. Damit sind sie von den, obgleich relativ hoch aufgelösten, Regionalklimamodellen potenziell nicht erfasst und können folglich sogar unterschätzt werden (DWD 2020). Die Beobachtungsdaten für 1971-2000 zeigen in Mainz 14 Tage mit einem Niederschlag ≥ 10 mm pro Tag. Niederschlagsereignisse mit ≥ 20 mm pro Tag traten 2,5 Mal auf. Niederschlagsereignisse mit

≥ 30 mm pro Tag konnten in Mainz nicht gemessen werden. Infolge des Klimawandels ist grundsätzlich eine wärmere Atmosphäre zu erwarten, die mehr Wasserdampf aufnehmen kann, sodass auch mehr Wasser für Niederschlagsereignisse zur Verfügung steht (ZAMG 2020). Dieser allgemein zu erwartende Prozess ist auch in den regionalen Klimamodellen für Mainz zu erkennen. Die Modelle projizieren für Niederschlagsereignisse ≥ 10 sowie ≥ 20 mm pro Tag steigende Häufigkeiten (vgl. Tabelle 4). Für Starkniederschläge ≥ 30 mm pro Tag sind statistisch valide Aussagen derzeit nur eingeschränkt möglich. Langfristig zeigt sich jedoch eine Tendenz zu steigender Auftrittshäufigkeiten von Starkregenereignissen (vgl. Tabelle 4).

Ereignistage	1971-2000	1991-2020	2031-2060 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)	2071-2100 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)
Tagesniederschlag > 10 mm/d [n/Jahr]	14	13,5	18,3 (16,2-20,6)	19,6 (18,1-22,3)
Tagesniederschlag > 20 mm/d [n/Jahr]	2,5	2	3,8 (3,6-4,8)	4,9 (3,6-4,9)
Tagesniederschlag > 30 mm/d [n/Jahr]	0	0	0,4 (0,3-0,9)	0,8 (0,4-1,8)

Tabelle 4: Klimatische Kenntage bezüglich Starkregen

(Quelle: GEO-NET; Basis: Stationsdaten für die Aussagen zur Vergangenheit; Basis: korrigiertes DWD-Ensemble für Rheinland-Pfalz 2023 für die Projektionen)

3. Trockenheit

Trockenperioden nehmen zusätzlich Einfluss auf das Stadtklima und beeinflussen die Bodenfeuchte und Vitalität des (Stadt-)Grüns sowie die Bedingungen für die Landwirtschaft und die natürlichen Ökosysteme.

Ein mögliches Maß für die Trockenheit ist der Trockenheitsindex nach de Martonne, der sich aus dem Jahresniederschlag und der Jahresmitteltemperatur ergibt (Gavrilov et al. 2019). Obwohl dieser in Mainz deutlichen Schwankungen unterliegt, lässt sich ein langfristiger Trend zu einer Verringerung der Bodenfeuchte ablesen.

Zusätzlich geben die Mittelwerte der saisonalen Bodenfeuchte Hinweise über die saisonal nutzbare Feldkapazität (% nFK). Die nutzbare Feldkapazität beschreibt die Wassermenge, die von einem Boden pflanzenverfügbar gespeichert werden kann. Liegt ein Wert < 30% nFK, stehen Pflanzen unter Wasserstress, während sie bei Werten > 50 % nFK optimal mit Wasser versorgt sind (DWD 2021: 4). Erwartungsgemäß fällt die Bodenfeuchte im Sommer (vgl. Abbildung 4, orange Balken) deutlich geringer aus als in den anderen Jahreszeiten (graue Balken). In Mainz gab es bereits vereinzelte Sommer, die knapp unterhalb der optimalen Wasserversorgung für Pflanzen lagen. Es ist davon auszugehen, dass es mindestens lokal Bereiche gibt (abhängig von der Bodenart, dem Relief, etc.), auf denen die Pflanzen (natürliche Vegetation und Nutzpflanzen) zeitweise unter Wasserstress stehen.

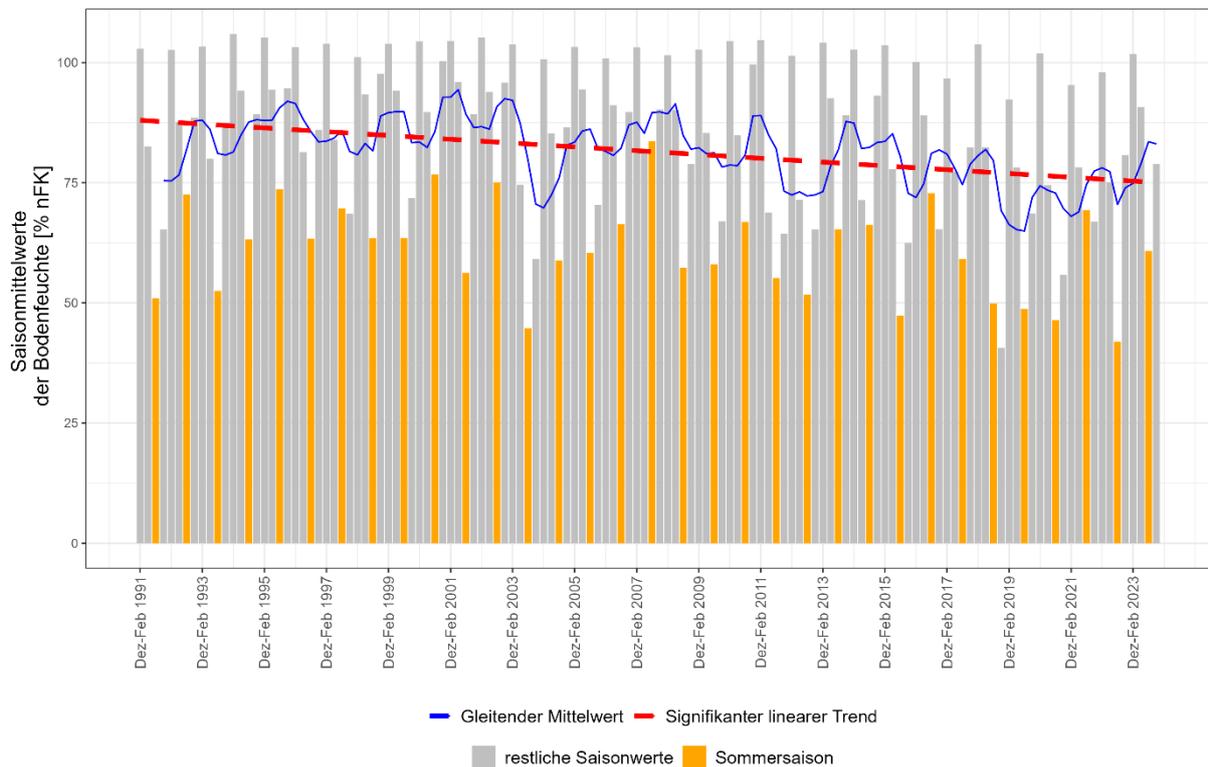


Abbildung 4: Entwicklung der saisonalen Mittelwerte der Bodenfeuchte in Mainz im Zeitraum von 1991 bis 2023 (Quelle: GEO-NET; Basis: Beobachtungsdaten des DWD)

In Bezug auf die zukünftige Entwicklung von Trockenperioden sind nur bedingt Aussagen aus den EURO-CORDEX-Daten möglich, da der Parameter Bodenfeuchte nicht im Datensatz enthalten ist. Zudem wird zwar die Auftrittshäufigkeit von mittleren, langen oder extremen Trockenperioden untersucht (15-21, 22-28 oder mehr als 28 aufeinanderfolgende Tage mit weniger als 1 mm Niederschlag).

Zwischen 1971 und 2000 wurden in Durchschnitt in Mainz 253 Trockentage und zwischen 1991-2020 259 Trockentage gemessen. In Zukunft wird die Auftrittshäufigkeit zunehmen. Das Szenario RCP 8.5 zeigt für Mitte des Jahrhunderts 287 (Median) und Ende des Jahrhundert 292 (Median) Trockentage.

Als zusätzlicher Indikator kann die klimatische Wasserbilanz als Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung herangezogen werden. Zwischen 1971-2000 lag die klimatische Wasserbilanz in Mainz bereits bei -156,1 mm/Jahr. Die Modellierungen zeigen über das Gesamtjahr eine leichte Zunahme des Niederschlags und eine Erhöhung der potenziellen Verdunstung. Die klimatische Wasserbilanz ist bis Mitte des Jahrhunderts im Szenario RCP 8.5 tendenziell gleichbleibend und nimmt Ende des Jahrhunderts ab (vgl. Tabelle 5).

Kennzahlen der klimatischen Wasserbilanz	1971-2000	1991-2020	2031-2060 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)	2071-2100 RCP 8.5, Median (Möglichkeitsbereich für RCP 8.5 in Klammern)
Summe Niederschlag (mm/Jahr)	602,2	576,9	633,9 (585,2 bis 666,6)	640,8 (598,5 bis 696,1)
Klimatische Wasserbilanz (mm/Jahr)	-156,1	-100	-140,5 (-210,8 bis -129,8)	-170,2 (-203,2 bis -100,6)

Tabelle 5: Klimatische Wasserbilanz und Trockentage

(Quelle: GEO-NET; Basis: Stationsdaten für die Aussagen zur Vergangenheit; Basis: korrigiertes DWD-Ensemble für Rheinland-Pfalz 2023 für die Projektionen)

Die Betrachtung der saisonalen Unterschiede zeigt jedoch Niederschlagsverschiebungen und saisonale Verschiebungen der klimatischen Wasserbilanz, welche zusätzlich zum Rückgang von sommerlichen Niederschlägen durch höhere Verdunstungsraten zu erklären ist. Die klimatische Wasserbilanz nimmt über das Jahr gesehen leicht ab und insbesondere in der saisonalen Betrachtung zeigen sich starke Veränderungen (vgl. Abbildung 5). So ist in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit einem leichten Anstieg der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen. Aufgrund geringerer Niederschläge bei steigenden Verdunstungsraten ist dagegen im Sommer von einer deutlichen Abnahme der klimatischen Wasserbilanz und einem Rückgang des natürlichen Wasserdargebots auszugehen. Diese Entwicklung zeichnet sich Mitte des Jahrhunderts bereits ab (vgl. Abbildung 5, blaue Balken) und wird sich Ende des Jahrhunderts nochmal deutlich verstärken (vgl. Abbildung 5, rote Balken). In Bezug auf den Sommer bedeutet das eine sich verschärfende Trockenheit. Dabei ist davon auszugehen, dass dies auch Auswirkungen auf die Bodenfeuchte und somit die Wuchsbedingungen von Pflanzen und die weiteren Bodenfunktionen haben wird.

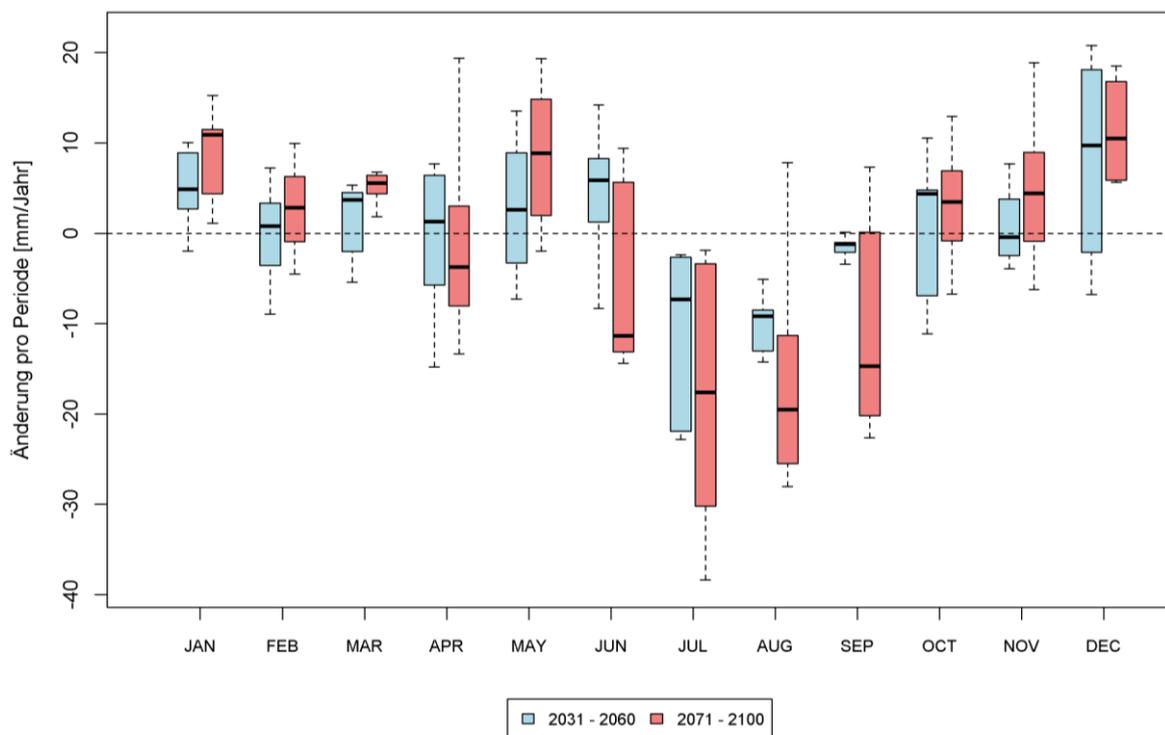


Abbildung 5: Änderung der zukünftigen mittleren monatlichen klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag - potenzielle Verdunstung)

(Quelle: GEO-NET; Basis: korrigiertes DWD-Ensemble für Rheinland-Pfalz 2023)

4. Stürme

Ein Sturm wird als „Wind von großer Heftigkeit, [...] der erhebliche Schäden und Zerstörung anrichten kann“ definiert (DWD 2024). Je nach Windgeschwindigkeit wird zwischen einem Sturm (Beaufort (Bft) 9), schwerem Sturm (Bft 10) oder orkanartigem Sturm (Bft 11) unterschieden. Genau wie Starkregen gehören Stürme zu den seltenen Ereignissen, die nur bedingt statistisch auswertbar sind. Hinzu kommt, dass die regionalen Klimamodelle mit ihrer 5 km x 5 km-Auflösung nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden.

Aus den bisherigen Messdaten und Zukunftsmodellen lässt sich kein spezifischer Trend zur Veränderung des Auftretens von Böen in Mainz ableiten. Dennoch ist davon auszugehen, dass sich aus einer zunehmend wärmer werdenden Atmosphäre (höherer latenter Wärmefluss) ein Potenzial für heftigere Sturm- und Starkwinde, insbesondere auch in Zusammenhang mit Starkgewittern ergibt (Kunz et al. 2023). Obwohl mit den derzeitigen Modellen keine zunehmende Häufigkeit nachweisbar ist, sollten Sturmereignisse angesichts ihres möglichen Schadensausmaßes bei Klimaanpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Das Schadensausmaß kann sich beispielsweise durch eine vorangegangene Trockenheit verschärfen (z. B. vermehrter Windwurf durch mehr Totholzaufkommen, erhöhter Oberflächenabfluss durch Bodenkompaktion, verstärkte Bodenerosion).

Zusammenfassung der klimatischen Kenntage

Die folgenden Aussagen beziehen sich auf den Median des RCP-Szenarios 8.5 und auf das Ende des Jahrhunderts:



TEMPERATURZUNAHME UND HITZE

Zunahme der Jahresmitteltemperaturen

Anstieg der Jahresmitteltemperaturen um 3,8°C auf bis zu 14,4 °C

Häufigere und intensivere Hitzetage und –perioden

Mindestens Verdopplung der Auftrittshäufigkeit von Hitzewellen und der Länge von Hitzeperioden

Mehr Heiße Tage

~ Verdrei- bis vierfachung der Heißen Tage - Im jährlichen Durchschnitt 42,6 Heiße Tage

Mehr Tropennächte

~ 9-mal mehr Tropennächte - Im jährlichen Durchschnitt 18,1 Tropennächte (ohne Berücksichtigung des städtischen Wärmeinseleffekts)

Weniger Frost- und Eistage

~ Halbierung von Frost- und Eistagen - Im jährlichen Durchschnitt 21 Frosttage
Im jährlichen Durchschnitt 5,3 Eistage



STARKREGEN

Häufigeres Auftreten von Starkregenereignissen

Leichter Anstieg von Tagen mit Starkregen - Im jährlichen Durchschnitt Zunahme auf bis zu ein Starkregenereignis (> 30 mm/d)

Zunahme der Niederschlagsintensität

Eine Zunahme der Niederschlagsintensitäten ist wahrscheinlich



TROCKENHEIT

Moderate Zunahme des Jahresniederschlags

Erhöhung des Jahresniederschlags um 38,6 mm/Jahr auf 640,8 mm/Jahr

Trockenere Sommer und feuchtere Winter

Saisonale Verschiebung der klimatischen Wasserbilanz; leichte Zunahme der klimatischen Wasserbilanz im Winter und Frühjahr, starke Abnahme der klimatischen Wasserbilanz im Sommer



STURM

Mindestens gleichbleibende Sturmaktivität

Auch wenn noch keine validen Aussagen zur Änderung des Sturmgeschehens infolge des Klimawandels möglich sind, wird empfohlen, zukünftig mit einer mindestens gleichbleibenden Sturmaktivität in Mainz zu rechnen

Zunahme an Gewitterstürmen

Erhöhung des Schadenspotenzials durch Starkwinde und Starkregen in Verbindung mit vermehrtem Auftreten von Starkgewittern in den Sommermonaten

Abbildung 6: Zusammenfassung der klimatischen Kenntage
(Quelle: Eigene Darstellung)

3.2 Vorhandene Ziele und Pläne

Die Stadt Mainz knüpft mit der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel an bisherige Klimaanpassungsaktivitäten an. Folgende bisherige Analysen, Konzepte und Pläne wurden insbesondere einbezogen:

Titel	Inhalt und Bezug zur Klimaanpassungsstrategie
Projekt KLIMAPRAX (=KLIMawandel in der PRAXis) Stadtklima des Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) (2019)	Untersuchung der Auswirkungen der Klimaänderungen am Beispiel der Modellkommunen Wiesbaden und Mainz sowie Erarbeitung von Lösungsvorschlägen und Handlungsleitfäden (mit Fokus Umsetzung in Planungsprozessen). Projektergebnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Broschüre zu Hitze in der Stadt und kommunale Planung • Planungsleitfaden zur Berücksichtigung klimarelevanter Belange in kommunalen Planungsprozessen • Methodenbaukasten Kommunale Klimaanpassung – Hitze und Gesundheit • Handlungsleitfaden zur kommunalen Klimaanpassung in Hessen – Hitze und Gesundheit • Planungshinweise zum Thema Hitze und Gesundheit, Exceltool mit Planungshinweisen, Beispielmaßnahmen und Hinweise zur Umsetzung • Kartenmaterial (GIS), u.a. Karten zu erwartenden thermischen Belastungen in Mainz, verfügbar unter Link • Link zu KLIMPRAX: Link
Masterplan 100%Klimaschutz aus 2017 und Fortschreibung in 2021/2022	Im Rahmen der ersten Fortschreibung des Masterplans 100% Klimaschutz wurde Klimaanpassung nicht im Detail betrachtet, da dies als Aufgabe der Klimaanpassungsstrategie definiert wurde. Querbezug besteht zu den Maßnahmen aus dem Masterplankonzept <ul style="list-style-type: none"> • B1.1 Klimagerechte Stadtentwicklung und Stadtplanung • B 1.3 Mehr (grüne) Solardächer im Neubau • B 2.1 Roll-out Integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanagement • C 1.3 Integrierte Siedlungs- und Verkehrsplanung: Lebenswerte Straßen und Grünachsen • C 5.1 Parkraummanagement und Rückbau von Flächen • D 1.2 Gebiets/ Quartierslösungen mit Unternehmen
1. Aktivitätenbericht - 2020 - 2016 zum Klimaschutzprozess	<ul style="list-style-type: none"> • Bezug zu Klimaanpassung z.B. bei Baustandards, Grüne Infrastruktur, "Der geschenkte Baum" sowie • Bericht zur Umsetzung der Maßnahmen des Stadtratsbeschlusses zum Klimanotstand: z.B. in Bezug zu Starkwetterereignissen, Grünanlagen, Trinkwasserspender Link
Landschaftsplan der Stadt Mainz (2015)	Planungsgrundlage für die Entwicklung von Grün. Und Freiräumen im Stadtgebiet.
Biodiversitätsstrategie Mainz (2020)	Strategie mit Maßnahmen zur Förderung der Natur in Mainz Link

Gebäudestandards der Stadt (2018)	Im Rahmen der Gebäudestandards werden u.a. klimatischen Standards gesetzt Link
Begrünungs- und Gestaltungssatzung (vom 25. Juni 2022)	„Satzung über die Begrünung und Gestaltung von bebauten Grundstücken innerhalb der Stadt Mainz“ mit Vorgaben zur Begrünung und Gestaltung vor dem Hintergrundklimaanpassung, bspw. Verbot Schottergärten geregelt Link
Örtliche Starkregen- und Hochwasservorsorgekonzepte	Stadtteilspezifische Konzepte zur detaillierten Betrachtung der Gefährdung durch Starkregen und Hochwasser mit anschließender Entwicklung von Maßnahmen. Die Betreuung des Erstellungsprozesses erfolgt durch den Wirtschaftsbetrieb Mainz und für erste Stadtteile liegen Ergebnisse bereits vor. Die Bearbeitung weiterer Stadtteile ist vorgesehen.

*Tabelle 6: Bestandsaufnahme bisherige Konzepte und Pläne
(Quelle: Eigene Darstellung)*

4. Betroffenheitsanalyse

Jede Stadt und Region ist auf Grund ihrer naturräumlichen Lage und der individuellen Begebenheiten im Stadtraum auf unterschiedliche Art und Weise vom Klimawandel betroffen. In der Betroffenheitsanalyse liegt daher der Fokus auf der Bewertung der für das Stadtgebiet von Mainz relevanten Klimafolgen und die entsprechenden Betroffenheiten, die sich aus der räumlichen Lage und den unterschiedlichen Handlungsfeldern, wie Mensch und Gesundheit, der gebauten Umwelt, dem Stadtgrün, der Ver- und Entsorgung, sowie den Gewässern und der Landschaft ergeben. Aus der räumlichen Verteilung der Klimafolgen und den spezifischen Betroffenheiten in den Handlungsfeldern werden anschließend die Handlungsbedarfe und Prioritäten für die Maßnahmenentwicklung abgeleitet.

Zur Ermittlung der spezifischen klimatischen Betroffenheiten in Mainz, wurden die erwarteten Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen auf zwei Ebenen betrachtet (vgl. Abbildung 7). Einerseits wurde untersucht, welche kommunalen Aktivitäten und Handlungsfelder sich am stärksten mit den klimatischen Veränderungen und deren Folgen auseinandersetzen müssen (funktionale Betroffenheit). Darüber hinaus stellte sich die Frage, wo sich im Mainzer Stadtgebiet die am stärksten bzw. die weniger von den Auswirkungen des Klimawandels betroffenen Gebiete befinden (räumliche Betroffenheit).

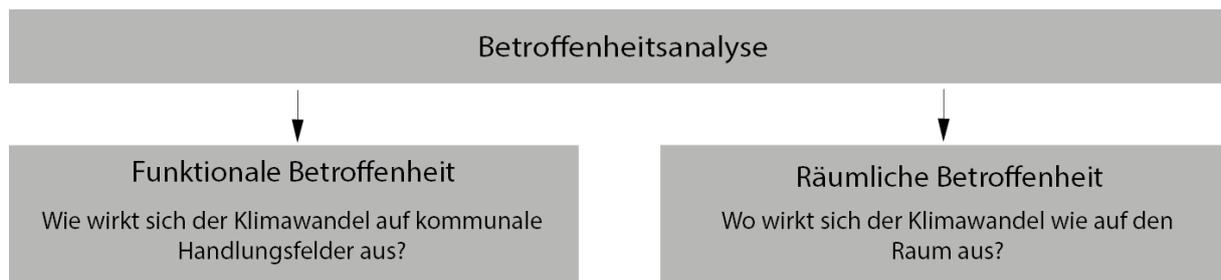


Abbildung 7: Betrachtungsebenen der Betroffenheitsanalyse
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.1 Funktionale Betroffenheit – relevante Handlungsfelder und Themenfelder

Die funktionale Betroffenheit der Stadt Mainz durch den Klimawandel wird durch eine Klimarisikoanalyse ermittelt. Diese zielt auf eine Differenzierung der Betroffenheit unterschiedlicher Handlungsfelder in Mainz ab. Durch die partizipative Bewertung einer Vielzahl von Klimarisiken können somit thematische Schwerpunkte für die Klimafolgenanpassung identifiziert werden. Grundlage für die Klimarisikoanalyse bildet die ISO-Norm 14091:2021 „Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment“ aus dem Jahre 2021, welche 2022 vom Umweltbundesamt aufgegriffen und in dem Leitfaden „Klimarisikoanalyse auf kommunaler Ebene“ angepasst wurde (UBA 2022b). Die Klimarisiken setzen sich dabei aus drei Komponenten zusammen: dem klimatischen Einfluss (vgl. Kapitel 3), der räumlichen Betroffenheit und der Anfälligkeit eines Systems (vgl. Abbildung 8). Die kleinteilige Bewertung der Klimarisiken in fünf Kategorien für Mitte des Jahrhunderts (gering bis hoch) und einer zusätzlichen Kategorie für Ende des Jahrhunderts (sehr hoch) erlaubt daher eine differenzierte Betrachtung von Unterschieden zwischen und innerhalb von Handlungsfeldern.

Entscheidend für die Klimarisikoanalyse ist die partizipative und integrierte Bewertung von relevanten Handlungsfeldern im betrachteten Gebiet, welche möglichst breit gefächert die

wichtigsten Handlungsfelder für die Klimafolgenanpassung abdecken. Im Rahmen der Strategieerstellung wurde unter aktiver Beteiligung lokaler Fachakteur:innen für die verschiedenen Handlungsfelder die abschließende Bewertung der spezifischen Klimawirkungen für die Zukunftsszenarien in Form von Wirkungsketten dargestellt und in einer Übersicht der Klimarisiken zusammengefasst. Die Beteiligung erfolgte durch fünf Workshops (vgl. Kapitel 7.2). Hierdurch werden die lokalen Erfahrungen aus der Praxis eingesammelt und in den Prozess eingebracht. Für die Zukunftsszenarien wird aufgrund des Vorsorgeprinzips und der bisher beobachteten Klimatendenzen das RCP-Szenario 8.5 („kein Klimaschutz“) herangezogen. Durch diese sektorenübergreifende Herangehensweise werden die wichtigsten Klimarisiken auf gesamtstädtischer Ebene sichtbar gemacht und dienen als Schnittstelle für eine priorisierte Maßnahmenentwicklung im Sinne einer integrierten Klimafolgenanpassung.

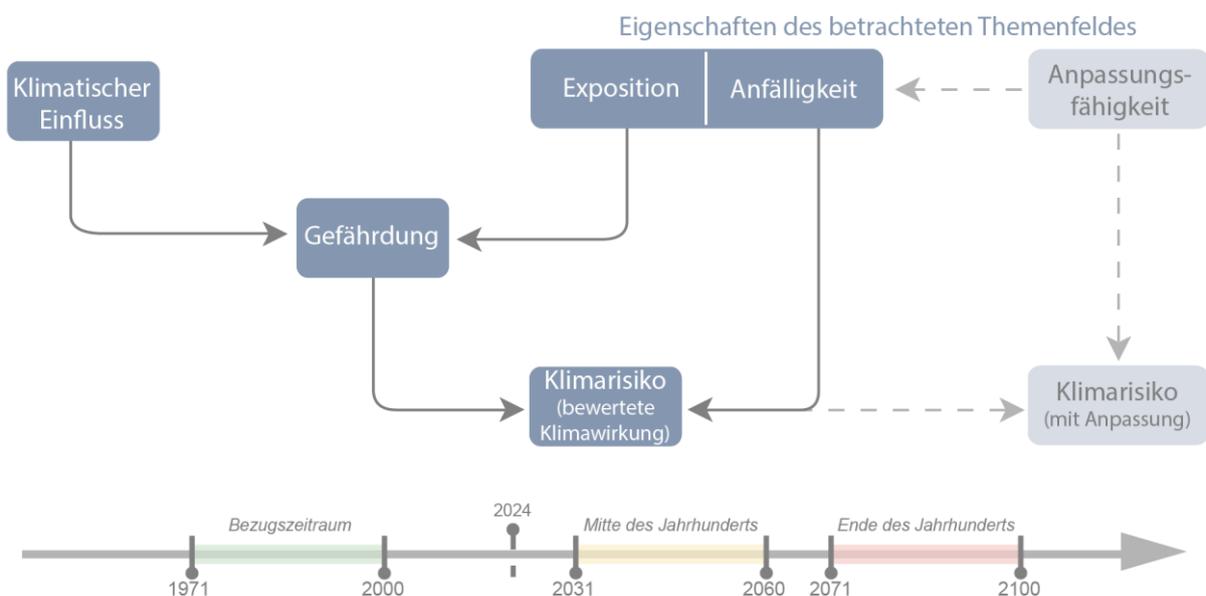


Abbildung 8: Systematik der Klimarisikoanalyse
(Quelle: Eigene Darstellung nach UBA 2022b)

Begriffsdefinitionen befinden sich im Anhang.

In Bezug auf die Klimarisikoanalyse wurden vordergründig folgende Kernfragen betrachtet:

- Wie wirkt sich der Klimawandel heute und in Zukunft in Mainz aus?
- Welche Handlungsfelder sind in Mainz besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen?
- Welche Querverbindungen bestehen zwischen den Klimarisiken?

Für ein besseres Verständnis der Methode und ihrer Ergebnisse wird die Klimawirkungskette zum Handlungsfeld Natur- und Stadtgrün (vgl. Abbildung 9) beispielhaft dargestellt. Die obere Hälfte der Wirkungskette zeigt sowohl die klimatischen Einflüsse und Zusammenhänge und somit die Veränderung von Umweltfaktoren als auch die damit einhergehende Verschiebung von Vegetationsperioden. Der untere Teil der Wirkungskette zeigt die bewerteten Klimawirkungen und dadurch eine Abstufung der Klimarisiken im Handlungsfeld Stadtgrün.

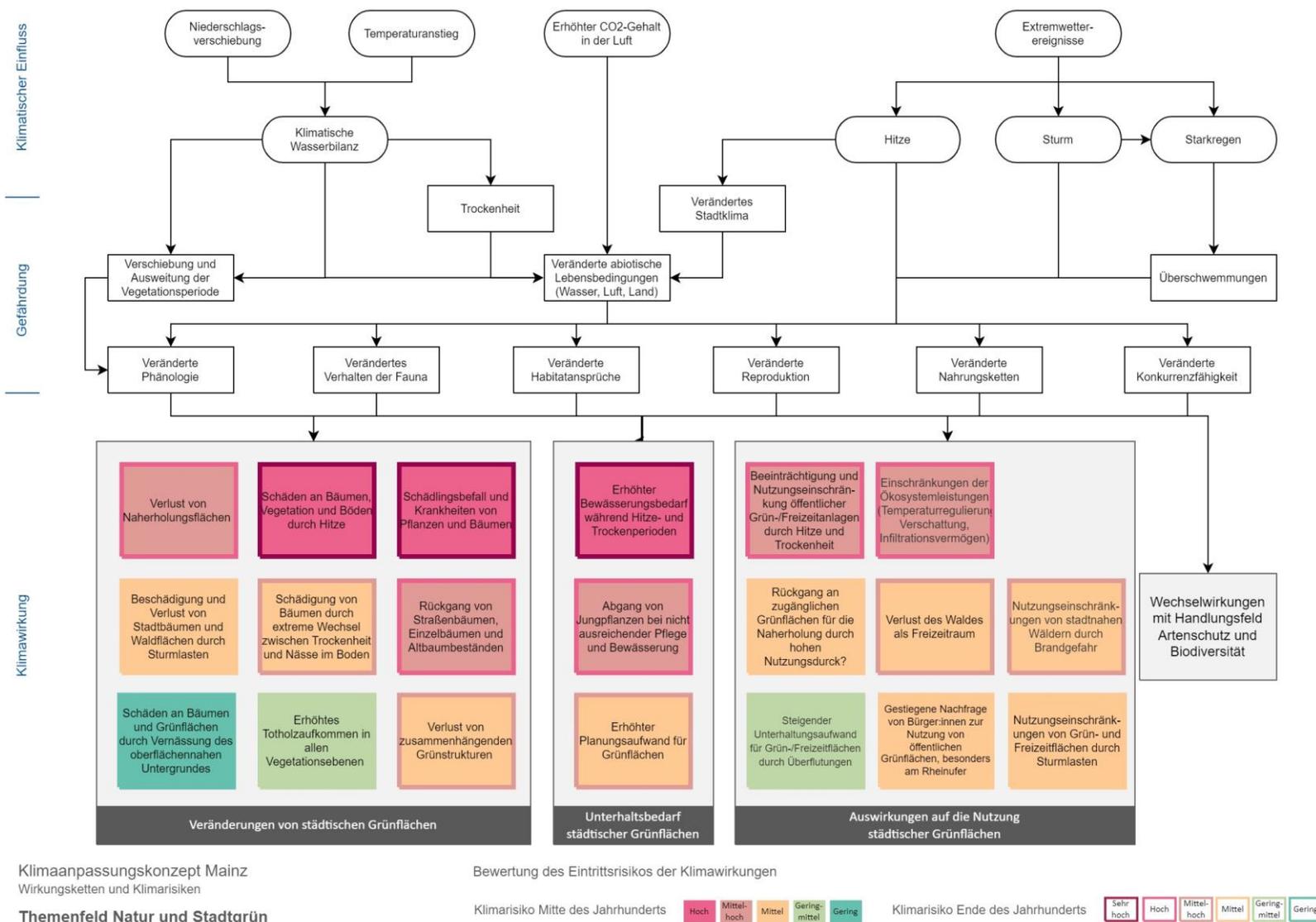


Abbildung 9: Wirkungskette des Handlungsfeldes Natur- und Stadtgrün
(Quelle: Eigene Darstellung)

Synthese

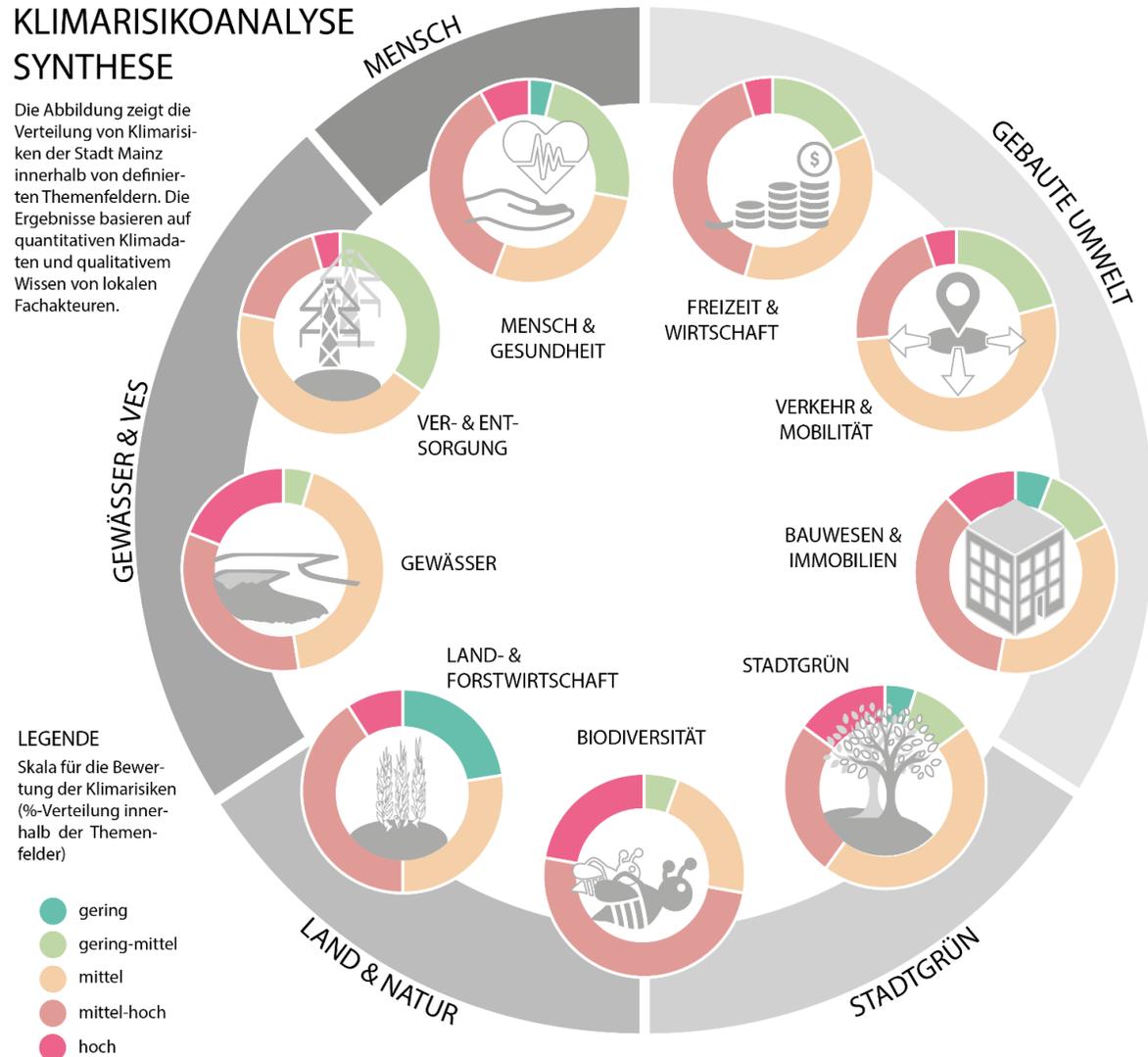
Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt eine Synthese der partizipativ erstellten Klimarisikoanalyse. Die Darstellung bildet die unterschiedliche Verteilung der Höhe von Klimarisiken für Mitte des Jahrhunderts von gering bis hoch ab. Dabei handelt es sich nicht um ein statisches Ergebnis, sondern den derzeitigen Stand eines iterativen Prozesses. Durch neue Erkenntnisse sowie die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen kann und sollte eine Minderung der Klimarisiken erzielt werden. Die zusammengefassten Klimarisiken ergeben sich aus kleinteiligen Klimarisiken, die in den darauffolgenden Tabellen benannt sind und mit den Mainzer Fachakteur:innen diskutiert und bewertet wurden.

Für die Darstellung der Ergebnisse und die Strukturierung der weiteren Arbeit, wurden die 10 behandelten Handlungsfelder in Anlehnung an die Deutsche Klimaanpassungsstrategie (DAS) in fünf Themenfelder eingeteilt:

- Gebaute Umwelt
- Stadtgrün
- Land & Natur
- Gewässer und Ver- und Entsorgung
- Mensch

KLIMARISIKOANALYSE SYNTHESE

Die Abbildung zeigt die Verteilung von Klimarisiken der Stadt Mainz innerhalb von definierten Themenfeldern. Die Ergebnisse basieren auf quantitativen Klimadaten und qualitativem Wissen von lokalen Fachakteuren.



Zusammenfassung der Klimarisiken ab mittel-hoch

- GEBaute UMWELT**
 - Schäden an Gebäuden durch Wasser (Hochwasser, Starkregen) und Hagel
 - Hitze in Gebäuden und damit einhergehende eine Beeinträchtigung ihrer Nutzung (insbesondere bei sensiblen Nutzungen)
 - Schäden an Gebäuden durch Massenbewegungen, Instabilitäten des Untergrunds und Erosion
 - Überschwemmungen und Unterspülung der Straßen- und Schieneninfrastruktur bei Starkregen
 - Aufgeheizte und unverschattete Verkehrsflächen (insbesondere bezüglich Fuß und Rad)
 - Schäden an Verkehrsinfrastrukturen durch umfallende Bäume
 - Verringerte Aufenthaltsqualität in der Altstadt durch Hitzebelastung
 - Beeinträchtigung des Warenverkehrs durch Hoch- oder Niedrigwasser
 - Beeinträchtigung von Logistik und Betriebsabläufen
- STADTGRÜN**
 - Einschränkung und Verlust von Naherholungsmöglichkeiten
 - Schäden an Bäumen, Vegetation und Böden durch Hitze und Trockenheit
 - Einschränkungen der Ökosystemleistungen
- LAND & NATUR**
 - Beschädigung von Pflanzen und Flächen durch zunehmende Trockenheit
 - Schäden an landwirtschaftlichen Flächen durch Starkregen und Erosion oder Hochwasser
 - Beschädigung von Wäldern und damit einhergehend erhöhtes Waldbrandrisiko
 - Einschränkung der Ökosystemleistungen von Naturräumen
 - Beschädigung/ Wegfall von Kulturlandschaften
 - Beeinträchtigung von Feuchtgebieten
 - Verschlechterung der Pflanzen- und Bodengesundheit durch Trockenheit
 - Bodenerosion durch Wind und Wasser
 - Veränderung und Verlust von Arten und Biotopen
- GEWÄSSER & VER- UND ENT-SORGUNG**
 - Schwankungen des Grundwassers
 - Zunahme von Sturzfluten bei Starkregen
 - Zunahme von Niedrigwasser bei Oberflächengewässern und damit einhergehende Qualitätsverluste
 - Beschädigung und Ausfall von Versorgungsanlagen
 - Eingeschränkte Trinkwasserverfügbarkeit
 - Zunahme von Nutzungskonflikten in Bezug auf Wasser
- MENSCH**
 - Erhöhung sozialer Ungleichheiten
 - Auftreten/ Verstärkung (neuer) Krankheiten und Allergien
 - Hitzebelastung der Gesamtbevölkerung
 - Hitzebelastung vulnerabler Gruppen
 - Abnehmende Konzentrations- und Leistungsfähigkeit
 - Belastung der Rettungsdienste durch Hitze und Starkregen

Abbildung 10: Synthese der partizipativ erstellten Klimarisikoanalyse
(Quelle: Eigene Darstellung)

Dem UBA-Leitfaden folgend wurden die Klimarisiken nicht nur für Mitte, sondern auch für das Ende des Jahrhunderts bewertet (vgl. Abbildung 11). Mitte des Jahrhunderts sind in allen Handlungsfeldern mindestens ~60% aller Klimarisiken mit einem mindestens mittleren Risiko bewertet. Die Gegenüberstellung zum Ende des Jahrhunderts verdeutlicht einen nahezu gleichmäßigen Anstieg fast aller Klimarisiken in der fernen Zukunft, sodass Ende des Jahrhunderts in fast allen Handlungsfeldern ~80% der Klimarisiken mindestens als mittel eingestuft werden. Im Vergleich zur Mitte des Jahrhunderts nimmt die Gewissheit der Bewertungen in den meisten Fällen jedoch ab, da die klimatischen und insbesondere systemischen Unsicherheiten (z. B. demografische und sozio-ökonomische Veränderungen) wachsen. In der Gesamtheit werden die Klimarisiken in Bezug auf Artenschutz und Biodiversität und Gewässer am höchsten bewertet.

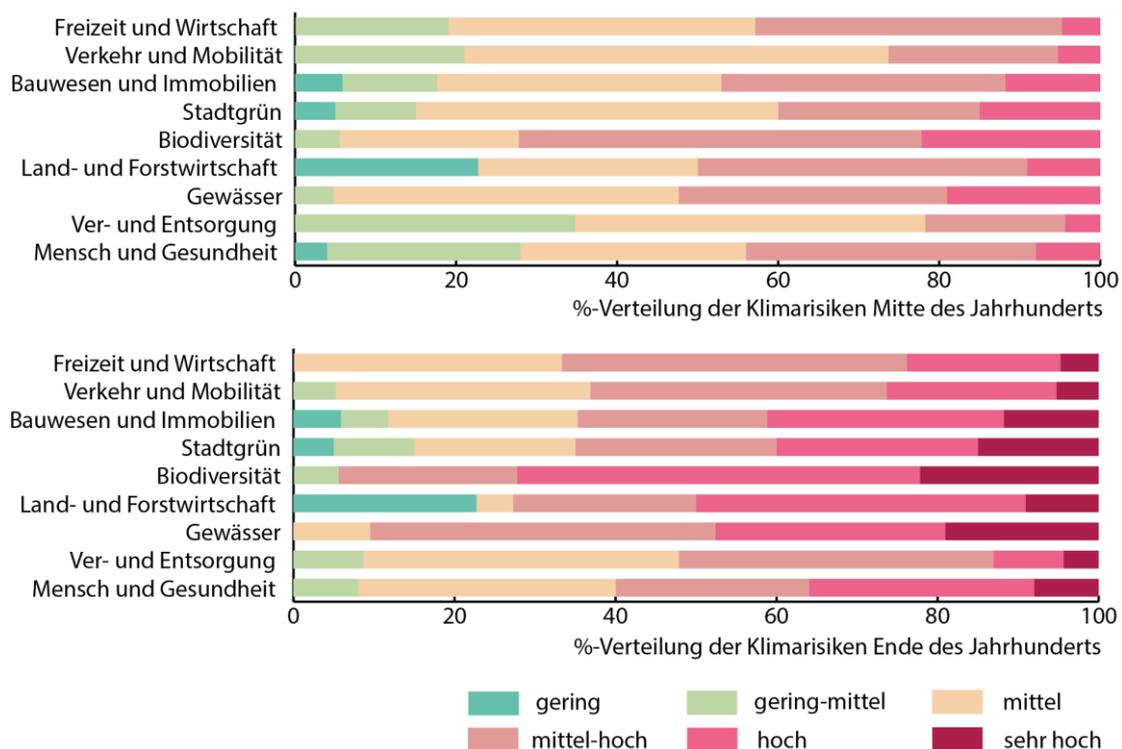


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Klimarisiken je Themenfeld für Mitte und Ende des Jahrhunderts (Quelle: Eigene Darstellung)

Details je Handlungsfeld

Die nachfolgenden Tabellen stellen eine Übersicht über alle besonders relevanten Klimarisiken (ab mittel-hoch) je Themenfeld dar. Die zusammengefassten Klimarisiken der Übersichtsgrafik ergeben sich aus kleinteiligen Klimarisiken, die in der Tabelle benannt sind und mit den Fachakteur:innen im Rahmen der ersten Workshopreihe diskutiert und bewertet wurden. Eine vollständige Abbildung aller Klimarisiken und Querverbindungen ist den Klimawirkungsketten im Anhang zu entnehmen.

Gebaute Umwelt

Klimarisiken (ab mittel-hoch)	Zusammenfassung der Klimarisiken
<ul style="list-style-type: none"> • Schäden an Gebäuden durch Flusshochwasser • Schäden an Gebäuden durch unkontrollierte Oberflächenabflüsse • Schäden an Gebäuden durch Hagel, Sturm und Windwurf 	Schäden an Gebäuden durch Wasser (Hochwasser, Starkregen) und Hagel
<ul style="list-style-type: none"> • Verschlechterung des Innenraumklimas und Überhitzung von öffentlichen und privaten Gebäuden • Rückgang der Nutzungsqualität von Bürogebäuden bei Hitze (Arbeitsschutz) • Erhöhter Kühlungs- und Energiebedarf in Gebäuden • Beeinträchtigung von Nutzungsabläufen innerhalb sozialer Infrastrukturen 	Hitze in Gebäuden und damit einhergehende eine Beeinträchtigung ihrer Nutzung (insbesondere bei sensiblen Nutzungen)
<ul style="list-style-type: none"> • Schäden an Gebäuden durch Massenbewegungen, Instabilitäten des Untergrunds und Erosion 	Schäden an Gebäuden durch Massenbewegungen, Instabilitäten des Untergrunds und Erosion
<ul style="list-style-type: none"> • Überschwemmungen und Unterspülung der Straßen- und Schieneninfrastruktur bei Starkregen 	Überschwemmungen und Unterspülung der Straßen- und Schieneninfrastruktur bei Starkregen
<ul style="list-style-type: none"> • Aufheizen von Verkehrs- & Freiflächen und Hitzeschäden an Straßen- und Schieneninfrastruktur (z.B. Blow-ups) • Eingeschränkter "Verkehrskomfort" für Fuß- und Radverkehr aufgrund von Hitzebelastung 	Aufgeheizte und unverschattete Verkehrsflächen (insbesondere bezüglich Fuß und Rad)
<ul style="list-style-type: none"> • Schäden an Verkehrsinfrastrukturen durch umfallende Bäume 	Schäden an Verkehrsinfrastrukturen durch umfallende Bäume
<ul style="list-style-type: none"> • Verringerte Aufenthaltsqualität in der Altstadt durch Hitzebelastung 	Verringerte Aufenthaltsqualität in der Altstadt durch Hitzebelastung
<ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigung des Warenverkehrs über Wasserstraßen durch Niedrigwasser • Beeinträchtigung des Warenverkehrs über Wasserstraßen durch Hochwasser 	Beeinträchtigung des Warenverkehrs durch Hoch- oder Niedrigwasser
<ul style="list-style-type: none"> • Störung von Betriebs- und Produktionsprozessen durch Überflutung oder Überschwemmung • Wirtschaftliche Schäden durch betriebliche Verzögerungen und Ausfälle • Beeinträchtigung des internationalen Warenverkehrs • Beeinträchtigung der Versorgung mit Rohstoffen und Zwischenprodukten (international) 	Beeinträchtigung der von Logistik und Betriebsabläufen

Tabelle 7: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Gebaute Umwelt" (Quelle: Eigene Darstellung)

Stadtgrün

Klimarisiken (ab mittel-hoch)	Zusammenfassung der Klimarisiken
<ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigung und Nutzungseinschränkung öffentlicher Grün-/Freizeitanlagen durch Hitze und Trockenheit • Verlust von Naherholungsflächen 	Einschränkung und Verlust von Naherholungsmöglichkeiten
<ul style="list-style-type: none"> • Schädlingsbefall und Krankheiten von Pflanzen und Bäumen • Rückgang von Straßenbäumen, Einzelbäumen und Altbaumbeständen • Schäden an Bäumen, Vegetation und Böden durch Hitze • Erhöhter Bewässerungsbedarf während Hitze- und Trockenperioden • Abgang von Jungpflanzen bei nicht ausreichender Pflege und Bewässerung 	Schäden an Bäumen, Vegetation und Böden durch Hitze und Trockenheit
<ul style="list-style-type: none"> • Einschränkungen der Ökosystemleistungen (Temperaturregulierung, Verschattung, Infiltrationsvermögen) 	Einschränkungen der Ökosystemleistungen

Tabelle 8: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Stadtgrün" (Quelle: Eigene Darstellung)

Land und Natur

Klimarisiken (ab mittel-hoch)	Zusammenfassung der Klimarisiken
<ul style="list-style-type: none"> • Trockenschäden • Befall durch Schädlinge und Zunahme von Pflanzenkrankheiten • Schäden an landwirtschaftlichen Flächen durch zunehmende Trockenheit • Qualitäts- und Ertragseinbußen von Ernteprodukten / Ernteauffälle • Erhöhter Bewässerungsbedarf landwirtschaftlicher Flächen • Beschädigung von Bäumen entlang von Feldern 	Beschädigung von Pflanzen und Flächen durch zunehmende Trockenheit
<ul style="list-style-type: none"> • Schäden an landwirtschaftlichen Flächen durch Starkregen und Erosion oder Hochwasser 	Schäden an landwirtschaftlichen Flächen durch Starkregen und Erosion oder Hochwasser
<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhtes Waldbrand- und Astabwurfisiko aufgrund von Trockenheit • Schäden an Bäumen und Wäldern durch Schädlingsorganismen, Trockenheit und Hitze • Verjüngung der Wälder 	Beschädigung von Wäldern und damit einhergehend erhöhtes Waldbrandrisiko
<ul style="list-style-type: none"> • Einschränkung der Ökosystemleistungen (Nutz-, Erholungs- und Schutzfunktionen) • Verminderte Ökosystemdienstleistungen (Wasser, Temperaturregulierung, Verschattung, ...) 	Einschränkung der Ökosystemleistungen von Naturräumen
<ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung/ Wegfall von Kulturlandschaften (insbesondere Wein- und Obstbau) 	Beschädigung/ Wegfall von Kulturlandschaften

<ul style="list-style-type: none"> • Beeinträchtigung von Feuchtgebieten? 	Beeinträchtigung von Feuchtgebieten
<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von Pflanzen- und Baumkrankheiten durch Hitze- und Trockenstress • Brand- und Astwurfrisiko aufgrund der Trockenheit • (insbesondere Grünastbrüche) • Rückgang der Bodenbiodiversität und der mikrobiellen Aktivität (insbesondere durch Trockenheit) • Einschränkung der Bodenfunktionen (Versickerung, Nährstoffhaushalt) durch Verdichtung und Trockenheit • Rückgang der Filter-, Puffer-, Habitat- und Produktionsfunktion der Böden durch schwankenden Wassergehalt 	Verschlechterung der Pflanzen- und Bodengesundheit durch Trockenheit
<ul style="list-style-type: none"> • Bodenerosion durch Wasser und Wind 	Bodenerosion durch Wind und Wasser
<ul style="list-style-type: none"> • Verlust der Artenvielfalt durch Verschieben von Arealen • Ausbreitung invasiver wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten bei zunehmender Trockenheit • Störung von Biotopen und Habitaten • Verlust ganzer Biotoptypen durch Artenverschiebungen 	Veränderung und Verlust von Arten und Biotopen

Tabelle 9: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Land und Natur" (Quelle: Eigene Darstellung)

Gewässer und Ver- und Entsorgung

Klimarisiken (ab mittel-hoch)	Zusammenfassung der Klimarisiken
<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Nutzungskonflikte in Bezug auf die Nutzung des verfügbaren Grundwassers • Verstärkung der jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels • Rückgang des mittleren Grundwasserstandes/ Niedriger Grundwasserspiegel 	Schwankungen des Grundwassers
<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von Sturzfluten bei Starkregen 	Zunahme von Sturzfluten bei Starkregen
<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von Niedrigwasserständen in Trockenperioden • Austrocknen von Oberflächengewässern und kleinen Fließgewässern • O₂-Mangel im Wasser durch Nährstoffeinträge und Erwärmung • Erhöhte Algenbelastung in Oberflächengewässern • Rückgang der Gewässerqualität von Oberflächengewässern durch steigende Temperaturen 	Zunahme von Niedrigwasser bei Oberflächengewässern und damit einhergehende Qualitätsverluste
<ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung und Ausfall von Versorgungsanlagen und -netzen durch Extremwetterereignisse 	Beschädigung und Ausfall von Versorgungsanlagen

<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Trinkwasserverfügbarkeit 	Eingeschränkte Trinkwasserverfügbarkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Verfügbarkeit von Kühlwasser für thermische Kraftwerke • Eingeschränkte Wasserverfügbarkeit aus dem Grundwasser 	Zunahme von Nutzungskonflikten in Bezug auf Wasser

Tabelle 10: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld " Gewässer und Ver- und Entsorgung"
(Quelle: Eigene Darstellung)

Mensch

Klimarisiken (ab mittel-hoch)	Zusammenfassung der Klimarisiken
<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der sozialen Ungleichheiten durch höhere Vulnerabilitäten bestimmter Bevölkerungsgruppen 	Erhöhung sozialer Ungleichheiten
<ul style="list-style-type: none"> • Auftreten neuer allergischer Reaktionen (pflanzlichen und tierischen Ursprungs) bzw. mehr giftiger Pflanzenarten • Steigendes Hautkrebsrisiko durch intensivere UV-Strahlung und verändertes Freizeitverhalten • Zunahme psychischen Erkrankungen durch Wissen um Klimawandelfolgen 	Auftreten/ Verstärkung (neuer) Krankheiten und Allergien
<ul style="list-style-type: none"> • Hitzebelastung, Hitzestress und zunehmende Herz-Kreislauf-Belastung • Atembeschwerden durch bodennahes Ozon und verschlechterte Luftqualität 	Hitzebelastung der Gesamtbevölkerung
<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Arbeitsleistung durch sinkende Konzentrations- und Leistungsfähigkeit (insbesondere auch in Schulen) • Belastung sozialer Infrastrukturen (Kitas, Schulen, Pflegedienste...) durch Hitzefolgen • Erhöhte hitzebedingte Mortalität bei vulnerabler Bevölkerung • Beeinträchtigung und erhöhte Unsicherheit von Tätigkeiten im Freien durch Extremwetter 	Hitzebelastung vulnerabler Gruppen
<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Arbeits- und Produktionsleistung durch sinkende Konzentrations- und Leistungsfähigkeit 	Abnehmende Konzentrations- und Leistungsfähigkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Belastung der Rettungsdienste, Krankenhäuser und Ärzte während Extremwetterereignissen • Behinderung von Rettungswegen durch Starkregenüberschwemmungen und umgestürzte Bäume 	Belastung der Rettungsdienste durch Hitze und Starkregen

Tabelle 11: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Mensch"
(Quelle: Eigene Darstellung)

4.2 Räumliche Betroffenheit – relevante Flächen

Die funktionale Betroffenheitsanalyse betrachtet die sich ändernden Herausforderungen des bereits zu beobachtenden und zukünftigen Klimawandels auf wesentliche Handlungsfelder im Stadtgebiet von Mainz mit Blick auf die Handlungserfordernisse, die sich hieraus für die städtische Verwaltung ergeben.

Ergänzend dazu stellt die Analyse der räumlichen Betroffenheiten die Verteilung der klimatischen Einflüsse wie Hitze, Trockenheit, Starkregen und Flusshochwasser, sowie deren Folgen für das gesamte Mainzer Stadtgebiet dar. Diese sind in Form von neun Themenkarten räumlich abgebildet und textlich erläutert. Abschließend werden alle besonders hohen klimatischen Betroffenheiten in der Fokusraumkarte überlagert dargestellt. Auf diese Weise entstehen räumliche Informationen zur Hervorhebung der lokal unterschiedlichen Auswirkungen des Klimawandels in Mainz, die als Planungsinstrumente für die priorisierende Umsetzung von Maßnahmen herangezogen werden.

Die Themenkarten basieren auf Gutachten und Geodaten, die auf stadt-, landes- oder bundesweiter Ebene vorliegen. Dazu werden die Ergebnisse und Geodaten für die unterschiedlichen Themen aufbereitet und zusammengefasst. Dieser Prozess erfolgte ebenfalls unter Beteiligung von Fachakteur:innen.

4.2.1 Hitzebelastung und Grünflächenversorgung am Tag

Eine besonders hohe Hitzebelastung tritt an wolkenfreien, heißen Tagen mit starker Sonneneinstrahlung und ohne übergeordnete Windströmungen auf (eine sogenannte autochthone Wetterlage). An diesen Tagen sind städtische Grünflächen mit einem möglichst hohen Verschattungsgrad und Verdunstungsraten als kühlende Aufenthaltsbereiche für die Bevölkerung von hoher Bedeutung. Dementsprechend tritt die Hitzebelastung im Stadtgebiet in Folge unterschiedlicher Versiegelungsgrade, Bebauungsdichten und Luftzirkulationen räumlich differenziert auf und führt zur Ausprägung sogenannter Hitze-Hot-Spots. Die Verfügbarkeit und Erreichbarkeit kühlender Grün- und Freizeitflächen im näheren Umfeld dieser besonders heißen Bereiche im Stadtgebiet können so identifiziert und in der Stadtplanung berücksichtigt werden. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang auch die Lage von Einrichtungen, deren Bewohner:innen bzw. Nutzer:innen als besonders sensibel für Hitze einzuschätzen sind. Zu diesen Gruppen gehören ältere Menschen, Vorerkrankte und Kleinkinder.

Im Zeitraum von 1991 bis 2020 sind im Durchschnitt 16 und maximal 34 heiße Tage (Maximaltemperatur über 30 °C) pro Jahr im Bereich der Wetterstation Mainz-Lerchenberg gemessen worden (DWD). Damit fällt die Hitzebelastung am Tag in Mainz deutlich höher aus als im deutschlandweiten Durchschnitt.

Es ist davon auszugehen, dass belastende Wetterlagen im Innenstadtbereich und weiteren dicht bebauten Stadtteilen verstärkt auftreten. Laut der KlimPrax-Studie (DWD 2017) ist die Anzahl an heißen Tagen in der Mainzer Innenstadt um bis zu 4-mal höher als im Vergleich zu den kühlest und gut beschatteten Waldflächen im Umland. Starke Temperaturdifferenzen zwischen versiegelten Freiflächen und gut verschatteten Grünflächen können dabei auch sehr kleinräumig auftreten.

Mit dem Klimawandel erhöht sich auch die Anzahl an heißen Tagen, insbesondere in den stark versiegelten Bereichen der Stadt Mainz. Laut Daten des Kompetenzzentrums für Klimawandelfolgen

Rheinland-Pfalz und der KlimPrax-Studie ist bis Mitte und Ende des Jahrhunderts im ungünstigsten Klimaszenario RCP8.5 mindestens von einer Verdoppelung des Auftretens von heißen Tagen, vor allem in den Sommermonaten, auszugehen.

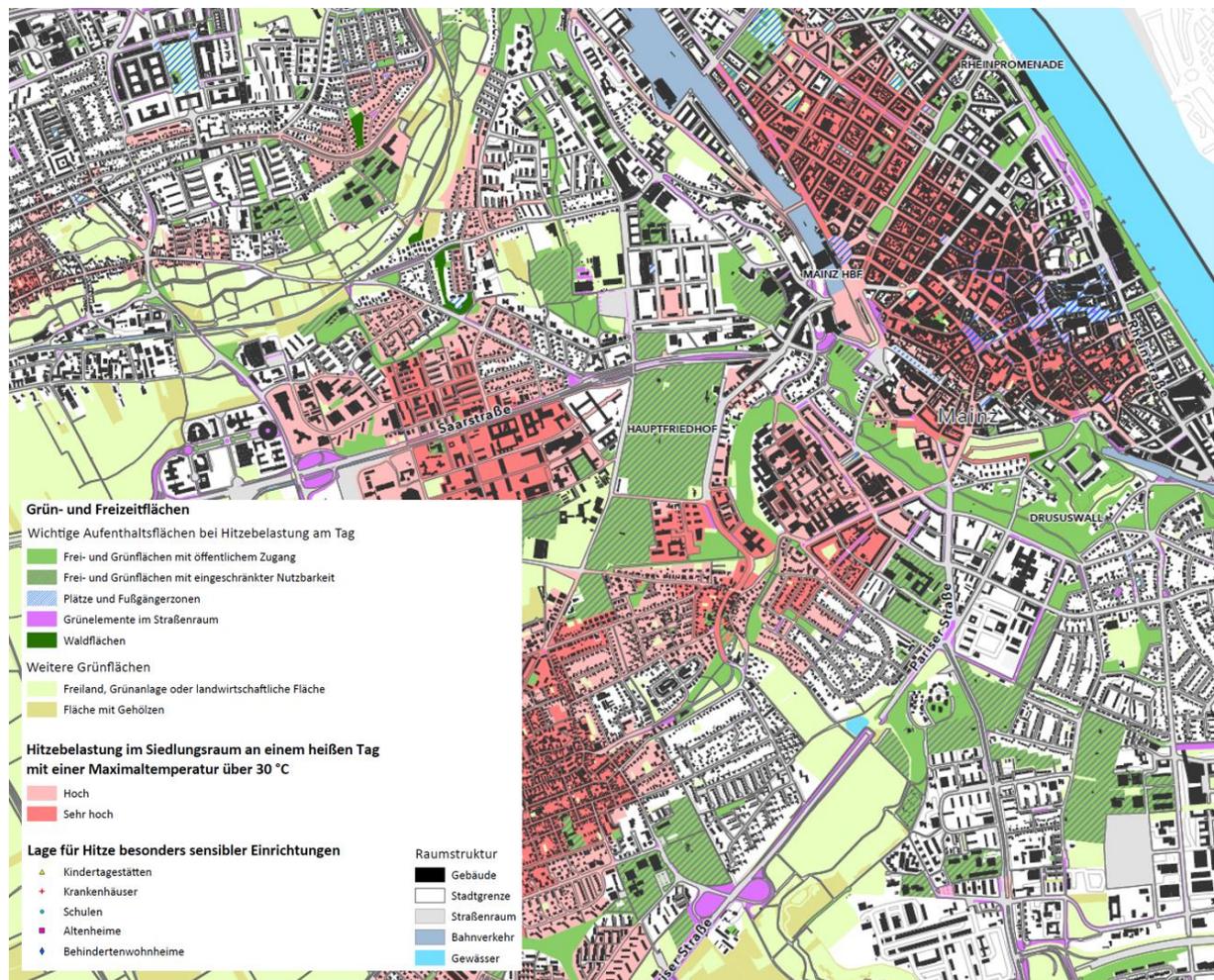


Abbildung 12: Ausschnitt der Themenkarte Hitzebelastung und Grünflächenversorgung am Tag (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS)

4.2.2 Stadtklima in der Nacht nach einem warmen Sommertag

Bebaute und versiegelte Flächen bilden sogenannte städtische Wärmeinseln aus, die in Nächten im Anschluss an einen warmen Sommertag mit hoher Sonneneinstrahlung und geringer übergeordneter Luftströmungen besonders ausgeprägt sind. Die Intensität der nächtlichen Überwärmung wird dabei im Wesentlichen durch den Versiegelungsgrad bzw. dem Grünflächenanteil und die Bebauungsdichte von Flächen bestimmt, die in der Nacht auf Grund der verschiedenen Ausstrahlungseigenschaften unterschiedlich stark auskühlen. Dadurch entstehen Temperaturunterschiede, welche Ausgleichsprozesse in Form von Kaltluftströmungen von den Kaltluftentstehungsgebieten zu den stärker erwärmten Stadtbereichen zur Folge haben.

Je nach Ausprägung entstehen hierbei auch besonders wichtige Luftströmungen entlang von Schneisen und von Grünflächen ohne wesentliche Bebauungsstrukturen, die als Leitbahnen bedeutende Kaltluftvolumina tief in dichter besiedelte Stadtgebiete transportieren. Insbesondere

größere Gebäude und auch Wälder stellen ein Strömungshindernis für die zufließende Kaltluft dar, was den Wärmeinseleffekt in dicht bebauten Stadtteilen verstärkt. Für die lokale Kaltluftentstehung und kühlende Ausgleichsprozesse in der Nacht sind auch innerstädtische Grünflächen von hoher Bedeutung für das lokale Klima innerhalb der Stadtteile. Durch den Klimawandel ist von einer deutlichen Zunahme der belastenden Wetterlagen mit hohen Nachttemperaturen im Sommer auszugehen.

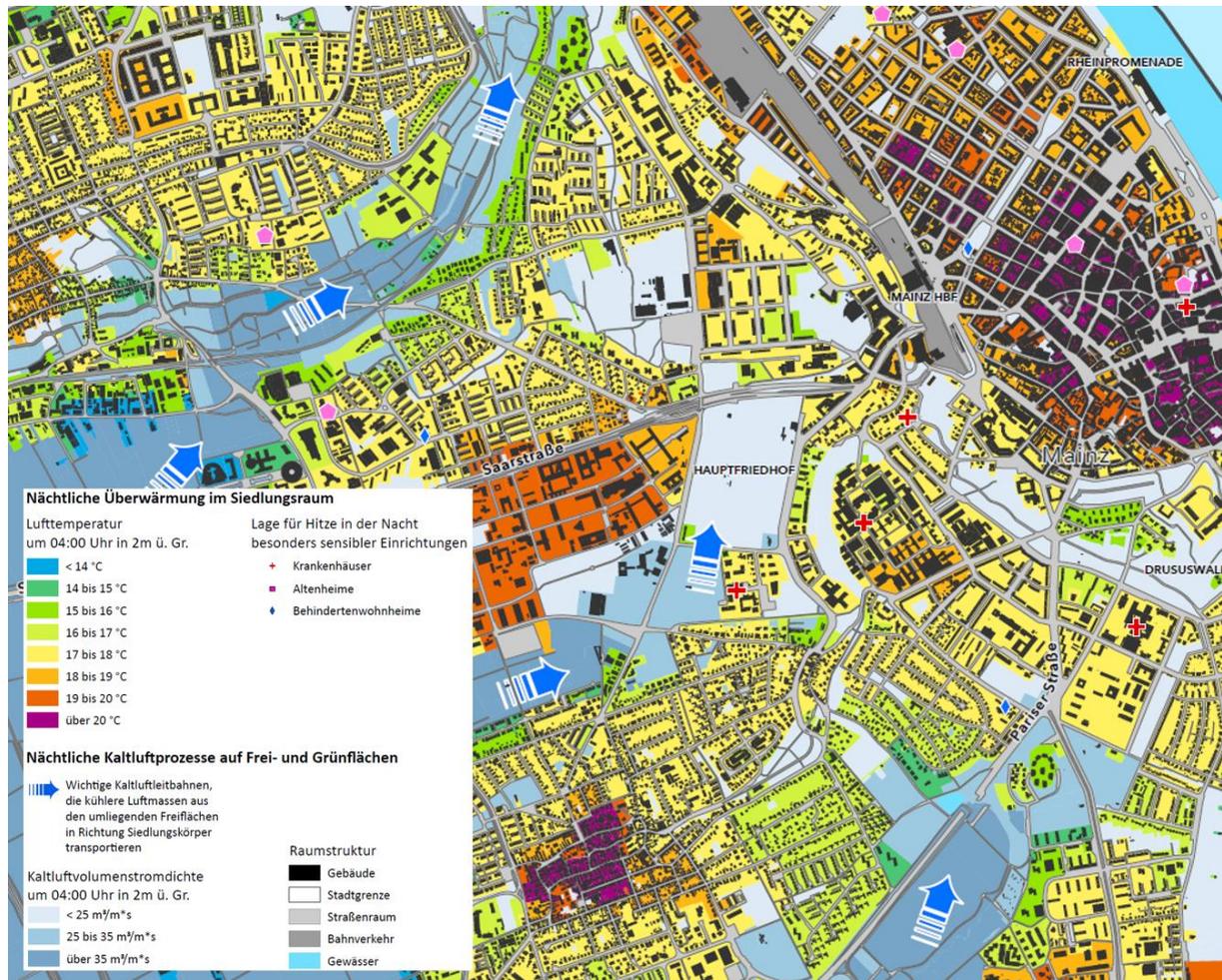


Abbildung 13: Ausschnitt der Themenkarte Stadtklima in der Nacht nach einem warmen Sommertag (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS)

4.2.3 Starkregen

Grundlage für die Analyse der räumlichen Betroffenheit „Starkregen“ ist die veröffentlichte Sturzflutgefahrenkarte des Landes Rheinland-Pfalz (max. Wassertiefen für SRI 7 und SRI 10, Wasserwirtschaftsverwaltung RLP 2023).

Die Ergebnisse der Sturzflutgefahrenkarte basieren auf einem digitalen Oberflächenmodell mit einer Auflösung von 1x1 m. Fließhindernisse wie Gebäude, Brücken, Durchlässe und vergleichbare Strukturen sind (teilweise vereinfacht) berücksichtigt. Weitere Hinweise zur Sturzflutgefahrenkarte sind auf den Internetseiten des LfU verfügbar.

Aus den Ergebnissen wurden Überflutungsschwerpunkte für das Stadtgebiet von Mainz identifiziert und aufbereitet. Insbesondere entlang der Gewässerverläufe können sich höhere Wassertiefen ausbilden. Eine Überlagerung von starkregenbedingten Überflutungen und hochwasserbedingten Überschwemmungen kann nicht ausgeschlossen werden. Ergänzend zur Betrachtung der landesweiten Sturzflutgefahrenkarte wurden Fließwege durch eine topographische Analyse auf Basis des digitalen Geländemodells (1x1 m Auflösung) und der Fließhindernisse (Gebäude) ermittelt. Dabei handelt es sich um eine statische Analyse potenzieller Fließwege. Anhand der topographischen Analyse wurden die Hauptfließwege ab einem hydrologischen Einzugsgebiet von größer 5.000 km² ermittelt. Anhand der Themenkarte können besonders neuralgische Überflutungsschwerpunkte identifiziert und die topografischen Verhältnisse anhand der Fließwege dargestellt werden.

In Abbildung 14 werden beispielhaft die max. Wassertiefen für SRI 7 und die topographischen Fließwege in Bretzenheim dargestellt.

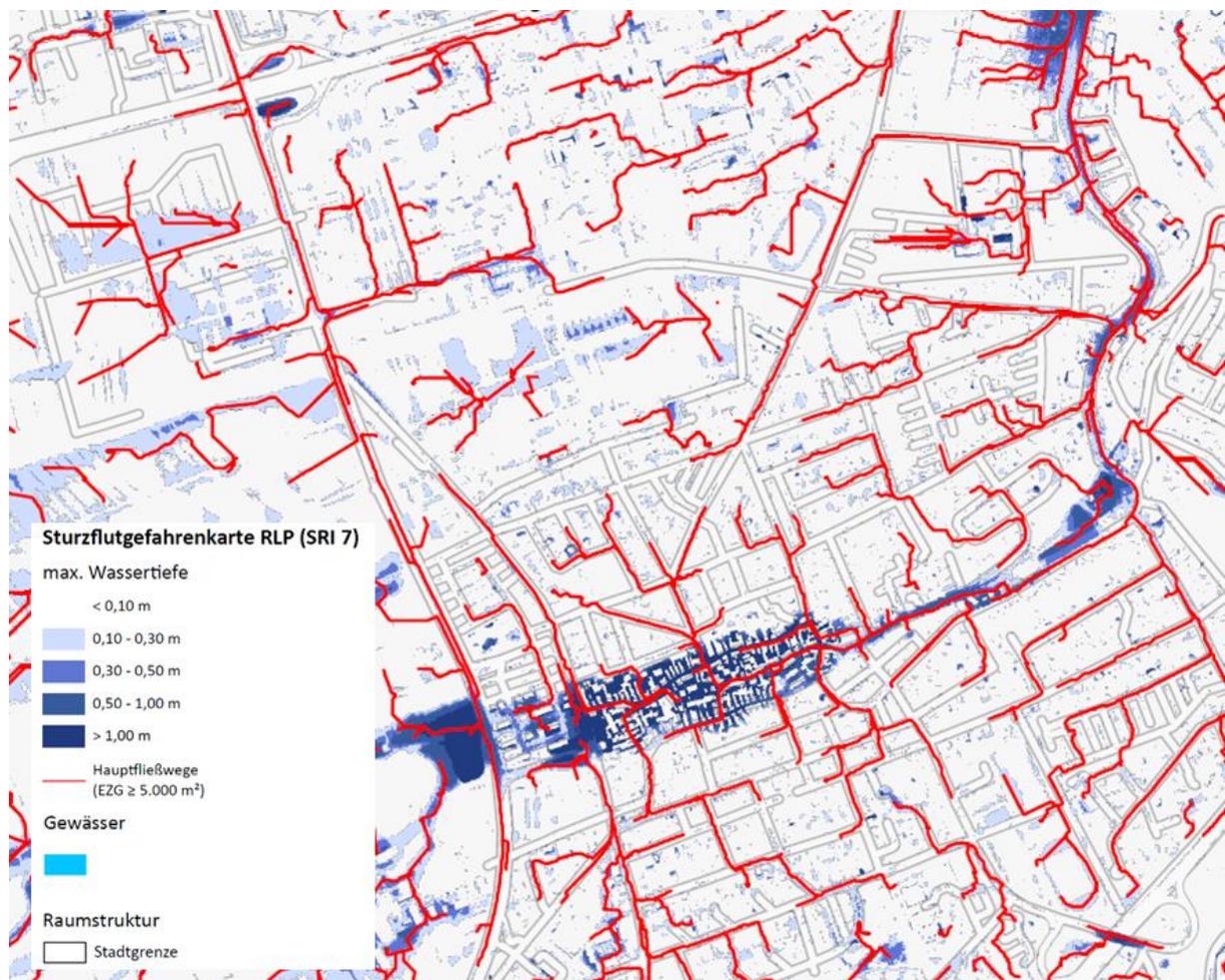


Abbildung 14: Ausschnitt der Themenkarte Starkregen
(Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVerGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Datengrundlage: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2024)

Im Zuge des Klimawandels ist mit Veränderungen von Starkregenereignissen zu rechnen. Untersuchungen zeigen, dass Starkregenereignisse in Zukunft häufiger auftreten bzw. intensiver werden. Daher ist zu erwarten, dass sich bereits vorhandene Überflutungsschwerpunkte zukünftig weiter ausdehnen bzw. häufiger betroffen sind.

4.2.4 Retention und Erosion im Außenbereich

Im Falle eines Starkregens kann es zu Erosion von Boden insbesondere aus dem Außengebiet in Richtung Siedlung kommen. Gleichzeitig weisen Außengebiete das Potenzial auf, Oberflächenwasser gezielt zurückzuhalten. Eine Überlagerung dieser Boden- und Geländeeigenschaften erfolgt in der Themenkarte „Retention und Erosion im Außenbereich“. Grundlage bildeten die Daten des Landes Rheinland-Pfalz. Diese Daten wurden mit den identifizierten Hauptfließwegen überlagert. Zusätzlich wurden die sogenannten Außengebiete anhand der topografischen Grundlagen identifiziert. Dies sind im Wesentlichen unbefestigte Gebiete, aus denen Abflüsse in Richtung der Siedlungskörper der Stadt Mainz abfließen können. Ein Ausschnitt der Themenkarte wird beispielhaft in Abbildung 15 dargestellt.

In Mainz ist das Gelände in der Nähe zum Rhein etwas weniger bewegt. Mit zunehmendem Abstand zum Rhein wird die Topographie steiler, wodurch sich das Erosionspotenzial erhöht. Dadurch ergeben sich Außengebiete, aus denen topographisch bedingt das Wasser über die dargestellten Hauptfließwege in die Siedlungsbereiche gelangt. Die Landnutzung der Außengebiete wird durch die Landwirtschaft dominiert. In Abhängigkeit von der Topographie besteht auf vereinzelt Flächen eine hohe bis sehr hohe Erosionsgefahr.

Bodenerosion kann zu einer qualitativen Verschlechterung des Bodens sowie zu Beeinträchtigungen von Ökosystemen führen. Eine erhöhte Abflussbildung birgt das Risiko von erhöhtem Bodenabtrag. Über die Hauptfließwege gelangt erodiertes Bodenmaterial in die angrenzenden Siedlungsbereiche, wodurch Schäden an Infrastruktur und Siedlungen entstehen können.

Mit Blick auf den Klimawandel ist zu erwarten, dass diese Gefahren zunehmen könnten. Sich verändernde Niederschlagsmuster und zunehmende Extremereignisse führen zu einer Verstärkung der Erosionsgefährdung und Abflussbildung. Maßnahmen zur Minimierung der Erosion sind damit unerlässlich.

Schäden durch Erosion können zum Beispiel durch eine Minimierung der Bodenerosion verhindert werden. Beispielhafte Maßnahmen dafür sind die Minimierung der Hangneigung von landwirtschaftlichen Flächen bspw. durch das Anlegen von Terrassen, aber auch das Anpassen der Bewirtschaftungsform (bspw. Streifenbewirtschaftung entlang von Konturlinien, Mulchen usw.). Der Fokus sollte dabei auf Landwirtschaftsflächen in den Außengebieten gelegt werden, sodass der Eintrag in die Siedlungsgebiete und die negativen Folgen für die landwirtschaftlichen Flächen möglichst minimiert wird. Eine weitere Möglichkeit zur Reduktion sind Retentionsmaßnahmen entlang der Hauptfließwege.



Abbildung 15: Ausschnitt der Themenkarte Retention und Erosion im Außenbereich (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Datengrundlage: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz und Landesamt für Geologie und Bergbau, 2024)

4.2.5 Risiko für Bodentrockenheit auf Frei- und Grünflächen

Der Klimawandel verursacht neben der Temperaturerhöhung auch eine Veränderung der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung, die sich insbesondere auch mit verlängerten Trockenperioden in den Sommermonaten äußert. Daraus entstehen weitreichende Folgen und Herausforderungen für die Vegetation und Biodiversität, das Grünflächenmanagement, die Wasserwirtschaft sowie für die Land- und Forstwirtschaft. Das Risiko für die Trockenheit der Böden wird auf Grundlage der nutzbaren Feldkapazität bewertet (beispielhafter Ausschnitt vgl. Abbildung 16). Dadurch ergibt sich ein Näherungsfaktor für die Einschätzung der möglichen lokalen Auswirkungen auf die Bodenfunktionen bei länger anhaltenden Trockenperioden. Böden mit einem erhöhten Risiko sind demzufolge empfindlicher und können bei Trockenheit weniger Feuchtigkeit bereitstellen, was sich in Schäden der Vegetation bzw. Ernteverlusten und einem höheren Managementaufwand äußern kann.

Im Zeitraum von 1991 bis 2020 sind im Durchschnitt 259 Trockentage (Niederschlagsmenge unter 1 mm) pro Jahr im Bereich der Wetterstation Mainz-Lerchenberg beobachtet worden (DWD). Die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag minus potenzielle Verdunstung) fällt in der Region mit durchschnittlich -100 mm pro Jahr schon heute negativ aus, was auf die bereits vorkommenden Trockenperioden hinweist.

Mit dem Klimawandel verändert sich laut Daten des Kompetenzzentrums für Klimawandelfolgen Rheinland-Pfalz bis Mitte und Ende des Jahrhunderts im ungünstigsten Klimaszenario RCP8.5 die jahreszeitliche Niederschlagsverteilung weiter in Richtung zunehmend negativer klimatischer Wasserbilanz in den Sommermonaten. Damit einhergehend ist zukünftig mit längeren und häufigeren Trockenperioden bei fortschreitendem Klimawandel zu rechnen.

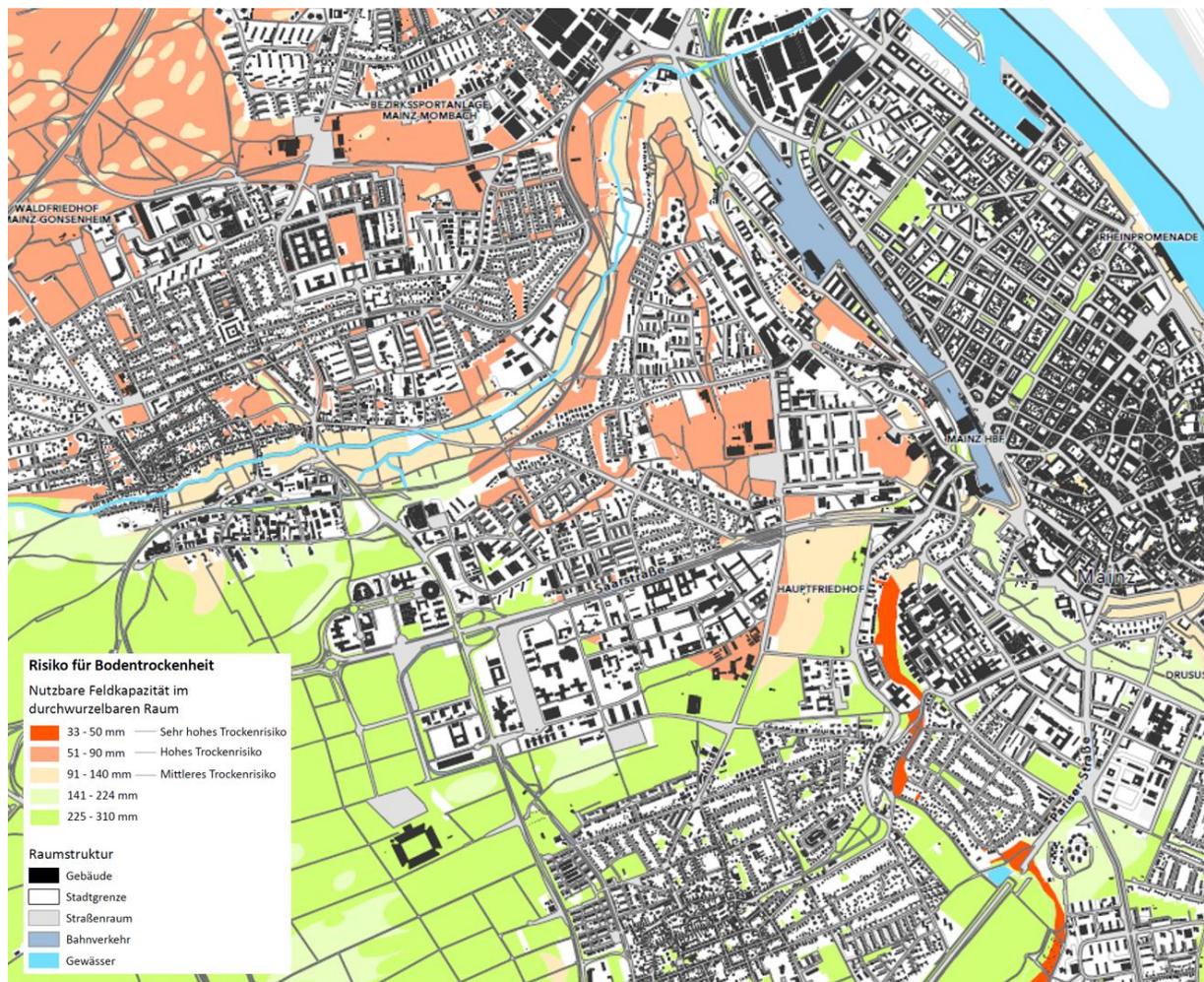


Abbildung 16: Ausschnitt der Themenkarte Risiko für Bodentrockenheit (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Datengrundlage: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz und Landesamt für Geologie und Bergbau, 2024)

4.2.6 Grundwasser

Zur Auswertung der räumlichen Betroffenheit im Bereich Grundwasser wurde ebenfalls auf Grundlage der Daten des Landes Rheinland-Pfalz eine Themenkarte erstellt. Dabei wurden Daten zur Grundwasserneubildung, zum Grundwasserflurstand und Daten einzelner Messstellen aufbereitet.

In Mainz gibt es Gebiete, die im Vergleich zur Vergangenheit (Zeitreihe 1971–2000) bereits in der aktuellen Periode (Zeitreihe 2003–2021) eine Abnahme der Grundwasserneubildung aufweisen, sowie Bereiche, in denen die Grundwasserneubildung (Mittelwertbetrachtung der Zeitreihe 2003–2021) negativ (Grundwasserzehrung) ist.

Das Grundwasser wird in Mainz zudem an zahlreichen Grundwassermessstellen beobachtet. Verfügbare Informationen zur Lage dieser Grundwassermessstellen und die veröffentlichten Daten werden ebenfalls in der Themenkarte „Grundwasser“ dargestellt.

Ein Vergleich der Grundwasserneubildung für zwei Beobachtungsintervalle zeigt eine Abnahme der Grundwasserneubildung. Vereinzelt kommt es bereits heute zu Grundwasserzehrung, d. h. in diesen Gebieten wird über das Jahr kein neues Grundwasser gebildet. Ein Treiber für diese Entwicklung ist der Klimawandel. Verstärkt werden kann dieser Trend durch Veränderungen der Landnutzung und andere anthropogene Einflüsse wie Grundwasserentnahmen.

Eine verringerte Grundwasserneubildung führt zu einer Abnahme der Grundwasserflurabstände. Dadurch kann es zu Schäden der menschlichen Gesundheit (bspw. durch Abnahme der Trinkwasserqualität), der Ökosysteme (bspw. durch Austrocknen von Feuchtgebieten), der Böden (Zunahme von Erosion) und der Infrastruktur (Geländeabsenkungen) kommen.

Angesichts des Trends zur Abnahme der Grundwasserneubildung bzw. sinkenden Flurabstände in Mainz ist eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung essenziell. Die Notwendigkeit wird durch den fortschreitenden Klimawandel noch einmal verstärkt. Maßnahmen wie eine angepasste Oberflächenwasserbewirtschaftung (Regenwassernutzung), Versickerungsmaßnahmen aber auch effiziente Bewässerungskonzepte können zur Gefahrenminimierung beitragen.

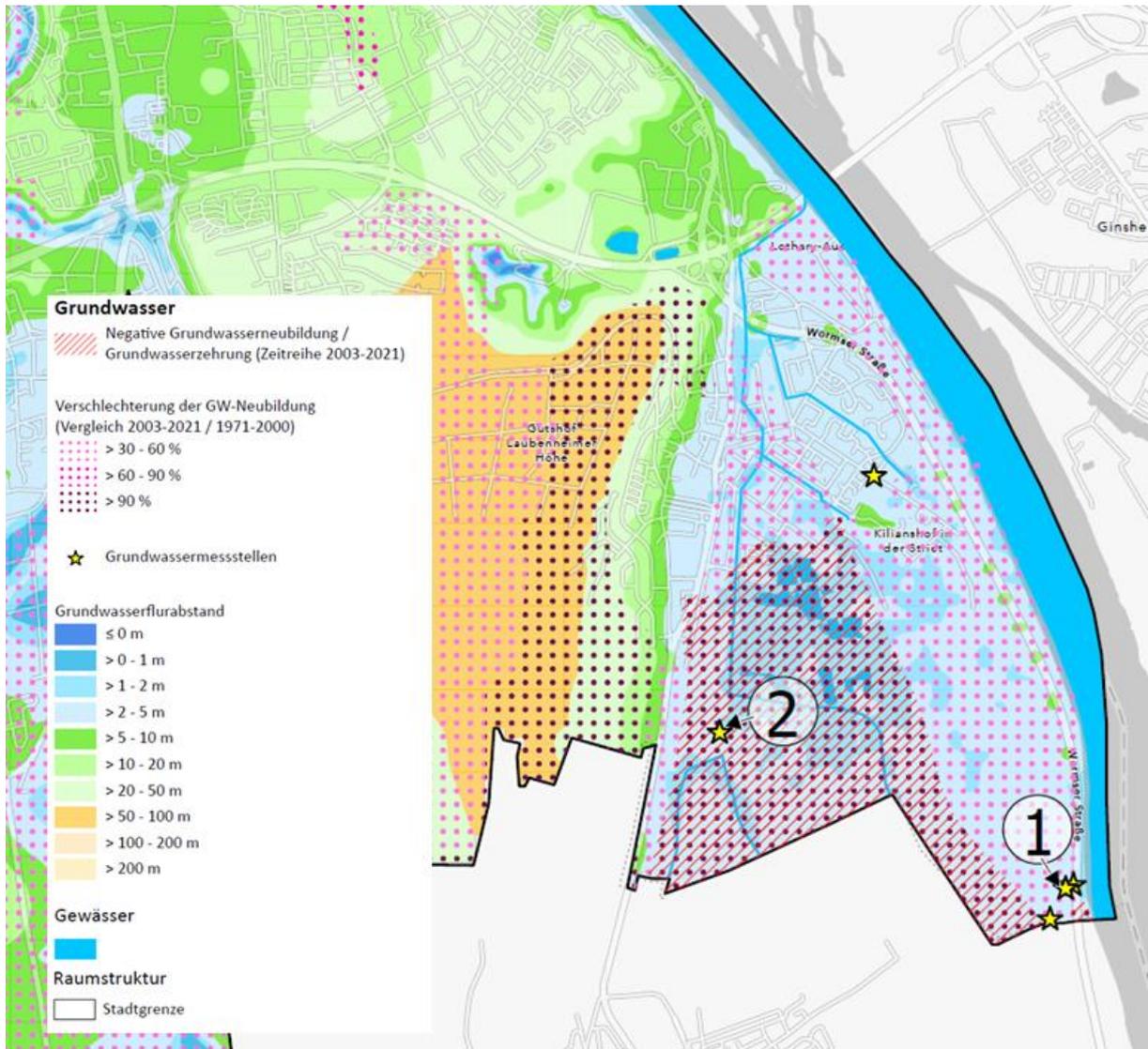


Abbildung 17: Ausschnitt der Themenkarte Grundwasser
 (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Datengrundlage: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2024)

4.2.7 Flusshochwasser/ Gewässer

Neben der Sturzflutgefahrenkarte des Landes Rheinland-Pfalz wurden ergänzend die Hochwassergefahrenkarten des Landes für das Stadtgebiet von Mainz ausgewertet und dabei die Überschwemmungsgebiete und überschwemmungsgefährdeten Gebiete für ein Hochwasserereignis mit einer mittleren Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ100) sowie zusätzlich die Auenbereiche (HWIP), die eine essenzielle Rolle im Hochwasserschutz spielen können, dargestellt (vgl. Themenkarte „Gewässer“). Die überschwemmungsgefährdeten Gebiete werden erst dann geflutet, wenn es zu einem Versagen von Schutzeinrichtungen (z. B. Deichbruch) kommt. Zu beachten ist, dass nur die Überschwemmungssituation an der Oberfläche abgebildet ist.

Bei der Betrachtung der Hochwassergefahrenkarten für Mainz steht besonders der Rhein im Fokus. Bei den kleineren Gewässern werden in der Hochwassergefahrenkarte lediglich Bereiche für den Gonsbachs dargestellt. Eine Überlagerung von hochwasserbedingten Überschwemmungen und

starkregenbedingten Überflutungen ist nicht auszuschließen, wodurch die Gefahren weiter verstärkt werden. In Abbildung 18 wird ein Ausschnitt der Themenkarte exemplarisch für einen Bereich des Gonsbach und des Rheins dargestellt.

Die Identifizierung von Überschwemmungsgebieten und überschwemmungsgefährdeten Gebieten ermöglicht es, potenzielle Risiken für Infrastruktur, Siedlungen und die menschliche Gesundheit zu erkennen. In Folge von Hochwasserereignissen kann es zu Schäden an Privateigentum, öffentlichen Infrastrukturen und Lebensgrundlagen kommen.

In Zukunft ist mit Blick auf den Klimawandel zu erwarten, dass Hochwasserereignisse in Intensität und Häufigkeit zunehmen werden. Somit werden auch Extremhochwasser (vgl. kleine Karte), die i.d.R. seltener als alle 100 Jahre eintreten, wahrscheinlicher. Eine entsprechende Hochwasservorsorge kann das Risiko bei Hochwasserereignissen reduzieren. Auf Grund der Größe des Rheins sind bei diesem Gewässer auch internationale bzw. interkommunale und regionale Maßnahmen von Relevanz.

Eine beispielhafte Maßnahme für das Stadtgebiet von Mainz ist die Reaktivierung der dargestellten Auenbereiche an den kleineren Gewässern. Diese fungieren als natürliche Überschwemmungsflächen, die das über die Ufer tretende Wasser aufnehmen und zurückhalten können. Sie reduzieren durch diese Funktion das Risiko für Überschwemmungen und minimieren die damit verbundenen Schäden für angrenzende Siedlungen und Ökosysteme. Darüber hinaus sind sie ein wertvoller Lebensraum für eine Vielzahl an Tier- und Pflanzenarten, wodurch sie zur Förderung der Biodiversität beitragen.

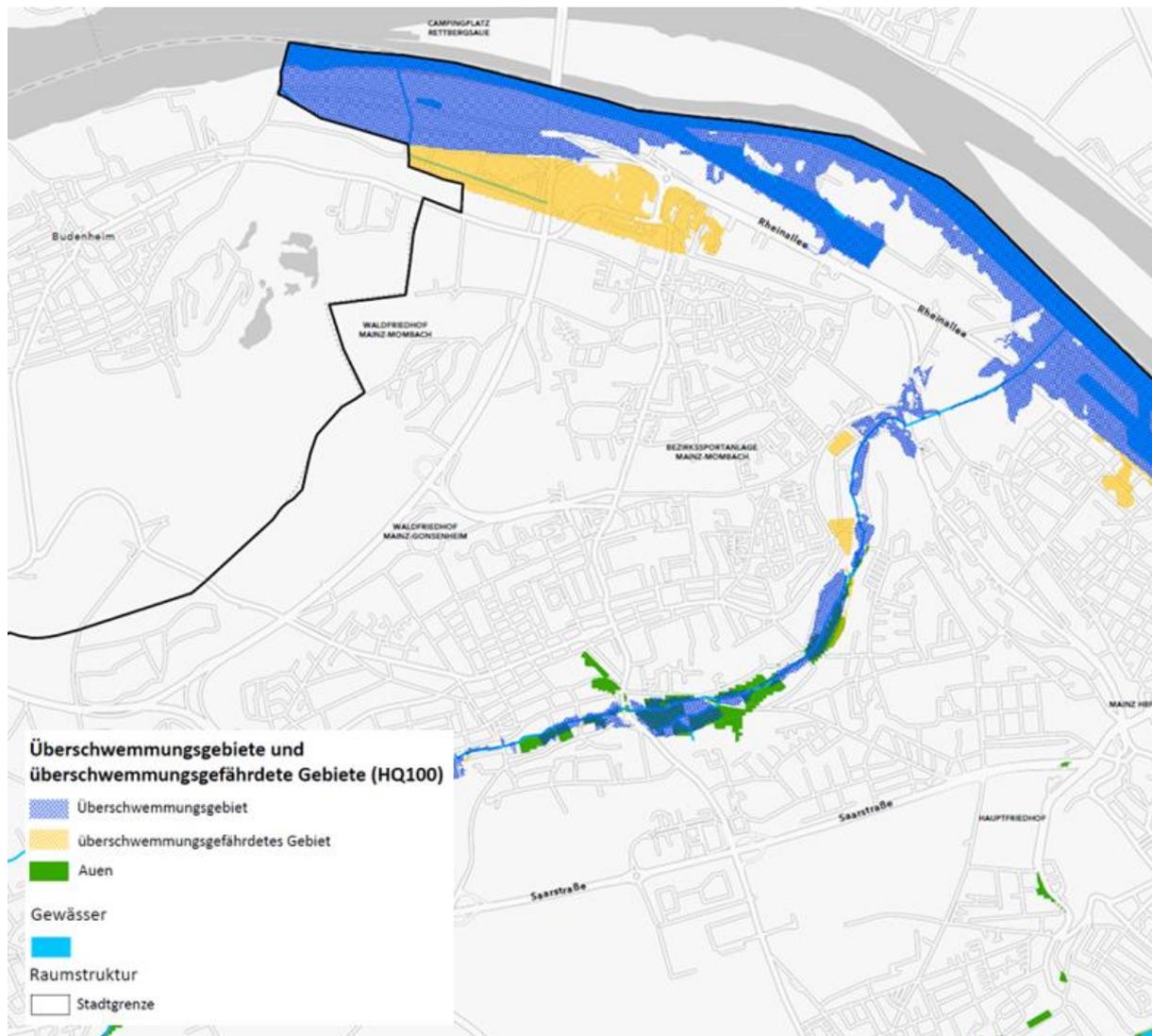


Abbildung 18: Ausschnitt der Themenkarte Gewässer
 (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS; Datengrundlage: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz, 2024)

4.2.8 Funktion des Stadtgrüns bei Starkregen

In Abbildung 19 wird ein Ausschnitt der Themenkarte „Funktion des Stadtgrüns bei Starkregen“ gezeigt. Dabei wurden die Grünflächen mit den maximalen starkregenbedingten Wassertiefen (SR17) sowie Hauptfließwegen überlagert. Die Überlagerung dieser Informationen ermöglicht es, Aussagen über die potenzielle Rückhaltefunktion von Grünflächen bzw. über das Umgestaltungspotenzial dieser zu treffen.

Durch die Überlagerung der Wassertiefen und Grünflächen können jene Flächen identifiziert werden, in denen das Wasser bereits heute bei Starkregenereignissen einstaut oder die bisher nicht von Überflutungen betroffen sind. Die Hauptfließwege zeigen zudem auf, wo eine Ableitung von oberflächlich abfließendem Wasser in Grünflächen möglich wäre. Insbesondere wenn ein Fließweg sehr nah an einer Grünfläche vorbei verläuft, kann eine Verwendung der Grünfläche für den temporären Rückhalt der Abflüsse sinnvoll sein. Die Themenkarte soll die potenzielle

Gelegenheitsfenster und die Bedeutung der Grünflächen als Bestandteil der Starkregenvorsorge aufzeigen.

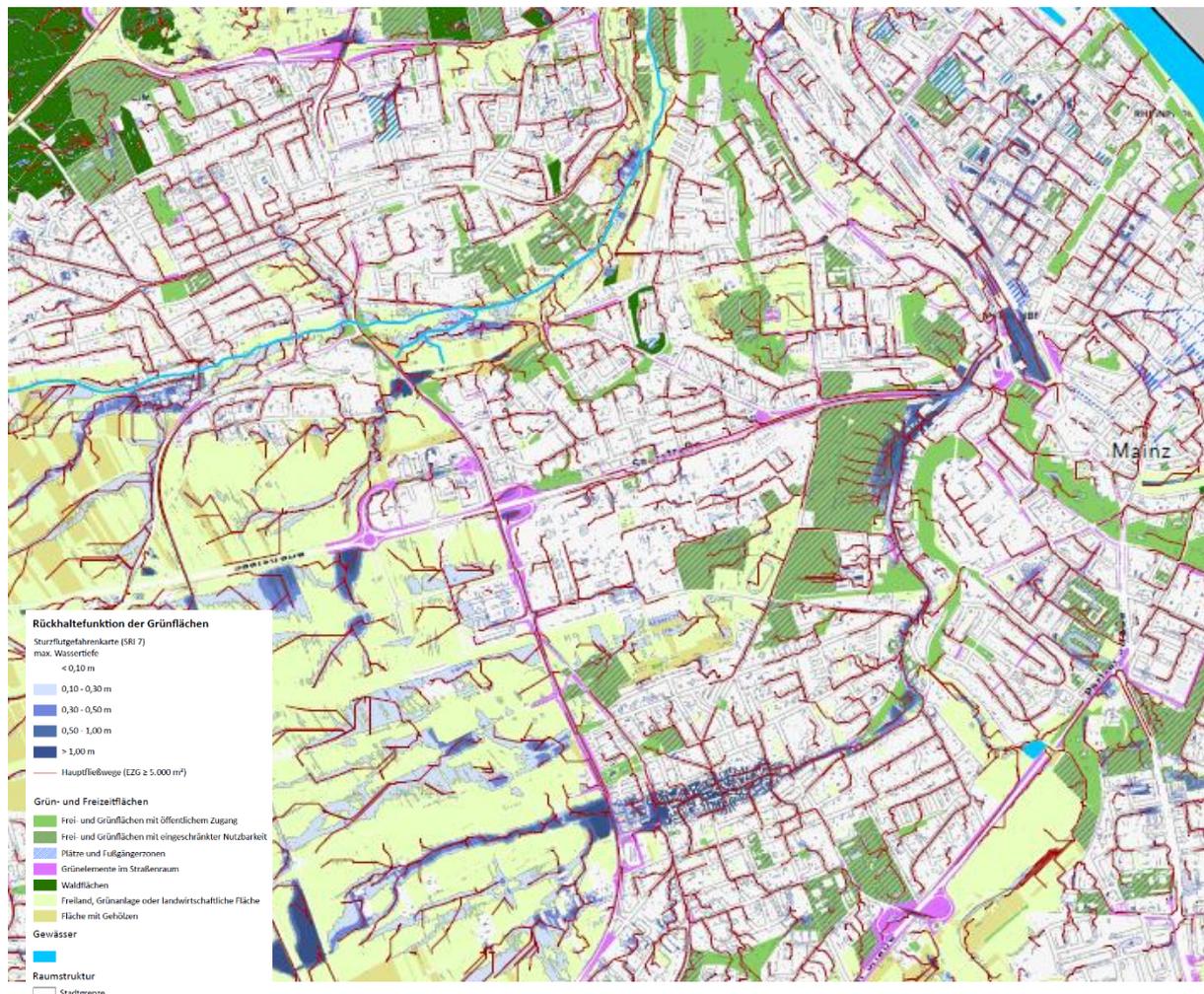


Abbildung 19: Ausschnitt der Themenkarte Funktion des Stadtgrüns bei Starkregen (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS)

Bevor eine topographisch geeignete Fläche zum Rückhalt von Oberflächenwasser in Erwägung gezogen wird, ist zu prüfen, ob eine temporäre Stauung (und ggf. Versickerung) von Wasser auf diesen Flächen möglich ist. Mögliche Ausschlusskriterien können die bestehende Nutzung wie bspw. Friedhöfe, oder das Vorhandensein alter Baumbestände sein, die durch den Wassereinstau geschädigt werden könnten. Ein weiterer zu prüfender Faktor ist die Bodenbeschaffenheit bzw. die Versickerungseignung.

Um die Rückhaltefunktion einer Grünfläche zu nutzen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zunächst einmal besteht die Option, eine Grünfläche ausschließlich für den Rückhalt von Oberflächenwasser zu nutzen. Um die Sicherheit zu gewährleisten, kann die Fläche mit einem Zaun oder anderen Barrieren umgeben werden. Der Nachteil ist, dass die Fläche dann keinen zusätzlichen Mehrwert für die Bevölkerung bietet.

Damit ein zusätzlicher Mehrwert entsteht, sollten multifunktionale Nutzungen von Grünflächen angestrebt werden. Die Fläche wird in diesem Fall nicht ausschließlich für den Rückhalt von Oberflächenwasser genutzt, sondern hat auch andere Funktionen wie bspw. als Freizeit-, Sport und Erholungsfläche. Nur im Falle vom Starkregenereignis kommt es zum temporären Einstau von

Wasser. Geeignete Sicherheitsvorkehrungen sind zu treffen, wie bspw. die Begrenzung der Wassertiefe auf max. 40 cm.

4.2.9 Funktion des Stadtgrüns bei Hitze

An heißen Tagen sind städtische Grünflächen mit einem möglichst hohen Verschattungsgrad und Verdunstungsraten als kühlende Aufenthaltsbereiche für die Bevölkerung von hoher Bedeutung. Die Verschattung durch Bäume ist der wesentliche Faktor für angenehme Aufenthaltsbedingungen im Außenraum. Die Karte stellt das Ausmaß der Verschattung durch Baumkronen im Sommer im gesamten Stadtgebiet für unterschiedliche Flächennutzungstypen (Grünflächen, Freiflächen, Straßenraum, Wege, private und öffentliche Flächen) dar. So kann eingeschätzt werden welche Flächen über eine besonders hohe natürliche Verschattung durch Bäume verfügen und welche Flächen weniger Schatten bieten. Dies ist besonders relevant für Grün- und Freizeitflächen, die von der Bevölkerung im Mainzer Stadtgebiet bevorzugt werden.

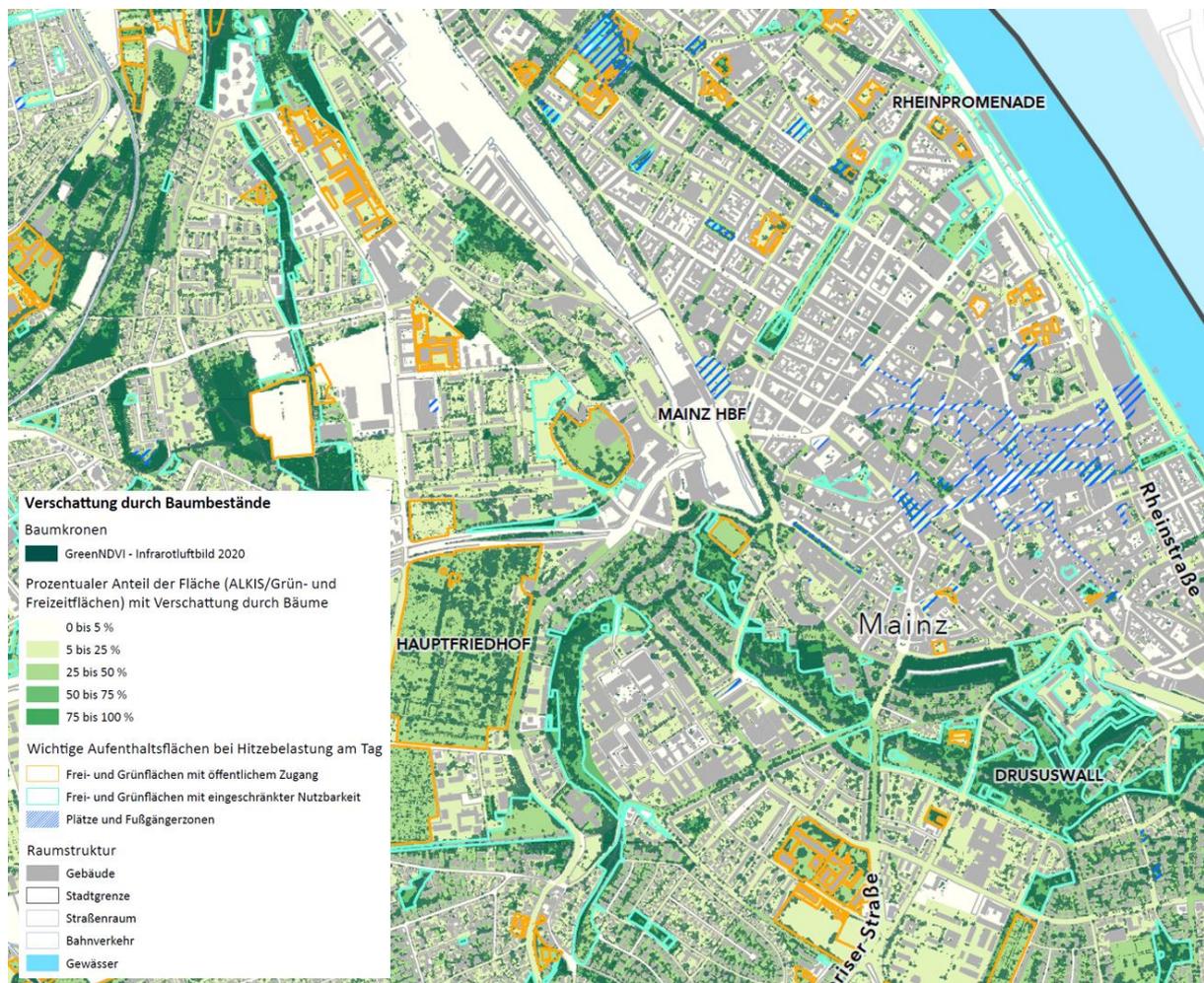
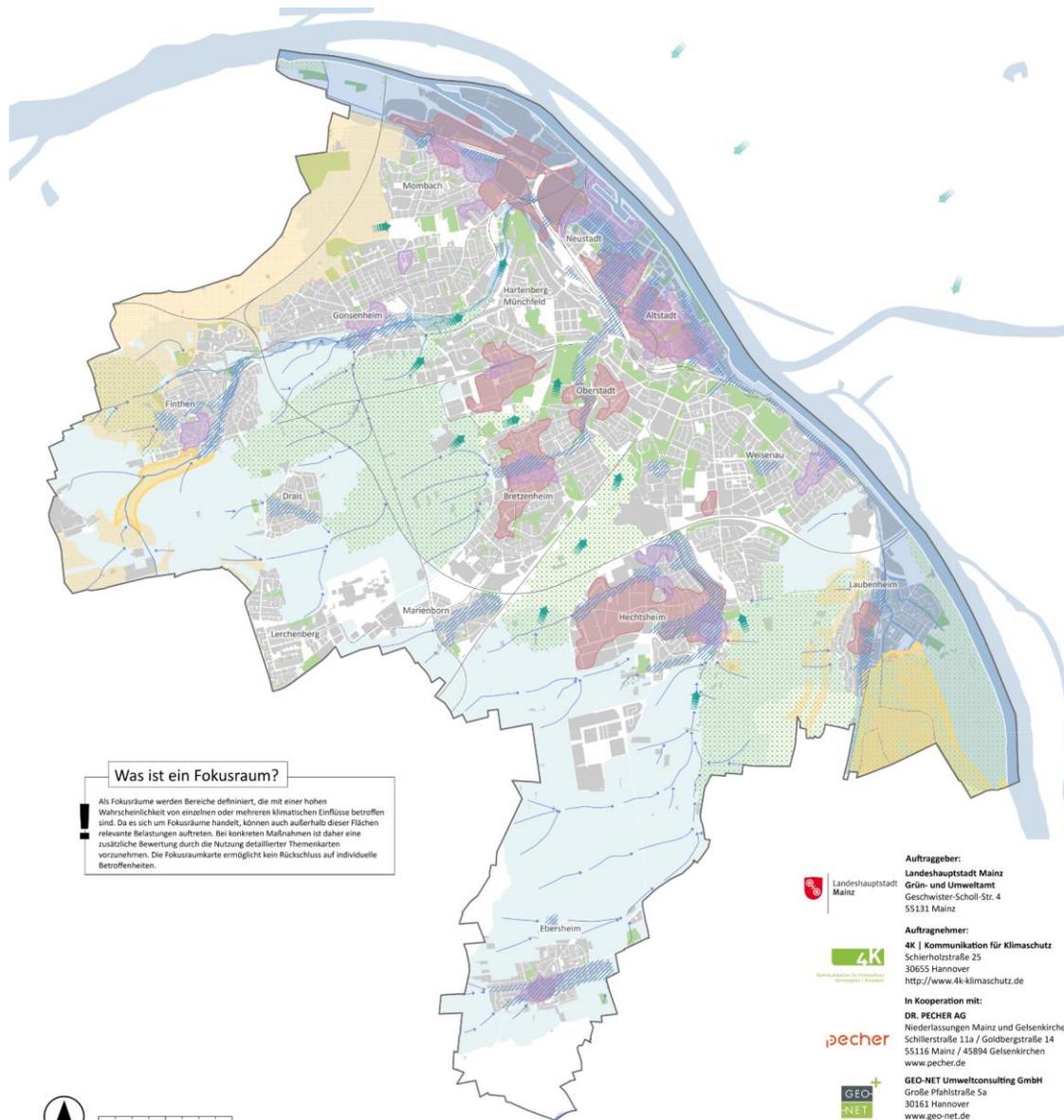


Abbildung 20: Ausschnitt der Themenkarte Funktion des Stadtgrüns durch Verschattung (Hintergrundkarte: ESRI Humangeographie, Quellenvermerk: HVBG, LVermGeo RP, Esi, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS)

4.2.10 Fokusraumkarte

Als Synthese der räumlichen Betroffenheitsanalyse werden die zuvor dargestellten Untersuchungen zu den klimatischen Einflüssen Hitze, Trockenheit, Starkregen und Hochwasser in einer integrierten Karte für Mainz zusammengeführt. Diese Karte verortet die am stärksten durch die Klimafolgen betroffenen Bereiche in Mainz und priorisiert damit Räume, in denen Anpassungsmaßnahmen auf Grund der Gefährdung besonders dringlich sind.

Als Fokusräume werden Bereiche definiert, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von einzelnen oder mehreren klimatischen Einflüssen betroffen sind. Da es sich um Fokusräume handelt, können auch außerhalb dieser Flächen relevante Belastungen und Klimarisiken auftreten. Bei konkreten Maßnahmen ist daher eine zusätzliche Bewertung durch die Nutzung detaillierter Themenkarten vorzunehmen. Die Fokusraumkarte ermöglicht kein Rückschluss auf individuelle Betroffenheiten, sondern dient der Kommunikation und Sensibilisierung von Akteur:innen und der Darstellung von multiklimatischen Belastungen.



Was ist ein Fokusraum?

Als Fokusräume werden Bereiche definiert, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit von einzelnen oder mehreren klimatischen Einflüssen betroffen sind. Da es sich um Fokusräume handelt, können auch außerhalb dieser Flächen relevante Belastungen auftreten. Bei konkreten Maßnahmen ist daher eine zusätzliche Bewertung durch die Nutzung detaillierter Themenkarten vorzunehmen. Die Fokusraumkarte ermöglicht kein Rückschluss auf individuelle Betroffenheiten.

Auftraggeber:
Landeshauptstadt Mainz
Grün- und Umweltamt
Geschwister-Scholl-Str. 4
55131 Mainz

Auftragnehmer:
4K | Kommunikation für Klimaschutz
Schierholstraße 25
30655 Hannover
http://www.4k-klimaschutz.de

In Kooperation mit:
DR. PECHER AG
Niederlassungen Mainz und Gelsenkirchen
Schillerstraße 11a / Goldbergerstraße 14
55116 Mainz / 45894 Gelsenkirchen
www.pecher.de

GEO-NET Umweltschutz GmbH
Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
www.geo-net.de



Abbildung 21: Fokusraumkarte Mainz
(Quelle: Eigene Darstellung)

Klimawandelanpassungskonzept Mainz - Fokusraumkarte

Flächen mit erhöhter klimatischer Gefährdung

- Hitzbelastung am Tag**
Zusammenhängende Bereiche über 5 ha mit einer besonders hohen Hitzbelastung am Tag. Dabei wird die Aufenthaltsqualität im Außenraum betrachtet (die Situation innerhalb von Gebäuden hängt von weiteren Bedingungen ab). Zur Reduzierung der thermischen Belastung sind Maßnahmen zur lokalen Kühlung (beispielsweise Verschattung, Begrünung, Oberflächengewässer) besonders zielführend.
- Hitzbelastung in der Nacht**
Zusammenhängende Bereiche im bewohnten Siedlungsraum über 5 ha mit einer besonders hohen nächtlichen Überwärmung. Dabei wird die Aufenthaltsqualität im Außenraum betrachtet (die Situation innerhalb von Gebäuden hängt von weiteren Bedingungen ab). Zur Reduzierung der thermischen Belastung sind Maßnahmen, die die nächtliche Abkühlung begünstigen (beispielsweise Entsiegelungen und hochreflektierende Oberflächen), sowie die Sicherung und Verbesserung der Kaltluftzufuhr besonders zielführend.
- Überschwemmung durch Flusshochwasser**
In diesen Bereichen besteht die Gefahr von Überschwemmungen durch Flusshochwasser. Dabei werden solche Bereiche dargestellt, die bei extremen Hochwassern und beim Versagen von Hochwasserschutzanlagen überschwemmt werden können. Hochwasserrisikogewässer sind dabei der Gombach und der Rhein.
- Überflutung durch Starkregen**
In diesen Bereichen innerhalb des Siedlungsgebietes besteht die Gefahr von Überflutungen durch Starkregen, die sich durch hohe Überflutungstiefen kennzeichnen. Dies birgt potenzielle Gefahren für Bewohner:innen und Infrastrukturen. In diesen Bereichen sollten Maßnahmen zum Schutz von Personen, Gebäuden und relevanter Infrastruktur umgesetzt werden. Auch Retentionsmaßnahmen, die außerhalb dieser Bereiche umgesetzt werden, können eine positive Wirkung auf die Fokusräume haben (z. B. Fokusraum Starkregenabfluss im Außengebiet).
- Starkregenabfluss im Außengebiet**
In diesen Gebieten können bei Starkregen Abflüsse entstehen, die in Richtung Siedlungsraum abfließen. Dezentrale oder zentrale Maßnahmen zur Abflussminderung im Außenbereich können die Überflutungsfahrer im Siedlungsraum reduzieren.
- Hauptfließwege im Außengebiet**
Ergänzend zum Fokusraum Außengebiet werden durch die Pfeile Hauptfließwege im Außengebiet dargestellt. In diesen Bereichen können Abflüsse zusammentreffen und in Richtung Siedlungsgebiet abfließen.
- Geringe Grundwasserneubildung**
In diesen Bereichen kommt es aufgrund der lokalen Gegebenheiten zu einer Grundwasserzehrung oder heute schon zu einer verringerten Grundwasserneubildung gegenüber der jüngeren Vergangenheit (1871 bis 2000). Dadurch können Auswirkungen für den Grundwasserkörper mit Relevanz für die Trinkwasserversorgung, Ökosysteme oder Grünflächen einhergehen.
- Außengebietflächen mit erhöhter Trockenheitsgefährdung**
Auf diesen Freiflächen im Außenbereich besteht eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber meteorologischer Dürre, also unterdurchschnittlichen Niederschlägen über einen längeren Zeitraum. Die Identifikation der Flächen ergibt sich aus einer geringeren nutzbaren Feißkapazität. Maßnahmen zum Umgang mit Trockenheit im Außenbereich haben auf diesen Flächen eine hohe Priorität.

Flächen mit positiven klimatischen Einflüssen

- Gewässer**
Gewässer sollten aufgrund ihrer kühlenden Wirkung, wirtschaftlichen Bedeutung und Funktion als Erholungsraum für die Bevölkerung möglichst erhalten, gestärkt und ergänzt werden. Zudem sollte die Zugänglichkeit der Gewässer für die Bevölkerung gewährleistet werden. Durch ein entsprechendes Wassermanagement sind niedrige Wasserstände bzw. eine Austrocknung der Gewässer zu vermeiden. Zeitgleich kann die Gefahr von Überschwemmungen bestehen.
- Erhalt und Optimierung innerstädtischer Grünflächen**
Der Erhalt innerstädtischer Grünflächen spielt für den Schutz vor Hitze am Tag und der Naherholung der Bevölkerung eine wichtige Rolle. Die hier abgebildeten öffentlich zugänglichen Grünflächen wurden in der Funktionskarte zum Thema Stadtgrün kleinräumig in Bezug auf Verschattung, Hitze und Starkregen bewertet. Ein Erhalt oder die Verbesserung der Qualität von städtischen Grünflächen ist für die Klimafolgenanpassung höchst relevant.
- Erhalt der Kaltluftabflüsse**
Diese Korridore haben eine besonders hohe Bedeutung als Kaltluftleitbahnen, die in der Nacht kühlende Luftmassen aus den umliegenden Freiräumen in das Mainzer Stadtgebiet transportieren. Diese Funktion sollte nicht beeinträchtigt werden bzw. möglichst vollständig erhalten bleiben.
- Erhalt der Flächen für die Kaltluftzufuhr**
Diese Flächen spielen für die Entstehung von Kaltluft in der Nacht eine besondere Rolle und stehen in direktem Zusammenhang mit den relevanten Kaltluftabflüssen. Ein Erhalt der Kaltluftproduktion auf diesen Flächen ist für die Abkühlung der Siedlungsflächen in der Nacht von besonderer Bedeutung.

Raumstruktur

- Bahnschienen
- Autobahn
- Bebaute Fläche
- Rhein
- Stadtgebiet Mainz

Die Darstellung basiert auf den Ergebnissen der Themenkarten des vorliegenden Klimawandelanpassungskonzeptes. Die Datenquellen sind den entsprechenden Themenkarten zu entnehmen.

5. Gesamtstrategie

5.1 Gesamtstädtisches Leitbild

Das gesamtstädtische Leitbild einer "klimaangepassten Stadt" zielt darauf ab, die Stadt widerstandsfähig gegenüber den Folgen des Klimawandels zu gestalten. Im Zentrum stehen u.a. Aktivitäten zur Stärkung der Infrastruktur und dem Schutz und der Anpassung von Grün- und Freiflächen. Planungsgrundlagen werden konsequent an diesen Zielen ausgerichtet. Klimaanpassung erfordert zudem eine intensive Kommunikationsarbeit und umfassende Bereitstellung von Informationen. Übergeordnetes Ziel ist es, die Lebensqualität für alle Bewohner:innen zu sichern und eine lebenswerte, zukunftsfähige Stadt zu gestalten, die auf die Herausforderungen des Klimawandels vorbereitet ist.

Gesamtstädtisches Leitbild

Mainz wird klimaangepasst. Zum Schutz der Menschen und für eine steigende Lebensqualität durch angepasste Grünstrukturen und Infrastrukturen, deren Planungsgrundlagen sowie Informationsbereitstellung.

Mainz wird klimaangepasst ...

...zum Schutz
der Menschen

...für eine
steigende
Lebensqualität
durch
angepasste
Grünstrukturen
und
Infrastrukturen

...und schafft
die dafür
relevanten
Planungs-
grundlagen

... und
informiert und
sensibilisiert zu
Klima-
anpassung

Abbildung 22: Leitbild zur Klimaanpassung für die Stadt Mainz
(Quelle: Eigene Darstellung)

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bestandsaufnahme (vgl. Kapitel 3) sowie der Analyse der funktionalen und räumlichen Betroffenheit (vgl. Kapitel 4) wird die Relevanz für Klimaanpassung deutlich. Eine klimaresiliente Stadtentwicklung bedeutet, zukunftsfähig zu handeln und gleichzeitig die Qualitäten der Stadt zu erhalten oder sogar zu steigern. Elemente der Landschafts- und Freiraumplanung, der Verkehrsplanung, der Gebäude- und Siedlungsplanung, der Naherholung sowie des sozialen Miteinanders müssen dafür synergetisch gedacht und entwickelt werden. Vor diesem Hintergrund wurde, ausgehend von den identifizierten Klimarisiken und den bisherigen Klimaanpassungsaktivitäten sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Arbeitsgruppen, ein umsetzungsorientierter Maßnahmenkatalog erstellt. Dieser umfasst strategische Ziele und spezifische, zielkonforme Maßnahmen für eine geeignete Gesamtstrategie. Die entwickelten

Maßnahmenvorschläge (Vorgehen zur Herleitung vgl. Kapitel 6) wurden im Rahmen eines Beteiligungsprozesses (vgl. Kapitel 7) intensiv diskutiert und weiterentwickelt.

Die daraus entstandenen Maßnahmen sind in einem strategischen Gesamtzusammenhang zu sehen. Sie beeinflussen sich gegenseitig, stehen in Wechselwirkung und wirken sowohl auf weitere Prozesse der Stadtentwicklung innerhalb der Stadtverwaltung als auch auf externe Akteur:innen ein (vgl. Kapitel 8). Ein kontinuierlicher Dialog zwischen allen Fachbereichen und Ämtern ist dafür unerlässlich. Klimaanpassung sollte als Querschnittsaufgabe in allen relevanten Handlungsfeldern verankert werden.

Erfolgreiche Klimaanpassung muss in der Stadtverwaltung verstetigt werden (vgl. Kapitel 9) und die Maßnahmen kontinuierlich umgesetzt, evaluiert und weiterentwickelt werden (vgl. Kapitel 10).



Abbildung 23: Aufbau der Mainzer Anpassungsstrategie mit Fokus auf Ziele, angelehnt an die Dach-Strategie „DAS 2.0“ (Quelle: Eigene Darstellung)

5.2 Strategische Ziele der Themenfelder

Die im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifizierten Wirkungen und Betroffenheiten wurden zunächst entsprechend ihrer Bedeutung für die Landeshauptstadt Mainz bewertet und priorisiert. Ausgehend von dieser Priorisierung wurden themenfeldspezifische und übergeordnete Ziele formuliert, die als aggregierte Zielkataloge für die Maßnahmenentwicklung zugrunde gelegt wurden. Aus den strategischen Zielen der Themenfelder lassen sich weitere Unterziele ableiten, die mit den Maßnahmen (vgl. Kapitel 6) adressiert werden.

Für die Maßnahmen wurden folgende Ziele der Themenfelder sowie Unterziele der Maßnahmen formuliert:

Übergeordnete Maßnahmen

- **Ziel des Themenfelds:** Zukunftsfähige Planungsgrundlagen werden angewendet und alle Beteiligten eingebunden.
- **Unterziele der Maßnahmen im Themenfeld:**
 - Strukturaufbau und Prozessmanagement innerhalb der Stadtverwaltung Mainz
 - Etablierung der Klimaanpassung in kommunale Planungsprozesse
 - Verbesserung der Planungsgrundlagen

Mensch und Gesundheit

- **Ziel des Themenfelds:** Die Lebensqualität in Mainz wird erhöht und die Menschen vor den Folgen des Klimawandels geschützt.
- **Unterziele der Maßnahmen im Themenfeld:**
 - Schutz der Stadtgesellschaft vor Hitze
 - Bevölkerungsschutz vor klimawandelbedingten Extremereignissen
 - Schutz von vulnerablen Gruppen vor Wetterextremen
 - Verbesserung von Alltagsinfrastruktur-Flächen (z.B. Haltestellen)

Stadtgrün

- **Ziel des Themenfelds:** Natürliche Flächen wie Parks, Gewässer und Grünanlagen in der Stadt werden klimaangepasst ausgebaut.
- **Unterziele der Maßnahmen im Themenfeld:**
 - Erhalt und Verbesserung der Ökosystemdienstleistungen durch Stadtgrün
 - Erhalt der Ökosystemdienstleistungen und Förderung der Biodiversität
 - Verbesserung der Lebensbedingungen von (Alt)bäumen im Kronen-, Stamm- und Wurzelbereich
 - Erhalt und Verbesserung der Naherholungsmöglichkeiten für die Stadtgesellschaft, Reduktion sozialer Ungleichheiten
 - Verbessertes Umgang mit Regenwasserabflüssen
 - Zielgerichtete Entlastung der Kanalisation und der Kläranlage
 - Beitrag zur Überflutungsvorsorge
 - Umsetzung des Schwammstadtprinzips durch Schaffung von Retentionsraum und versickerungsfähigen Flächen
 - Minderung klimatischer Belastungen
 - Reduktion von Hitze- und Trockenschäden an Stadtgrün
 - Reduktion des Bewässerungsbedarfs von Stadtgrün
 - Zielgerichtete Entwässerung (Ressourcenschonung)

Gebaute Umwelt

- **Ziel des Themenfelds:** Gebäude und Verkehrsinfrastruktur werden klimawandelangepasst gestaltet.
- **Unterziele der Maßnahmen im Themenfeld:**
 - Erhalt und Verbesserung der Ökosystemdienstleistungen durch Stadtgrün
 - Erhalt und Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Straßenraum für die Stadtgesellschaft
 - Minderung von Schäden durch Extremwetterereignisse an Infrastruktur
 - Hitzebelastung in öffentlichen Gebäuden reduzieren
 - Erhalt und Verbesserung der Kaltluftzufuhr
 - Gewerbegebiete klimaangepasst gestalten

Gewässer und Ver-/ Entsorgung

- **Ziel des Themenfelds:** Die Stadt- und Freiraumplanung wird wassersensibel gestaltet und die Gewässer werden klimaresilient bewirtschaftet.
- **Unterziele der Maßnahmen im Themenfeld:**
 - Schutz der Qualität und Quantität des Grundwassers
 - Schutz der Qualität und Quantität des Trinkwassers
 - Sicherstellung der Wasserverfügbarkeit für kritische Nutzungen (Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser und kritische Bereiche der Daseinsvorsorge wie zum Beispiel Gesundheitsversorgung)
 - Untersuchung und Stärkung des Wasserdargebots (Menge an Grund- und Oberflächenwasser, die potentiell genutzt werden können)
 - Verfügbarkeit von Grundwasser für weitere Nutzungen neben der Trinkwasserversorgung
 - Identifikation von Schwachstellen und Verbesserung der Entscheidungs- und Planungsgrundlagen
 - Verbessertes Umgang mit Regenwasserabflüssen
 - Annäherung an einen natürlichen Wasserhaushalt in urbanen Räumen
 - Zielgerichtete Entlastung der Kanalisation und der Kläranlage
 - Beitrag zur Überflutungsvorsorge
 - Sicherstellung der (Notfall-)Versorgung mit Strom/Energie
 - Vernetzung der Akteur:innen und Vermeidung von negativen Kaskadeneffekten
 - Aufbau einer resilienten Außengebietsentwässerung zum Schutz vor Überflutungen
 - Fortsetzung der erfolgreich erarbeiteten örtliche Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte (öHSVK)
 - Identifikation von Handlungsschwerpunkten im Stadtgebiet
 - Beitrag zur Überflutungsvorsorge

Land und Natur

- **Ziel des Themenfelds:** Zum Erhalt und Schutz von Ökosystemen werden diese widerstandsfähig gestaltet.
- **Unterziele der Maßnahmen im Themenfeld:**
 - Schutz vor Waldbrand
 - Schutz vor Vegetationsflächenbränden
 - Erhalt der Ökosystemdienstleistungen und Förderung der Biodiversität
 - Reduktion von Schäden an landwirtschaftlichen Pflanzen und Flächen
 - Schutz der Wasserressourcen
 - Schutz und Erhalt heimischer Arten

Abbildung 24: Ziele der Themenfelder und Unterziele der Maßnahmen
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die im Rahmen des Erstellungsprozesses entwickelten Maßnahmen orientieren sich nicht nur an den identifizierten Zielen der jeweiligen Themenfelder, sondern leisten auch einen Beitrag zu den globalen Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen. In jedem Maßnahmensteckbrief ist dieser Bezug dargestellt.

Insgesamt adressieren die Maßnahmen folgende Ziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie:



5.3 Synergien zum natürlichen Klimaschutz und zum Erhalt sowie zur Stärkung der Biodiversität

Klimaanpassung findet nicht isoliert statt, sondern steht in einem Wechselspiel mit natürlichem Klimaschutz und der Förderung der Biodiversität.

Definition „Natürlicher Klimaschutz“: Intakte Ökosysteme sind natürliche Klimaschützer. Sie binden Kohlendioxid aus der Atmosphäre und speichern es langfristig. Damit tragen sie dazu bei, den Klimawandel zu begrenzen. (vgl. BMUV 2024a)

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, wie die Schaffung grüner Infrastruktur oder die nachhaltige Wasserbewirtschaftung, tragen nicht nur dazu bei, die Stadt Mainz widerstandsfähiger gegenüber Extremwetterereignissen zu machen, sondern unterstützt zugleich den Erhalt und die Wiederherstellung natürlicher Lebensräume. Diese Synergien stärken Ökosysteme, fördern die Artenvielfalt und wirken sich positiv auf die Fähigkeit der Natur aus, CO₂ zu binden. Damit leistet Klimaanpassung einen doppelten Beitrag: Sie schützt Mensch und Umwelt vor den Folgen des Klimawandels und unterstützt gleichzeitig die langfristigen Ziele des Klimaschutzes und der Biodiversitätserhaltung. Im Rahmen der Mainzer Anpassungsstrategie ist neben dem Bezug zu den Nachhaltigkeitszielen (vgl. Kapitel 5.2) daher insbesondere auch die Biodiversitätsstrategie Mainz von 2020 einzubeziehen, die umfassende Maßnahmen zur Förderung der Natur in Mainz aufzeigt. Vor allem naturbasierte Lösungen bieten einen guten Ansatz und wurden im Rahmen der Maßnahmenentwicklung einbezogen.

Naturbasierte Lösungen beinhalten Strategien zum Schutz, zur Erhaltung, Wiederherstellung, nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung natürlicher oder veränderter Ökosysteme. Diese Ansätze adressieren soziale, wirtschaftliche und ökologische Herausforderungen auf wirksame und flexible Weise, während sie gleichzeitig das menschliche Wohlbefinden fördern, Ökosystemleistungen stärken, Resilienz erhöhen und die biologische Vielfalt unterstützen. Naturbasierte Lösungen sind damit wichtig zur Umsetzung des Natürlichen Klimaschutzes. (vgl. BMUV 2024b)

Folgende Maßnahmen wurden erarbeitet, die die Ökosysteme stärken und damit einen Beitrag zum Natürlichen Klimaschutz leisten sowie naturbasierte Lösungen einbeziehen:

Themenfeld	Maßnahmen
Mensch und Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung von Angeboten im öffentlichen Raum zur Unterstützung der Bevölkerung bei Hitze • Erstellung von Schutz- und Vorsorgekonzepten zu Wetterextremen Starkregen, Hagel, Überschwemmungen, Sturm für vulnerable Gruppen
Stadtgrün	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt und Verbesserung der urbanen Baumbestände • Schaffung von multifunktionalen Flächen • Angepasstes Grünflächen- und Bewässerungsmanagement • Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen im Innen- und Außenbereich
Gebaute Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaangepasste Gestaltung von Straßenräumen • Hitzeschutzmaßnahmen für öffentliche Gebäude • Erhöhung der Klimaresilienz im Gewerbe
Gewässer, Ver- und Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Etablierung eines integrierten Grundwassermanagements • Erhalt und Stärkung eines nachhaltigen Bewirtschaftungssystems für Regenwetterabflüsse im urbanen Raum
Land und Natur	<ul style="list-style-type: none"> • Machbarkeitsuntersuchung zu einem Wasserhaltekonzept für Auen und Ried • Monitoring, Früherkennung und Sofortmaßnahmen bei invasiven Arten und zum Schutz heimischer Arten

Abbildung 25: Maßnahmen mit Synergien zum natürlichen Klimaschutz und zu Erhalt und Stärkung der Biodiversität (Quelle: Eigene Darstellung)

6. Maßnahmen

Wichtiger Bestandteil der Klimaanpassungsstrategie ist die Entwicklung umsetzungsorientierter Maßnahmensteckbriefe. Die Maßnahmen wurden auf Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme und der Betroffenheitsanalyse abgeleitet, wobei die übergeordneten Zielsetzungen der Gesamtstrategie berücksichtigt wurden. Die Maßnahmen bieten damit Lösungsansätze im Umgang mit den im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifizierten Klimarisiken (vgl. Kapitel 4.1). Darüber hinaus wurden Maßnahmenideen im Rahmen des Beteiligungsprozesses eingebracht (u.a. im Rahmen der Auftaktveranstaltung sowie der Fachworkshop-Runden). Auf dieser Grundlage wurde eine ausführliche Maßnahmenliste erstellt.

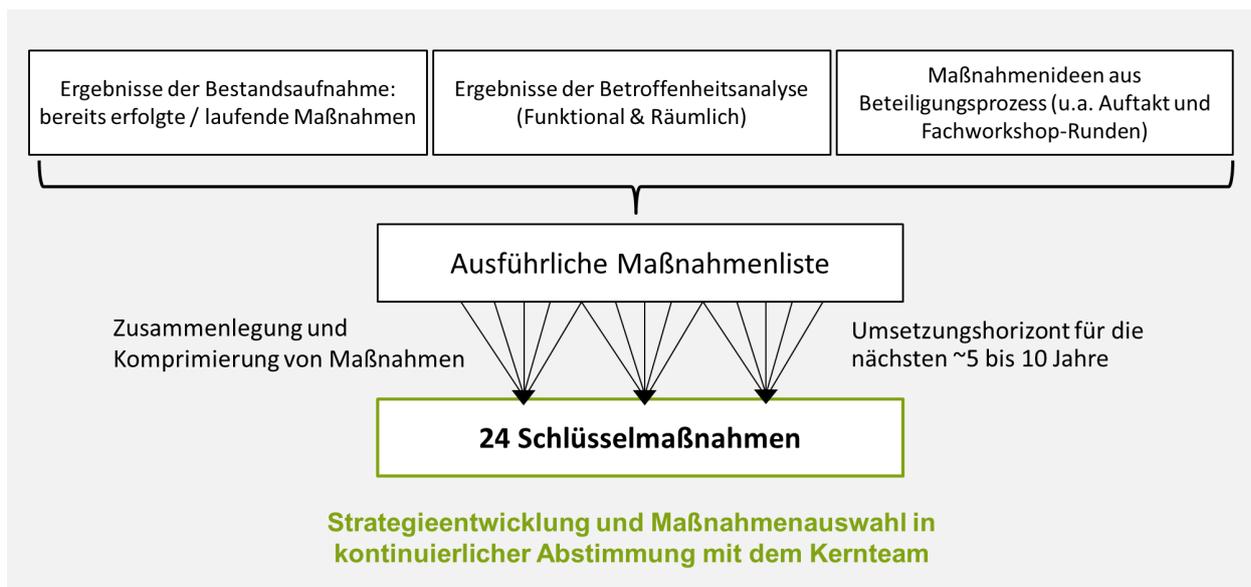


Abbildung 26: Herleitung der Schlüsselmaßnahmen
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die Inhalte dieser ausführlichen Maßnahmenliste wurden im partizipativen Prozess im Austausch mit dem Kernteam und weiteren Stakeholder:innen optimiert, Inhalte strategisch sinnvoll zusammengelegt und Maßnahmen dadurch komprimiert.

Die Ergebnisse wurden anschließend in Maßnahmensteckbriefen detailliert beschrieben und im weiteren Beteiligungsprozess intensiv diskutiert und weiterentwickelt. Der Schwerpunkt lag auf der Ausarbeitung strategischer Schlüsselmaßnahmen, die auf einen Umsetzungszeitraum von 5 bis 10 Jahren ausgerichtet sind und im direkten Einflussbereich der Stadtverwaltung liegen. Mit dem Maßnahmenkatalog verfügt die Stadtverwaltung über einen Fahrplan, um die wichtigsten und dringendsten Herausforderungen zielgerichtet anzugehen.

Da die Auswirkungen des Klimawandels in Mainz bereits spürbar sind, ist es dringend erforderlich, die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen zeitnah einzuleiten. Im Zuge der Umsetzung und des Monitorings werden weitere Aufgaben entstehen, die den Anpassungsprozess schrittweise vorantreiben.

6.1 Übersicht zu den erarbeiteten Maßnahmen für Klimaanpassung und Natürlichen Klimaschutz

Die Maßnahmen sind in einem separaten Katalog zusammengestellt (vgl. Anlage Maßnahmenkatalog). Der erarbeitete Maßnahmenkatalog weist Handlungsansätze in folgenden Themenfeldern auf:



Abbildung 27: Themenfelder der Anpassungsstrategie
(Quelle: Eigene Darstellung)

In jedem der sechs Themenfelder werden konkrete Maßnahmen benannt und deren Umsetzung beschrieben. Um eine strukturierte Ausarbeitung zu gewährleisten, wurden alle Maßnahmen in Form von Steckbriefen formuliert. Eine Maßnahme innerhalb des Klimaanpassungskonzepts wird als ein Maßnahmenpaket verstanden, das mehrere Handlungsansätze umfasst. Der Steckbrief wurde unterteilt in die Bereiche „Beschreibung“, „Umsetzung“, „Personal und Kosten“ und „Synergien“.

Die erste Seite des Steckbriefs dient dazu, zentrale Kategorien darzustellen. Für jedes Themenfeld (vgl. Abbildung 28) sind weitere Handlungsfelder definiert, die in der Betroffenheitsanalyse im Rahmen der Wirkungsketten detailliert in Bezug auf die Klimarisiken betrachtet wurden (vgl. Kapitel 4). Für jede Maßnahme erfolgte eine Zuordnung zum Handlungsfeld.

Handlungsfelder:

- **Gebaute Umwelt**
 - Freizeit und Wirtschaft
 - Verkehr und Mobilität
 - Bauwesen und Immobilien
- **Stadtgrün**
 - Stadtgrün
 - Biodiversität

- **Land und Natur:**
 - Biodiversität
 - Land und Forstwirtschaft
- **Gewässer und Ver- und Entsorgung**
 - Gewässer
 - Ver- und Entsorgung
- **Mensch und Gesundheit**
 - Mensch und Gesundheit

Folgende weitere Kategorien werden auf der ersten Seite des Maßnahmensteckbriefs dargestellt:

Bezeichnung Handlungsfeld		Maßnahmennr.	
Maßnahme	Titel		
Strategie <input type="checkbox"/>	Konzept <input type="checkbox"/>	Maßnahme <input type="checkbox"/>	Projekt <input type="checkbox"/>
Ziel(e) der Maßnahme	<i>Was wollen wir mit der Maßnahme erreichen?</i> <i>Bezug zu den definierten Zielen der Gesamtstrategie</i>		
Status Quo	Erweiterung/ Intensivierung <input type="checkbox"/>		Neues Vorhaben <input type="checkbox"/>
	<i>Projekte/ Umsetzungen/ Aktivitäten in der Stadt Mainz</i>		
Zuständig für Gesamtkoordination / Projektleitung	<i>Benennung Projektleitung</i>		
Priorität	<i>hoch / mittel / gering (abgeleitet aus Klimarisikoanalyse und Gesamtprozess)</i>		
Zeitraum	Kurzfristig	Mittelfristig	langfristig
	bis drei Jahre	drei bis sieben Jahre	mehr als sieben Jahre

Abbildung 28: Auszug Maßnahmensteckbrief
(Quelle: Eigene Darstellung)

Für jede Maßnahme erfolgt zunächst eine erste Einsortierung, inwiefern die Maßnahme eher strategische oder konzeptionelle Ansätze verfolgt, als Projekt oder Maßnahme zu verstehen ist.

Zudem wird ein Bezug zu den definierten Zielen der Gesamtstrategie hergestellt (vgl. Kapitel 5). Für die Koordination der Umsetzung wird eine verantwortliche Stelle benannt. Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt durch die zuständigen Akteur:innen und ihre Kooperationspartner:innen.

Die Priorität der Maßnahmen ergibt sich aus der Klimarisikoanalyse und den Einschätzungen, die im Rahmen des Gesamtprozesses gewonnen wurden.

Alle Maßnahmen sollen kurzfristig begonnen werden, wobei der angegebene Zeitraum eine Einschätzung zum Umsetzungszeitraum liefert. Grundsätzlich sind die Maßnahmen nach der kurzfristigen Initiierung als langfristige Daueraufgabe zu verstehen.

Die Maßnahmen sind in Bausteine unterteilt, die vorrangig konkrete Steuerungsinstrumente der Verwaltung beschreiben und auf deren Umsetzung abzielen. Die Bausteine definieren die notwendigen Schritte zur Realisierung der Maßnahmen und konzentrieren sich auf das Instrumentarium der Kommunalverwaltung. Sie umfassen inhaltliche Einzelthemen, organisatorische und konzeptionelle Aktivitäten sowie themenspezifische Unterstützungsangebote.

Regulatorische, ordnungsrechtliche Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Planungsrechtliche Vorgaben (Raumplanung, Bauleitplanung)</i> • <i>Regulationen und ordnungsrechtliche Vorgaben</i> • <i>Dienstanweisungen</i> • <i>Genehmigungskonzepte</i> • <i>Verträge</i>
Politische, konzeptionelle, strategische und datenerfassende Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fachliche Planungen/Konzepte</i> • <i>Studien (Potenziale, Machbarkeit, Prüfung)</i> • <i>Kataster, Datenbanken, Register</i>
Finanzierende Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Personalressourcen</i> • <i>Budget/Etat</i> • <i>Förderprogramm/Fonds</i> • <i>Gebühren</i> • <i>Wettbewerbe/Preise</i>
Organisatorische Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Organisatorisches/Management</i> • <i>Netzwerk/Forum</i> • <i>Kapazitätsaufbau/Schulungen</i> • <i>Gremium</i> • <i>Beteiligung an Bündnissen/Initiativen</i>
Kommunikative Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kampagne</i> • <i>Aktionen/Projekte</i> • <i>Veranstaltung</i> • <i>Kommunikation/Öffentlichkeitsarbeit</i> • <i>Beratungsangebot</i> • <i>Informationsmaterial und Publikationen</i>
Investive Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Investition in Technik und Anlagen</i> • <i>Investition in langlebige Infrastruktur/Gebäude</i> • <i>Investition in Gebrauchsgüter</i> • <i>Investition in Dienstleistungen</i> • <i>Geschäftsmodelle/Beteiligungen</i>

*Tabelle 12: Instrumente der Kommunalverwaltung
(Quelle: Eigene Darstellung basierend auf difu 2018)*

Der weitere Maßnahmensteckbrief stellt sich entsprechend wie folgt dar.

Beschreibung

Zielgruppe	Benennung der Kernzielgruppe der Maßnahme
Kurzbeschreibung der Maßnahme	<p>Wie erreichen wir das Ziel? Was muss dafür getan werden?</p> <p>Kurzbeschreibung der Maßnahme, Beschreibung der Aktivitäten, Ausgangslage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baustein 1: • Baustein 2: • ...

Personal und Kosten

Mitarbeit durch/ Kooperationspartner: innen	Kernverwaltung	Nennung von eingebundenen Organisationseinheiten oder Ämtern der Stadtverwaltung / Konzern Stadt
	Städtisch/stadtnah	Nennung von eingebundenen städtische und stadtnahe Gesellschaften, gebündelt in der Zentralen Beteiligungs-gesellschaft der Stadt Mainz mbH
	Stadtgesellschaft	Nennung von eingebundenen externen <u>Äkteucjooen</u> der Stadtgesellschaft

Kostenschätzung	Personal	Einschätzung der für die Umsetzung notwendigen Personalkapazitäten bei der für die Umsetzung zuständigen Stelle
	Sachkosten	Einschätzung der für die Umsetzung notwendigen Sachkosten oder Investitionen
	Investitionen (für bauliche Maßnahmen)	Gering/ mittel/ hoch/ sehr hoch (qualitative Einschätzung)
Finanzierungsansatz	Benennung von z.B. Förderprogrammen und Finanzierungsmöglichkeiten	

Umsetzung

Baustein Nr.: Bausteintitel	
Bausteinbeschreibung	
Regulatorische, ordnungsrechtliche Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planungsrechtliche Vorgaben (Raumplanung, Bauleitplanung) ▪ Regulationen und ordnungsrechtliche Vorgaben ▪ Dienstleistungsleistungen ▪ Genehmigungs-konzepte ▪ Verträge ▪ n.n. Zuständigkeit: (pro Instrument)
Politische, konzeptionelle, strategische und datenerfassende Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fachliche Planungen/Konzepte ▪ Studien (Potenziale, Machbarkeit, Prüfung) ▪ Kataster, Datenbanken, Register ▪ n.n. Zuständigkeit: (pro Instrument)
Finanzierende Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personalressourcen ▪ Budget/Etat ▪ Förderprogramm/Fonds ▪ Gebühren ▪ Wettbewerbe/Preise ▪ n.n. Zuständigkeit: (pro Instrument)
Organisatorische Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisatorisches/Management ▪ Netzwerk/Forum ▪ Kapazitätsaufbau/Schulungen ▪ Gremium ▪ Beteiligung an Bündnissen/Initiativen ▪ n.n. Zuständigkeit: (pro Instrument)
Kommunikative Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kampagne ▪ Aktionen/Projekte ▪ Veranstaltung ▪ Kommunikation/Öffentlichkeitsarbeit ▪ Beratungsangebot ▪ Informationsmaterial und Publikationen ▪ n.n. Zuständigkeit: (pro Instrument)
Investive Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investition in Technik und Anlagen ▪ Investition in langlebige Infrastruktur/Gebäude ▪ Investition in Gebrauchsgüter ▪ Investition in Dienstleistungen ▪ Geschäftsmodelle/Beteiligungen ▪ n.n. Zuständigkeit: (pro Instrument)

Zentrale nächste Schritte	Beschreibung der wesentlichen sofort umzusetzenden Schritte
---------------------------	---

Umsetzungsstand Gesamtmaßnahme	Bezeichnung	Stand

Abbildung 29: Maßnahmensteckbrief (Quelle: Eigene Darstellung)

Der Umfang der einzelnen Maßnahmen sowie der Detailgrad der Steckbriefe variiert, abhängig vom dahinterstehenden Diskussionsprozess, den bisherigen Aktivitäten in der Stadtverwaltung und weiteren Rahmenbedingungen.

Im Rahmen des Prozesses wurden in den sechs Themenfeldern insgesamt **24 Maßnahmen** mit **67 Bausteinen** entwickelt.

Übergreifend	Mensch und Gesundheit	Stadtgrün	Gebaute Umwelt	Gewässer & VES	Land & Natur
(1) Prozessbildung innerhalb der Stadtverwaltung zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen	(3) Erstellung Hitzeaktionsplan (HAP)	(7) Erhalt und Verbesserung der urbanen Baumbestände	(11) Klimaangepasste Gestaltung von Straßenräumen	(15) Entwicklung und Etablierung eines integrierten Grundwassermanagements	(21) Schutzmaßnahmen vor Waldbrand und Vegetationsflächenbrand
(2) Ermittlung, Aktualisierung und Erweiterung der Planungsgrundlagen für die Themen Hitze, Trockenheit, Niedrigwasser und Starkregen	(4) Schaffung von Angeboten im öffentlichen Raum zur Unterstützung der Bevölkerung bei Hitze	(8) Schaffung von multifunktionalen Flächen	(12) Hitzeschutzmaßnahmen für öffentliche Gebäude	(16) Aktionsplan "Trockenheit und Dürre"	(22) Machbarkeitsuntersuchung zu einem Wasserhaltekonzept für Auen und Ried
	(5) Erstellung von Schutz- und Vorsorgekonzepten zu Wetterextremen Starkregen, Hagel, Überschwemmungen, Sturm für vulnerable Gruppen	(9) Angepasstes Grünflächen- und Bewässerungsmanagement	(13) Kalt- und Frischluftversorgung sichern und verbessern	(17) Erhalt und Stärkung eines nachhaltigen Bewirtschaftungssystems für Regenwetterabflüsse im urbanen Raum	(23) Austausch mit der Landwirtschaft zur Reduktion von Schäden an landwirtschaftlichen Pflanzen und Flächen
	(6) Organisatorischer Ausbau des Bevölkerungsschutzes	(10) Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen im Innen- und Außenbereich	(14) Erhöhung der Klimaresilienz im Gewerbe	(18) Schutz kritischer (technischer) Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen	(24) Monitoring, Früherkennung und Sofortmaßnahmen bei invasiven Arten und zum Schutz heimischer Arten
				(19) Informationskampagne und öffentlichkeitswirksame Sensibilisierung in Bezug auf Wassermangel	
				(20) Fortsetzung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte sowie finanzielle Mittel zur Umsetzung	

Abbildung 30: Übersicht Maßnahmen alle Themenfelder
(Quelle: Eigene Darstellung)

Nachfolgend wird eine Zusammenfassung für jedes Themenfeld mit Übersicht zu den dahinterstehenden Maßnahmen und Bausteinen gegeben.

6.2 Maßnahmen Übergreifend

Neben den fachbezogenen Themenfeldern gibt es Aufgaben und Tätigkeiten, die übergeordnet zu betrachten sind. Dabei steht der Aufbau struktureller und organisatorischer Rahmenbedingungen sowie die Schaffung und Erweiterung geeigneter Planungsgrundlagen im Fokus. Ein wesentlicher Faktor ist die Schaffung der organisatorischen, strukturellen und personellen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung. Um langfristige Erfolge zu quantifizieren und Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen, ist die Einrichtung von Monitoring und Controlling erforderlich. Diese dienen als Grundlage, die Maßnahmen fortlaufend anzupassen und weiterzuentwickeln.

Die zugehörigen Maßnahmen finden sich im Themenfeld „Übergreifend“ mit **zwei Maßnahmen und 11 Bausteinen**.

Maßnahmen	Bausteine
Prozessbildung innerhalb der Stadtverwaltung zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dezernat- und ämterübergreifende Zusammenarbeit und interkommunale Kooperation</i> • <i>Kommunikation der Maßnahmen und Risikokommunikation</i> • <i>Maßnahmencontrolling und Berichtswesen</i> • <i>Personelle Verankerung</i>
Ermittlung, Aktualisierung und Erweiterung der Planungsgrundlagen für die Themen Hitze, Trockenheit, Niedrigwasser und Starkregen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Stadtklimaanalyse</i> • <i>Kommunale Starkregengefahrenkarte</i> • <i>Mikroskalige Simulation bei größeren Bauvorhaben</i> • <i>Erarbeitung eines integrierten Freiraumentwicklungskonzeptes</i> • <i>Erstellung eines Leitungskatasters</i> • <i>Bündelung von Klimadaten und -karten in online GIS-Systemen</i> • <i>Hilfestellung für lokale Planungsakteur:innen</i>

Tabelle 13: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Übergreifend“
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.3 Maßnahmen Mensch und Gesundheit

Der Klimawandel stellt nicht nur eine ökologische, sondern auch eine erhebliche gesundheitliche Herausforderung dar. Extremwetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen und Stürme erhöhen die Belastung für den Körper und können insbesondere bei älteren Menschen, Kindern, chronisch Kranken sowie weiteren besonders gefährdeten Personengruppen zu Gesundheitsproblemen führen.

Um Präventionsmaßnahmen gegen Hitze in der Stadt Mainz umfassend zu planen und umzusetzen, wird ein Hitzeaktionsplan entwickelt. Gleichzeitig sollen bereits Maßnahmen im öffentlichen Raum etabliert werden, um die Bevölkerung bei Hitzeereignissen zu unterstützen. Zur strategischen Bewältigung weiterer Wetterextreme wie Starkregen, Hagel, Überschwemmungen und Stürme werden Schutz- und Vorsorgekonzepte speziell für vulnerable Gruppen erarbeitet. Darüber hinaus

wird der Bevölkerungsschutz gestärkt, um auf Krisensituationen vorbereitet zu sein. Die Umsetzung dieser Handlungsansätze findet sich in folgenden **vier Maßnahmen** und **12 Bausteinen**.

Maßnahmen	Bausteine
Erstellung Hitzeaktionsplan (HAP)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Projektgruppe zur Erstellung des Hitzeaktionsplans einrichten</i> • <i>Erstellung des Hitzeaktionsplans</i> • <i>Informationsvermittlung und Risikoinformation</i>
Schaffung von Angeboten im öffentlichen Raum zur Unterstützung der Bevölkerung bei Hitze	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kühle öffentliche Räume schaffen</i> • <i>Bereitstellung von Trinkwasser im öffentlichen Raum</i> • <i>Schaffung eines kühlen öffentlichen Personennahverkehrs</i>
Erstellung von Schutz- und Vorsorgekonzepten zu Wetterextremen Starkregen, Hagel, Überschwemmungen, Sturm für vulnerable Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Schutzkonzepte für vulnerable Gruppen</i> • <i>Natürliche Klimaanpassungsmaßnahmen für Einrichtungen vulnerabler Gruppen</i> • <i>Technische Klimaanpassungsmaßnahmen für Einrichtungen vulnerabler Gruppen</i> • <i>Informationskampagne</i>
Organisatorischer Ausbau des Bevölkerungsschutzes	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Organisatorischer Ausbau Bevölkerungsschutz und Krisenmanagement</i> • <i>Stärkung ehrenamtlicher Strukturen</i>

Tabelle 14: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Mensch und Gesundheit“
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.4 Maßnahmen Stadtgrün

Der Erhalt und die Verbesserung urbaner Baumbestände spielen eine zentrale Rolle für das Stadtklima, da Bäume durch Schatten und Verdunstung Kühlung bieten und die Luftqualität verbessern. Gleichzeitig sollen multifunktionale Flächen geschaffen werden, die angesichts der hohen Bebauungsdichte im Stadtgebiet nicht nur als Naherholungsräume für die Stadtgesellschaft dienen, sondern auch klimatische Belastungen mindern. Diese Flächen werden unter Berücksichtigung wasserbewusster und klimaökologischer Prinzipien für Sekundärnutzungen gestaltet und umgewandelt. Ein angepasstes Grünflächen- und Bewässerungsmanagement ist essenziell, um den steigenden Herausforderungen durch Trockenheit und Extremwetter zu begegnen und die Widerstandsfähigkeit urbaner Vegetation zu sichern. Darüber hinaus wird die Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen im städtischen und ländlichen Bereich vorangetrieben, um wichtige Lebensräume zu erhalten und die Biodiversität zu fördern. Um diese Lösungsansätze zu verfolgen, wurden im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie **vier Maßnahmen** und **12 Bausteine** formuliert.

Maßnahmen	Bausteine
Erhalt und Verbesserung der urbanen Baumbestände	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Städtische Baumstandorte sichern und optimieren</i> • <i>Baumstandorte bei Neuplanungen sichern</i> • <i>Erweiterung des bestehenden Baumkatasters</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Bewässerung von Stadt- und Straßenbäumen</i> • <i>Baumpflanzungen auf privaten Flächen fördern</i>
Schaffung von multifunktionalen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Multifunktionale Umgestaltung von Flächen im Bestand</i> • <i>Entwicklung von wasserbewusst und klimaökologisch optimierten Grünflächen</i>
Angepasstes Grünflächen- und Bewässerungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Angepasstes Grünflächenmanagement kommunaler Flächen</i> • <i>Bewässerungsmanagement öffentlicher Grünflächen</i> • <i>Begrünung auf privaten Flächen unterstützen</i>
Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen im Innen- und Außenbereich	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ausbau, Erhalt und Vernetzung von innerstädtischen Grünstrukturen</i> • <i>Vernetzungsstrukturen für Biotope im Innen- und Außenbereich</i>

Tabelle 15: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Stadtgrün“
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.5 Maßnahmen Gebaute Umwelt

Im Kontext der Klimaanpassung spielt die gebaute Umwelt eine wichtige Rolle. Klimawandelfolgen erfordern neue Ansätze in der Planung und Gestaltung urbaner Räume. Straßenräume sind entsprechend klimaangepasst zu gestalten. Auch Gebäude müssen widerstandsfähiger gegenüber extremen Witterungsbedingungen werden. Daher fokussiert die Stadt Mainz Hitzeschutzmaßnahmen für öffentliche Gebäude. Aber auch die Kalt- und Frischluftversorgung wird in der Planung berücksichtigt. Industriebereiche sind ebenfalls stark hitzebelastet. Daher unterstützt die Stadtverwaltung Aktivitäten zur Erhöhung der Klimaresilienz im Gewerbe. Die Stadt Mainz ergreift folgende **vier Maßnahmen** und **vier Bausteine** in ihrem Handlungsspielraum:

Maßnahmen	Bausteine
Klimaangepasste Gestaltung von Straßenräumen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Entwicklung einer Checkliste zur klimaangepassten Umgestaltung von Straßenräumen</i> • <i>Pilotprojekte und Umsetzungen zur Umgestaltung des Straßenraums</i>
Hitzeschutzmaßnahmen für öffentliche Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Erarbeitung einer Mustercheckliste für öffentliche Gebäude</i> • <i>Umsetzung sommerlichen Wärmeschutzes</i>
Kalt- und Frischluftversorgung sichern und verbessern	
Erhöhung der Klimaresilienz im Gewerbe	

Tabelle 16: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Gebaute Umwelt“
(Quelle: Eigene Darstellung)

Die letzten beiden Maßnahmen sind nicht in weitere Bausteine unterteilt (siehe zugehörige Maßnahmen im Maßnahmenkatalog).

6.6 Maßnahmen Gewässer und Ver- und Entsorgung

Im Rahmen der Anpassungsstrategie wurden **sechs Maßnahmen** mit insgesamt **18 Bausteinen** entwickelt, die verschiedene Aspekte im Umgang mit Wasser und der Sicherstellung von Ver- und Entsorgung adressieren – von der effizienten Nutzung von Wasser in Trockenperioden bis hin zur Bewältigung von Starkregenabflüssen. Darüber hinaus müssen insbesondere Infrastrukturen geschützt werden. Es sind Ansätze gefragt, die das Spannungsfeld zwischen „zu viel Wasser in kurzer Zeit“ und „zu wenig Wasser“ effektiv bewältigen.

Maßnahmen	Bausteine
Entwicklung und Etablierung eines integrierten Grundwasser-managements	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zusammentragen bestehender Grundlagen</i> • <i>Aufbau des Grundwassermonitorings</i> • <i>Identifikation von sensiblen Gebieten</i> • <i>Formulierung von Leitlinien für die zukünftige Trinkwasserversorgung und Grundwassernutzung</i> • <i>Etablierung Grundwassermanagementpläne und gemeinsame Bewirtschaftung</i>
Aktionsplan "Trockenheit und Dürre"	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rahmenbedingungen schaffen</i> • <i>Entwicklung Aktionsplan „Trockenheit und Dürre“</i>
Erhalt und Stärkung eines nachhaltigen Bewirtschaftungssystems für Regenwetterabflüsse im urbanen Raum	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Umsetzung von Abkopplungs- und Entsiegelungsprojekten im Bestand sowie zur Regenwasserspeicherung</i> • <i>Wasserbewusste Entwicklung von zukünftigen Gebieten (Wohnen + Gewerbe)</i>
Schutz kritischer (technischer) Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Definition kritischer Infrastrukturen in Mainz</i> • <i>Informations- und Austauschnetzwerk</i> • <i>Erarbeitung Strategie und Aktivitäten</i>
Informationskampagne und öffentlichkeitswirksame Sensibilisierung in Bezug auf Wassermangel	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Einrichtung eines Netzwerks für sparsame Grundwassernutzung</i> • <i>Kampagne zur rationellen Trinkwassernutzung</i>
Fortsetzung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte sowie finanzielle Mittel zur Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fortsetzung der Erarbeitung von öHSVK und weiterer Schutzkonzepte</i> • <i>Umsetzung der Maßnahmen aus den öHSVK im Sinne einer kommunalen Gemeinschaftsaufgabe</i> • <i>Maßnahmencontrolling und ggf. Fortschreibung der öHSVK</i> • <i>Außengebietsentwässerung</i>

Tabelle 17: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Gewässer, Ver- und Entsorgung“
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.7 Maßnahmen Land und Natur

Zur Prävention von Wald- und Vegetationsflächenbränden werden Schutzmaßnahmen unterstützt, um Schäden an natürlichen Lebensräumen und die Gefahr für Menschen zu minimieren. Eine Machbarkeitsuntersuchung prüft die Möglichkeiten für ein Wasserhaltekonzept in Auen und Ried. Der Dialog mit der Landwirtschaft spielt eine wichtige Rolle, um gemeinsam Strategien zur Minimierung von Schäden an landwirtschaftlichen Pflanzen und Flächen zu entwickeln. Ergänzend dazu sind Monitoring und Früherkennung invasiver Arten notwendig, um rechtzeitig Sofortmaßnahmen einzuleiten und heimische Arten gezielt zu schützen. Die **vier Maßnahmen** und **neun Bausteine** stärken die Resilienz von Ökosystemen gegenüber klimatischen Herausforderungen.

Maßnahmen	Bausteine
Schutzmaßnahmen vor Waldbrand und Vegetationsflächenbrand	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Organisatorische Maßnahmen zur Prävention von Wald- und Flächenbrand</i> • <i>Kommunikation und öffentlichkeitswirksame Kampagne für Verhalten in Wald und Natur</i> • <i>Technische Maßnahmen zur Prävention von Wald- und Flächenbrand</i>
Machbarkeitsuntersuchung zu einem Wasserhaltekonzept für Auen und Ried	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Machbarkeitsuntersuchung zum Wasserhaltekonzept</i> • <i>Wasserhaltekonzept für trockenfallende Auen und Ried</i> • <i>Erhöhung der Wasserhaltequalität bei trockenfallenden Auen und Ried</i>
Austausch mit der Landwirtschaft zur Reduktion von Schäden an landwirtschaftlichen Pflanzen und Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Austausch mit der Landwirtschaft zu Klimawandelanpassung</i> • <i>Klimawandelangepasste Wasserentnahme</i>
Monitoring, Früherkennung und Sofortmaßnahmen bei invasiven Arten und zum Schutz heimischer Arten	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Umgang mit invasiven und Schutz heimischer Pflanzenarten</i>

Tabelle 18: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Land und Natur“
(Quelle: Eigene Darstellung)

6.8 Empfehlungen zur Maßnahmenpriorisierung und zeitliche Einordnung

Mit dem Maßnahmenkatalog sind strategische Schlüsselmaßnahmen zusammengestellt, die auf einen Umsetzungszeitraum von 5 bis 10 Jahren ausgerichtet sind. Entsprechend sollen alle Maßnahmen kurzfristig begonnen und in ihrer Gesamtheit umgesetzt werden.

Prioritäre Maßnahmen

Die Priorisierung der Maßnahmen erfolgte qualitativ auf Basis der Ergebnisse der Klimarisikoanalyse sowie der Einschätzungen aus dem Gesamtprozess. Von den insgesamt 24 Schlüsselmaßnahmen wurden 17 als Maßnahmen mit hoher Priorität eingestuft, während die übrigen eine mittlere

Priorität erhalten haben. Nachfolgend werden die Maßnahmen mit hoher Priorität gelistet und die Einschätzung zum Umsetzungszeitraum benannt.

Maßnahmen mit hoher Priorität	Zeitraum (Umsetzung)
Prozessbildung innerhalb der Stadtverwaltung zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen	Kurzfristig
Ermittlung, Aktualisierung und Erweiterung der Planungsgrundlagen für die Themen Hitze, Trockenheit, Niedrigwasser und Starkregen	Kurzfristig
Erstellung Hitzeaktionsplan (HAP)	Kurzfristig
Schaffung von Angeboten im öffentlichen Raum zur Unterstützung der Bevölkerung bei Hitze	Mittelfristig
Erhalt und Verbesserung der urbanen Baumbestände	Kurzfristig
Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen im Innen- und Außenbereich	Mittelfristig
Klimaangepasste Gestaltung von Straßenräumen	Mittelfristig
Hitzeschutzmaßnahmen für öffentliche Gebäude	Mittelfristig
Kalt- und Frischluftversorgung sichern und verbessern	Mittelfristig
Entwicklung und Etablierung eines integrierten Grundwassermanagements	Mittelfristig
Aktionsplan "Trockenheit und Dürre"	Kurzfristig
Schutz kritischer (technischer) Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen	Mittelfristig
Informationskampagne und öffentlichkeitswirksame Sensibilisierung in Bezug auf Wassermangel	Kurzfristig
Fortsetzung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte sowie finanzielle Mittel zur Umsetzung	Mittelfristig
Schutzmaßnahmen vor Waldbrand und Vegetationsflächenbrand	Kurzfristig
Machbarkeitsuntersuchung zu einem Wasserhaltekonzept für Auen und Ried	Langfristig
Monitoring, Früherkennung und Sofortmaßnahmen bei invasiven Arten und zum Schutz heimischer Arten	Kurzfristig

*Tabelle 19: Maßnahmen mit Einschätzung „Hohe Priorität“
(Quelle: Eigene Darstellung)*

Kurzfristige Maßnahmen sollen innerhalb der nächsten drei Jahre initiiert und nach Möglichkeit umgesetzt werden. Aus den insgesamt 24 Schlüsselmaßnahmen wird empfohlen, im Verlauf der beiden Halbjahre des Jahres 2025 die folgenden Maßnahmen zu starten:

1. Halbjahr 2025

- (1) Prozessbildung innerhalb der Stadtverwaltung zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen
- (2) Ermittlung, Aktualisierung und Erweiterung der Planungsgrundlagen für die Themen Hitze, Trockenheit, Niedrigwasser und Starkregen
- (3) Erstellung Hitzeaktionsplan (HAP)



2. Halbjahr 2025

- (7) Erhalt und Verbesserung der urbanen Baumbestände
- (16) Aktionsplan "Trockenheit und Dürre"
- (19) Informationskampagne und öffentlichkeitswirksame Sensibilisierung in Bezug auf Wassermangel
- (21) Schutzmaßnahmen vor Waldbrand und Vegetationsflächenbrand
- (24) Monitoring, Früherkennung und Sofortmaßnahmen bei invasiven Arten und zum Schutz heimischer Arten

→ *Vorbereitung der Umsetzung aller anderen Maßnahmen.*

Abbildung 31: Zeitliche Einordnung der prioritären Maßnahmen zur kurzfristigen Umsetzung
(Quelle: Eigene Darstellung)

Alle übrigen Maßnahmen sind mittel- bis langfristig umzusetzen.

6.9 Finanz- und Personalbedarf

Klimaanpassung schützt nicht nur Ressourcen und Lebensgrundlagen, sondern spart langfristig auch Kosten ein. Eine Anfang 2023 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz veröffentlichte Studie hat ergeben, dass zwischen 2000 und 2021 in Deutschland Schäden in Höhe von mindestens 145 Milliarden Euro durch die Folgen des Klimawandels entstanden sind. Die Prognosen für zukünftige Kosten bis 2050 liegen zwischen 280 und 900 Milliarden Euro (BMWK 2023).

Durch Klimaanpassung können Schadenskosten minimiert und damit der kommunale Haushalt langfristig weniger belastet werden. Für die Umsetzung einer klimaangepassten Grün- und Infrastruktur müssen die verschiedenen Planungsprozesse angepasst werden. In der konkreten Realisierung bedeutet dies unter anderem eine Sensibilisierung der Mitarbeiter: innen zur Berücksichtigung von Klimafolgenanpassung in den Entscheidungs- und Planungsprozessen.

Für einige der Schlüsselmaßnahmen des Anpassungskonzeptes werden für die Umsetzung darüber hinaus zusätzliche Personal- und Finanzmittel nötig. Für jede Schlüsselmaßnahme muss dieser Bedarf genau geprüft und differenziert betrachtet werden. Einige Maßnahmen und dahinterstehende Planungen benötigen keinen zusätzlichen Personalaufwand oder Investitionskosten, sondern erfordern vielmehr eine Anpassung bestehender Prozesse.

Nachfolgend werden die personellen und finanziellen Bedarfe dargestellt. Für jede Maßnahme erfolgte eine Einordnung zur Kostenschätzung von „Personal“, „Sachkosten“ sowie „Investitionen (für bauliche Maßnahmen)“.

In diesen Abwägungsprozessen ist einzubeziehen, dass klimaangepasste Planungen langfristig günstiger sein werden, da sie im besten Fall resilienter gegenüber den Klimawandelfolgen machen und damit die Schadenskosten minimieren.

Personalbedarf

Für einige wenige Maßnahmen wurde der Personalbedarf bereits im Erarbeitungsprozess ermittelt. Für die Mehrheit der Maßnahmen muss diese Einschätzung im Verlauf der Umsetzung erfolgen, da erst dann die konkreten Aufgaben und der damit verbundene Personalaufwand klar erkennbar werden. Die benötigten Stellen müssen in Hinblick auf die angespannte Haushaltslage priorisiert werden.

Sachkosten und Investitionen

Zusätzlich zu den Personalkapazitäten können weitere Finanzmittel für Sachkosten und Investitionen aufkommen. Unter Sachkosten fallen vor allem:

- Kosten für Öffentlichkeitsarbeit
- Sachkosten für die Erstellung von Gutachten und Konzepten, Analysen und Untersuchungen, Kartenmaterial sowie weitere Unterstützungsleistungen zur Aufgabenerfüllung durch externe Dienstleistung
- Kosten für online GIS-Systeme
- Anschaffung von Sachmitteln zur Aufgabenerfüllung

Für jede Maßnahme wurde außerdem der Investitionsbedarf benannt. Die Investitionskosten beziehen sich ausschließlich auf die Aktivitäten, die in der Maßnahme genannt werden und deren Umsetzung durch die Stadt Mainz finanziert wird. Die Investitionskosten umfassen insbesondere Ausgaben für bauliche Maßnahmen. In einigen Fällen ist unter der Rubrik „Investitionen“ die Angabe „Keine“ vermerkt, beispielsweise wenn eine Schlüsselmaßnahme zunächst die Erarbeitung eines Konzepts vorsieht. Denn die Erstellung des Konzepts selbst beinhaltet keine baulichen Tätigkeiten. Es ist jedoch möglich, dass die Ergebnisse des Konzepts in späteren Umsetzungsphasen Baumaßnahmen nach sich ziehen, wodurch Investitionskosten zu einem späteren Zeitpunkt entstehen können.

Auch wenn einige Maßnahmen Investitionen erforderlich machen, muss in dieser Betrachtung einbezogen werden, dass langfristig durch klimaangepasste Grün- und Infrastruktur weniger Schadenskosten entstehen als ohne Klimaanpassung. Dies ist in die Entscheidungsprozesse einzubeziehen.

Für folgende Maßnahmen wurden Angaben zu Investitionskosten gemacht:

Themenfeld	Maßnahmentitel	Schätzung Investitionskosten
Mensch und Gesundheit	Schaffung von Angeboten im öffentlichen Raum zur Unterstützung der Bevölkerung bei Hitze	<ul style="list-style-type: none"> Investitionskosten für Wasserarchitektur (Baustein 1), Trinkwasserbrunnen (Baustein 2), Überdachung Bus- und Bahnhaltestellen sowie Klimaanlage im ÖPNV (Baustein 3)
Mensch und Gesundheit	Erstellung von Schutz- und Vorsorgekonzepten zu Wetterextremen Starkregen, Hagel, Überschwemmungen, Sturm für vulnerable Gruppen	<ul style="list-style-type: none"> Investitionskosten für Umsetzung natürlicher und technischer Klimaanpassungsmaßnahmen (Baustein 2 und 3)
Mensch und Gesundheit	Organisatorischer Ausbau des Bevölkerungsschutzes	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz /Aufbau Vorwarnsysteme, ggf. Aufwandsentschädigung bei Einsätzen; Anschaffung von Ausrüstung (z.B. mobile Hochwasserschutzmaßnahmen)
Stadtgrün	Erhalt und Verbesserung der urbanen Baumbestände	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Nutzung weiterer Lösungsansätze nach dem Prinzip der Schwammstadt (vgl. Maßnahme 17 „Erhalt und Stärkung eines nachhaltigen Bewirtschaftungssystems für Regenwetterabflüsse im urbanen Raum“)
Stadtgrün	Schaffung von multifunktionalen Flächen	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Bau und Umbau der Flächen, sowie bei Bedarf Betrieb der Flächen Kosten für Ankauf der Flächen
Stadtgrün	Angepasstes Grünflächen- und Bewässerungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> Ggf. Kosten für Bewässerungssystem
Stadtgrün	Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen im Innen- und Außenbereich	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Erwerb von Potentialflächen Kosten für Anlegen und die Pflege von Grünflächen, Blühinseln, Wiesen und Beeten
Gebaute Umwelt	Klimaangepasste Gestaltung von Straßenräumen	<ul style="list-style-type: none"> Umgestaltung des Straßenraumes
Gebaute Umwelt	Hitzeschutzmaßnahmen für öffentliche Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> Investitionskosten für natürlichen und technischen Hitzeschutz
Gewässer, Ver- und Entsorgung	Entwicklung und Etablierung eines integrierten Grundwassermanagements	<ul style="list-style-type: none"> Ggf. für Aufbau zusätzlicher Messstationen
Gewässer, Ver- und Entsorgung	Aktionsplan "Trockenheit und Dürre	<ul style="list-style-type: none"> Ggf. Aufbau Informationssystem (z. B. „Wasserampel“)

Gewässer, Ver- und Entsorgung	Erhalt und Stärkung eines nachhaltigen Bewirtschaftungssystems für Regenwetterabflüsse im urbanen Raum	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung Abkopplungs- und Entsiegelungsmaßnahmen • Hohe Kosten für Umbau auf Trennkanalisation (langfristig)
Gewässer, Ver- und Entsorgung	Fortsetzung der örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte sowie finanzielle Mittel zur Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Umsetzung der baulich/technischen Maßnahmen
Land und Natur	Machbarkeitsuntersuchung zu einem Wasserhaltekonzept für Auen und Ried	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenkauf • Baumaßnahmen für Renaturierungen • Kosten für Notfallbewässerung

*Tabelle 20: Maßnahmen mit Investitionsbedarf (bauliche Maßnahmen)
(Quelle: Eigene Darstellung)*

Angesichts der angespannten Haushaltslage ist es entscheidend, verfügbare Fördermittel optimal zu nutzen und finanzielle Ressourcen effizient einzusetzen. Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene stehen Förderprogramme zur Verfügung, die sukzessive angepasst und erweitert werden. Es wird daher empfohlen, möglichst viele Fördermittel für die lokale Projektumsetzung zu akquirieren. Finanzierungsansätze sind in den Maßnahmensteckbriefen aufgeführt.

7. Akteur:innenbeteiligung

Neben der Analyse des beobachteten und erwarteten Klimawandels sowie der räumlichen und funktionalen Betroffenheiten im Stadtgebiet bildet die Beteiligung der relevanten Akteur:innen eine essenzielle Grundlage für die Maßnahmenentwicklung und den Erfolg des Klimaanpassungskonzepts. Eine breit angelegte und umfassende Beteiligung ermöglicht es, die Klimaanpassungsstrategie nachhaltig zu verankern, die verschiedenen Interessen zu berücksichtigen und potenzielle Hemmnisse frühzeitig zu erkennen und abzubauen.

Um die Einbindung der Akteur:innen sicherzustellen, wurden gezielte Formate gewählt. Im Rahmen der Akteur:innenbeteiligung fanden Gespräche mit relevanten Fachakteur:innen sowie Fachworkshops statt (vgl. Kapitel 7.2). Die Ergebnisse dieser Workshops und Gespräche flossen direkt in den Maßnahmenkatalog ein, was eine bedarfsgerechte und praxisnahe Ausrichtung der Maßnahmen gewährleistete. Ein zentrales Ziel der lokalen Beteiligung war es dabei, die Akzeptanz der Maßnahmen in Verwaltung und Politik zu steigern und so eine Grundlage für deren erfolgreiche Umsetzung zu schaffen.

Zur Abstimmung der Arbeitsprozesse und als zentrale Schnittstelle zur Projektkoordination diente das Grün- und Umweltamt, das zusätzlich die Verantwortung für die Leitung des Projekts übernahm. Die organisatorische Umsetzung des Beteiligungsprozesses lag im Aufgabenbereich des Klimaanpassungsmanagements, welches eng mit den externen Dienstleistungsbüros – 4K | Kommunikation für Klimaschutz, GEO-NET Umweltconsulting GmbH und Dr. Pecher AG – zusammenarbeitete. Die detaillierte Strukturierung der Zusammenarbeit ist in Abbildung 32 dargestellt.



Abbildung 32: Strukturierung der Zusammenarbeit
(Quelle: Eigene Darstellung)

Wesentliche organisatorische Abstimmungsprozesse wurden über regelmäßige Jour Fixe-Treffen zwischen den konzepterstellenden Dienstleistungsbüros und dem Klimaanpassungsmanagement abgewickelt. Insgesamt wurden von Mai 2023 bis Dezember 2024 in 14 Jour Fixe-Terminen

verschiedene Inhalte und Maßnahmen im Detail abgestimmt und auf Basis des erhaltenen Feedbacks bei Bedarf angepasst.

Als Lenkungsinstanz für das Projekt fungierte ein dezernatsübergreifendes Kernteam (vgl. Abbildung 32). Dieses Kernteam setzt sich aus Vertreter:innen verschiedener Ämter der Stadtverwaltung Mainz zusammen, die für das Themenfeld Klimaanpassung von Bedeutung sind. Die Mitglieder des Kernteams wurden anhand ihrer Fachkompetenzen und Zuständigkeitsbereiche gezielt ausgewählt, um eine möglichst umfassende Abdeckung relevanter Themenfelder sicherzustellen. Diese Vielfalt an Expertise ermöglichte eine umfassende Betrachtung des Prozesses und die Integration relevanter Themen und Maßnahmen.

Das Kernteam setzte sich aus Vertreter:innen folgender Ämter zusammen:

- Dezernat V - Umwelt, Grün, Energie und Verkehr
- Amt 12 - Amt für Stadtforschung und nachhaltige Stadtentwicklung
- Amt 50 - Amt für soziale Leistungen/ Gesundheitsförderung
- Amt 61 - Stadtplanungsamt
- Amt 67 - Grün- und Umweltamt
- Amt 69 - Gebäudewirtschaft
- Amt 75 - Wirtschaftsbetrieb
- Mainzer Stadtwerke

7.1 Akteur:innenanalyse

Die Herausforderung der Klimaanpassung in der Stadt Mainz durchdringt verschiedenste Bereiche kommunalen Handelns. Nur durch die Zusammenarbeit mit den örtlichen Fachexpert:innen können die lokal relevanten Auswirkungen des Klimawandels sowie effektive Anpassungsmaßnahmen identifiziert werden.

Zur Identifikation der im Rahmen der Konzepterstellung zu beteiligenden Personen wurde zunächst eine Akteur:innenanalyse durchgeführt. Beteiligungsprozesse leben von der Qualität und dem Engagement der Personen, die für die Teilnahme an den Veranstaltungen gewonnen werden können. Entsprechend große Sorgfalt wurde daher auf den Auswahlprozess der Teilnehmenden gelegt. Dafür haben die Fachämter der Stadtverwaltung das Klimaanpassungsmanagement über Institutionen informiert, die für den Erarbeitungsprozess wichtig sind.

Die Akteur:innenanalyse ergab eine Vielzahl von Akteur:innen, die folgenden Gruppen zugeordnet werden können:

Stadtverwaltung

Die Stadtverwaltung ist eine zentrale Akteurin und nimmt eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen ein. Sie steuert die strategische Planung und ist für die Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen zuständig. Hierbei ist sie nicht nur für die Koordination und fachliche Expertise verantwortlich, sondern auch für die Bereitstellung der notwendigen Ressourcen und für die Zusammenarbeit mit anderen Akteur:innengruppen.

Politik

Politische Entscheidungsträger:innen setzen die politische Agenda und gestalten die lokalen Rahmenbedingungen für Klimaanpassungsmaßnahmen. Durch Beschlüsse entscheiden sie über die Maßnahmen und Inhalte des Klimaanpassungskonzepts und sichern die finanziellen und personellen Ressourcen, die für die Umsetzung der Maßnahmen notwendig sind.

Eigenbetriebe der Stadt

Die kommunalen Eigenbetriebe tragen eine maßgebliche Verantwortung bei der Umsetzung technischer und infrastruktureller Maßnahmen zur Klimaanpassung. Ihre Expertise und operativen Fähigkeiten ermöglichen die praktische Umsetzung der Konzepte, insbesondere in Bereichen wie Wassermanagement, Energieversorgung und Abfallwirtschaft.

Wirtschaft

Die Privatwirtschaft spielt eine zentrale Rolle in der Klimaanpassung, insbesondere in Bezug auf Innovation, Investitionen und die Anpassung von Geschäftsmodellen an die Herausforderungen des Klimawandels. Unternehmen und Branchenvertreter:innen können sowohl von Klimarisiken betroffen sein als auch zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen beitragen. Ihre frühzeitige Einbindung fördert Akzeptanz und ermöglicht die Identifikation von Synergien zwischen kommunalen Zielen und wirtschaftlichen Interessen.

Zivilgesellschaft (Verbände, Vereine, Initiativen)

Die Zivilgesellschaft umfasst eine Vielzahl von Akteur:innen, welche die Perspektiven und Bedürfnisse der Bürger:innen einbringen und das Bewusstsein für Klimaanpassung in der Bevölkerung fördern. Ihr Engagement ist entscheidend für die Akzeptanz der Maßnahmen und für die Aktivierung einer breiten Basis für lokales Handeln.

Für einen partizipativen Erarbeitungsprozess wurden verschiedene Formate gewählt (vgl. Abbildung 33).

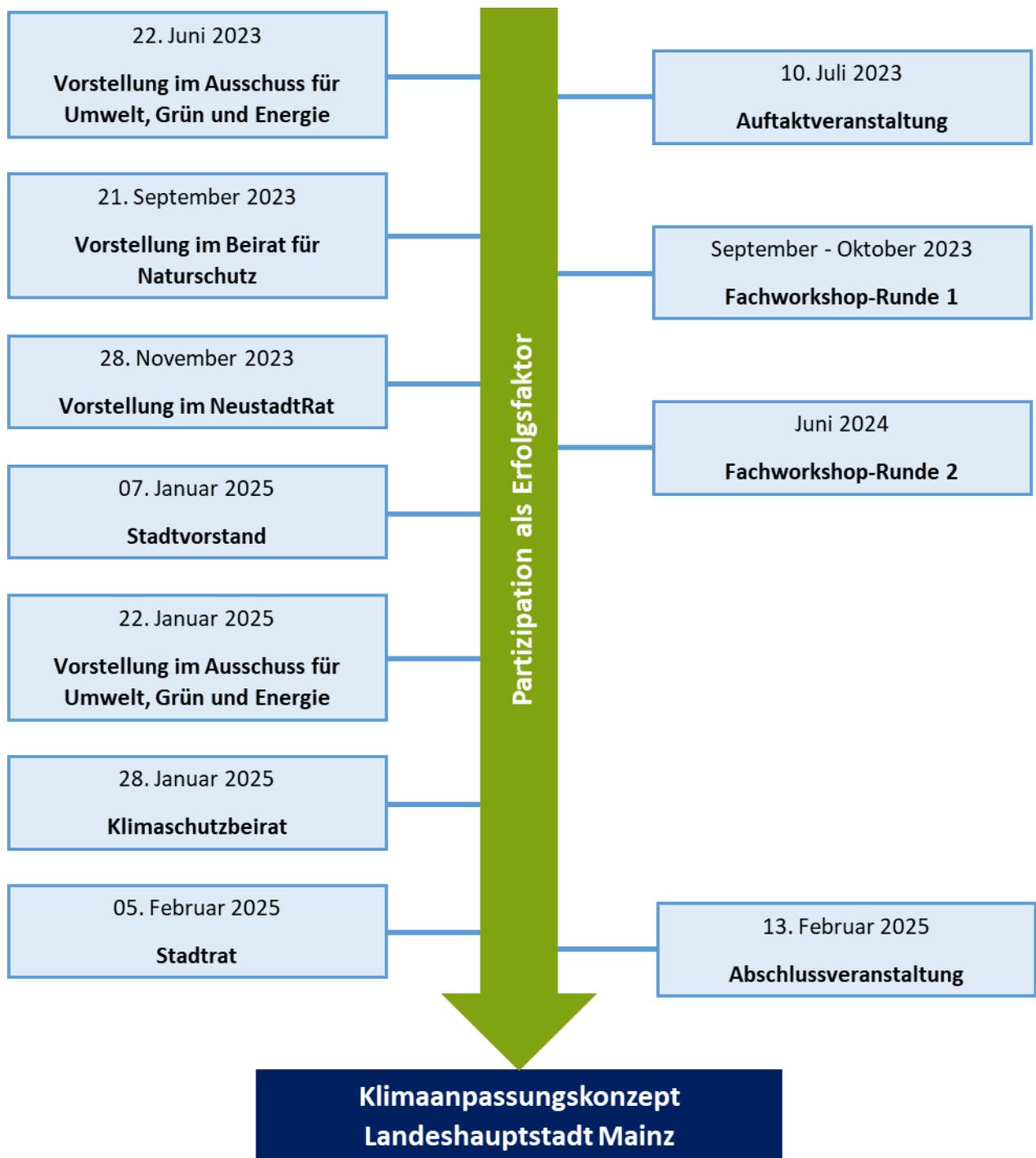


Abbildung 33: Beteiligungsformate zur Erarbeitung der Anpassungsstrategie
(Quelle: Eigene Darstellung)

7.2 Beteiligungsprozess während der Konzepterstellung

Es wurde bereits während der Konzepterstellung ein umfassender Beteiligungsprozess durchgeführt, bei dem alle wichtigen Interessensvertreter:innen die Möglichkeit zur Mitwirkung hatten. Dies wurde durch eine strukturierte Einbindung verschiedener Akteur:innengruppen in den Prozess der Maßnahmenentwicklung gewährleistet. Die Einbindung von Fachakteur:innen bildete den Kern der

inhaltlichen Maßnahmenentwicklung. In speziellen Fach-Workshops brachten sie ihr Fachwissen ein und stimmten die Maßnahmen in mehreren Feedbackschleifen ab. Darüber hinaus wurde die Öffentlichkeit frühzeitig in den Prozess bei einer Auftaktveranstaltung einbezogen. Die finalen Maßnahmen wurden schließlich in einem Katalog zusammengefasst (vgl. Anlage Maßnahmenkatalog).

Auftaktveranstaltung

Der Beteiligungsprozess zur Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes für die Stadt Mainz wurde mit einer Auftaktveranstaltung eingeleitet. Ziel der Veranstaltung war es, die Ausgangssituation, die Notwendigkeiten und Anforderungen sowie die Erwartungen an lokale Klimaanpassungsaktivitäten zu beleuchten. Darüber hinaus diente die Veranstaltung dazu, den Beteiligungsprozess zu starten, weitere potenzielle Akteur:innen zu identifizieren und auf die engagierte Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen einzustimmen.

Die öffentliche Auftaktveranstaltung fand am 10. Juli 2023 im Foyer des Stadthauses in Mainz als Präsenzveranstaltung statt. Einladungen wurden an die Mitarbeitenden der Stadtverwaltung, Stadtratsfraktionen und in der Klimaanpassung tätige Institutionen versandt. Zusätzlich wurde die interessierte Öffentlichkeit über Presseveröffentlichungen eingeladen.

Nach einer Begrüßung durch Janina Steinkrüger, Dezernentin für Umwelt, Grün, Energie und Verkehr, und einer inhaltlichen Einführung durch das Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen Rheinland-Pfalz, fand ein Podiumsgespräch statt. Anschließend hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, sich in verschiedenen Gruppen intensiv mit den Auswirkungen des Klimawandels und möglichen Anpassungsmaßnahmen für Mainz auseinanderzusetzen. Im Rahmen einer Ideenbörse wurden die folgenden zentralen Fragestellungen in den Themenfeldern Mensch und Gesundheit, Land und Natur, Gebaute Umwelt, Stadtgrün sowie Wasser und Ver-/Entsorgung diskutiert:

- Wie wirkt sich der Klimawandel in Mainz aus?
- Was kann Mainz tun, um die Klimawirkungen zu mindern?

Die Ergebnisse der Ideenbörse flossen in die weitere Entwicklung der Maßnahmen ein und bildeten eine wichtige Grundlage für die Ausarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes.

Beteiligung von Fachakteur:innen

Die Einbindung von Fachakteur:innen war ein zentraler Bestandteil der Entwicklung des Klimaanpassungskonzeptes. Für die Entwicklung der Themenkarten fanden Expertengespräche statt (vgl. Kapitel 4.2). Zudem wurde in einem intensiven und mehrstufigen Beteiligungsprozess ein Maßnahmenprogramm entwickelt, das auf die spezifischen Anforderungen des Stadtgebiets abgestimmt ist.

In der Beteiligung wurden zunächst die zukünftigen lokalen Klimarisiken als Ausgangspunkt der Maßnahmenentwicklung betrachtet (vgl. Kapitel 4.1). Anstatt sich lediglich auf derzeit realisierbare Maßnahmen zu beschränken, wurde darauf abgezielt, langfristige Herausforderungen proaktiv anzugehen. Durch die gezielte Einbindung regionaler Fachexpertise wurde sichergestellt, dass die erarbeiteten Maßnahmen sowohl fundiert als auch praxisnah sind.

Der Beteiligungsprozess umfasste zwei Workshop-Runden, die sich auf fünf thematische Arbeitsgruppen verteilen:

- AG 1: Hitze und Gesundheit
- AG 2: Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, Naturschutz und biologische Vielfalt
- AG 3: Stadtplanung und Städtebau / Gebäude / Verkehrsinfrastruktur
- AG 4: Innerstädtische Grünflächen / Stadtgrün
- AG 5: Oberflächengewässer / Grundwasserbewirtschaftung

1. Workshop-Runde: Bewertung der Klimarisiken und Entwicklung von Maßnahmenideen

In der ersten Workshop-Runde lag der Fokus auf der Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels in den verschiedenen Themenfeldern sowie der Entwicklung von ersten Maßnahmenideen. Ausgangspunkt der Diskussion waren die von der externen Dienstleistung vorgestellten Klimarisiken, die anhand von Klimawirkungsketten diskutiert und bewertet wurden. Die Teilnehmenden brachten zudem erste Vorschläge für Maßnahmen ein, die im folgenden Prozess geprüft und konkretisiert wurden.

Die Workshops der 1. Runde wurden online durchgeführt. Insgesamt nahmen 71 Personen aus 43 verschiedenen Ämtern und Institutionen teil, wobei einige Teilnehmende an mehreren Workshops mitwirkten. Die Verteilung der teilgenommenen Akteur:innen an der 1. Workshop-Runde stellt sich wie folgt dar:

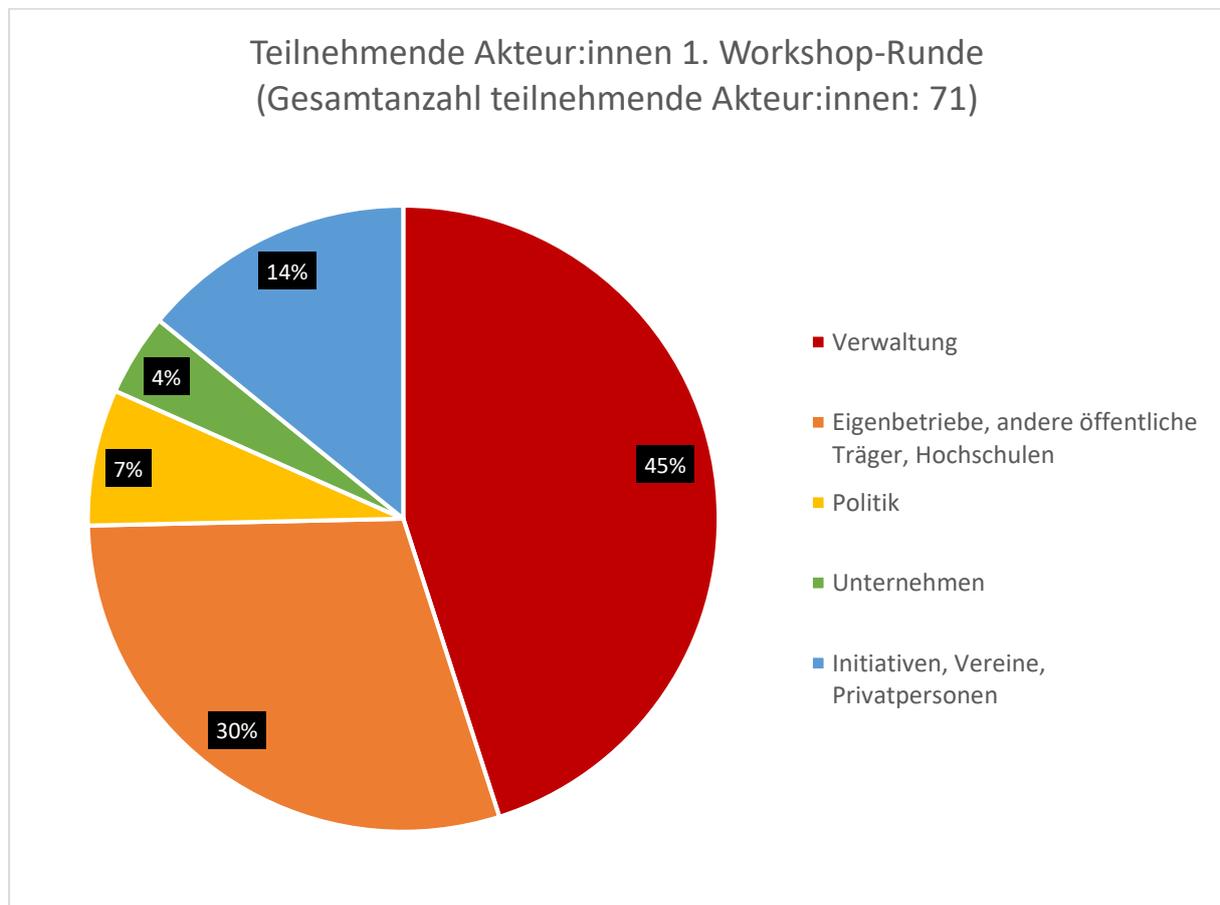


Abbildung 34: Teilnehmende Akteur:innen 1. Workshop-Runde
(Quelle: Eigene Darstellung)

In der Diskussion wurden die Klimawirkungsketten durch wichtige Beiträge mit lokalem Bezug ergänzt. Zudem wurden Verknüpfungen zu anderen laufenden Projekten und Verfahren identifiziert, die in die Maßnahmenentwicklung einfließen.

Nach den Workshops erhielten die Fachakteur:innen eine Dokumentation der Ergebnisse. Zudem konnten weitere Anmerkungen eingereicht und so auch die Einschätzung weiterer Fachakteur:innen einbezogen werden. Dieser iterative Prozess trug dazu bei, die lokalen Klimarisiken zu bewerten und die funktionale Betroffenheit der Stadt Mainz zu erfassen.

2. Workshop-Runde: Maßnahmenabstimmung

Die 2. Workshop-Runde konzentrierte sich auf die Abstimmung der entwickelten Maßnahmen. Diese Workshops fanden teils vor Ort und teils online statt. Die Workshops in den Themenfeldern dienten einer fachlichen sowie inhaltlichen Prüfung und Präzisierung der ausgearbeiteten Maßnahmenbeschreibungen.

In dieser Runde nahmen 64 Personen aus 38 Institutionen teil, von denen einige Teilnehmende an mehreren Workshops mitwirkten. Die Verteilung der teilgenommenen Akteur:innen an der 2. Workshop-Runde stellt sich wie folgt dar:

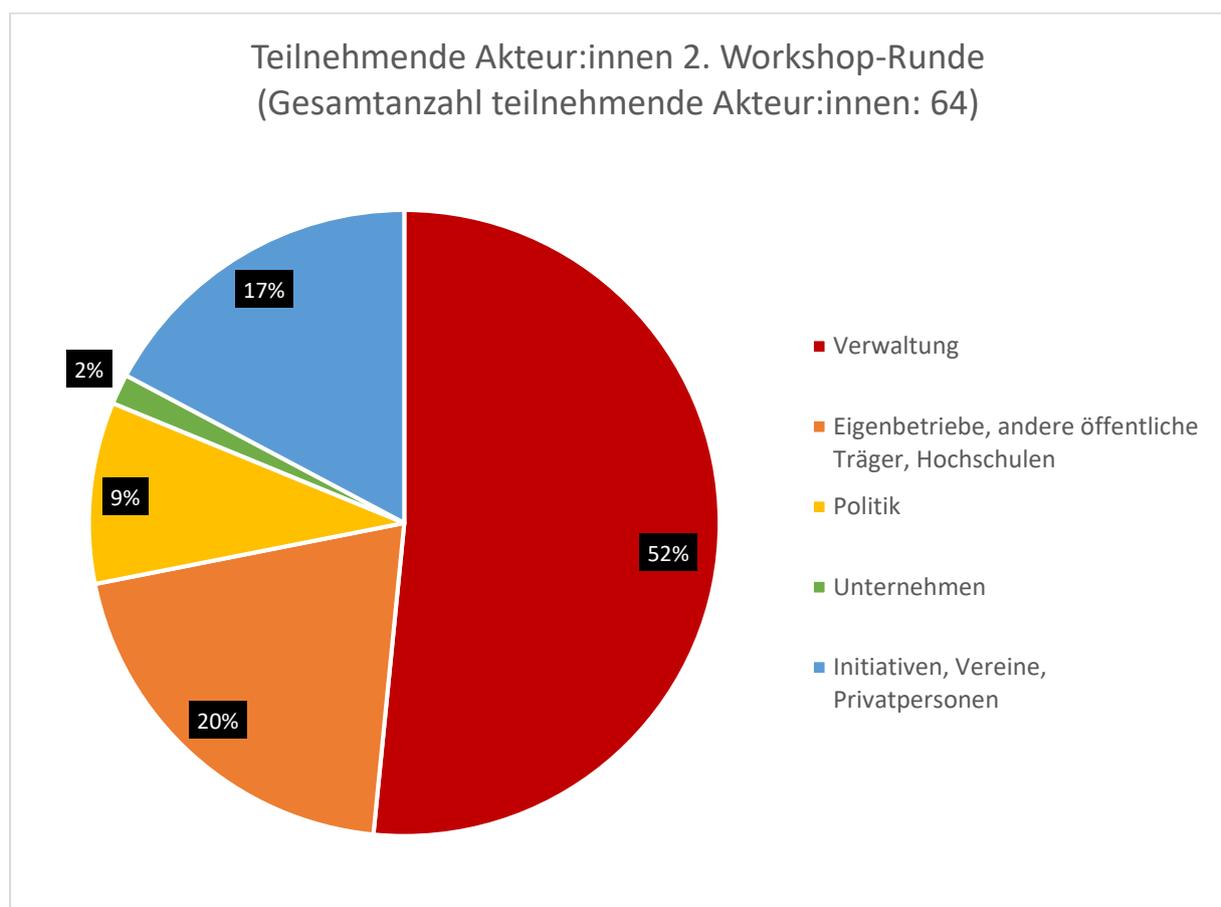


Abbildung 35: Teilnehmende Akteur:innen 2. Workshop-Runde
(Quelle: Eigene Darstellung)

Nach der 2. Workshop-Runde erhielten die Teilnehmenden aller Workshoprunden noch einmal die Möglichkeit zur schriftlichen Rückmeldung zu den Maßnahmensteckbriefen. Die Ergebnisse dieses intensiven Beteiligungsprozesses sind in den Maßnahmenkatalog eingeflossen (vgl. Kapitel 6).

7.3 Akteur:innenbeteiligung bei der Umsetzung des Anpassungskonzepts

Die Klimaanpassung ist eine Querschnittsaufgabe, die zahlreiche kommunale Handlungsfelder betrifft und daher auf die Mitwirkung und Akzeptanz unterschiedlicher Akteur:innen angewiesen ist. Um die verschiedenen Interessen zu berücksichtigen und die Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts effektiv zu gestalten, ist eine umfassende Akteur:innenbeteiligung auch während der Umsetzung von zentraler Bedeutung. Dieser Prozess stärkt die Akzeptanz und trägt zur fachlichen und gesellschaftlichen Integration der Maßnahmen bei. Die Einbindung der Akteur:innen soll frühzeitig und kontinuierlich erfolgen, um bestehendes Wissen zu nutzen, Synergien zu schaffen und das Verständnis für gemeinsame Herausforderungen zu fördern.

Die Beteiligung relevanter Akteur:innen stellt sicher, dass die Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts auf einem breiten Fundament gemeinsamer Verantwortung steht. Hierbei werden folgende Zielsetzungen verfolgt:

- **Erhöhung der Akzeptanz:** Durch Einbindung relevanter Interessensgruppen und transparenten Informationsaustausch wird die Akzeptanz für Klimaanpassungsmaßnahmen gesteigert.
- **Förderung des Wissensaustauschs:** Der Austausch zwischen Verwaltung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft ermöglicht es, von vorhandenem Wissen zu profitieren und innovative Ansätze für die Klimaanpassung zu identifizieren.
- **Mobilisierung von Ressourcen:** Die Einbindung privater und öffentlicher Partner:innen kann zusätzliche Ressourcen, Finanzierungsmöglichkeiten und Fachwissen für die Umsetzung bereitstellen.
- **Gemeinsames Verständnis:** Der Austausch ermöglicht eine Verständigung über die wesentlichen Herausforderungen, Ziele und Inhalte des Anpassungskonzepts und fördert das Zusammengehörigkeitsgefühl in der gemeinsamen Klimaanpassungsstrategie.
- **Multiplikator:inneneffekt:** Akteur:innen, die sich in die Konzepterstellung einbringen, wirken als Multiplikator:innen und tragen zur Bekanntmachung und Akzeptanz der Maßnahmen in ihren Netzwerken bei.

Zur effektiven Beteiligung von Akteur:innen werden verschiedene Methoden und Formate eingesetzt, die den unterschiedlichen Zielgruppen und ihrem Wissensstand gerecht werden.

Kooperationen und Partnerschaften

Partnerschaften tragen dazu bei, die Klimaanpassungsbotschaft in die Breite zu tragen. Gemeinsame Projekte oder Förderprogramme können sowohl die Reichweite als auch die Wirkung der Maßnahmen stärken.

- **Zusammenarbeit mit Unternehmen:** Unternehmen können durch eigene Klimaanpassungsmaßnahmen oder gemeinsame Projekte mit der Stadt einen Beitrag leisten. Durch die Einbindung der Wirtschaft wird nicht nur die Anpassung an den Klimawandel gefördert, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit gestärkt.
- **Bildungspartnerschaften:** Schulen und Universitäten sind wichtige Akteur:innen zur Förderung des Klimabewusstseins und zur Vermittlung relevanter Kompetenzen an junge Generationen. Lehrmaterialien und Projekte zum Thema Klimaanpassung tragen zur Aufklärung und Sensibilisierung bei und fördern die Teilhabe von Kindern, Jugendlichen und Studierenden.

- **Integration von NGOs und Umweltverbänden:** Umwelt- und Klimaschutzorganisationen spielen eine zentrale Rolle in der Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung. Ihre Einbindung in die Planung und Umsetzung der Maßnahmen kann zur Steigerung der Akzeptanz und Sichtbarkeit des Anpassungskonzepts beitragen.

Bürger:innenbeteiligung

Die aktive Mitwirkung und das Bewusstsein der Bürger:innen sind wichtige Säulen des Klimaanpassungskonzepts. Maßnahmen zur Bürger:innenbeteiligung schaffen Möglichkeiten, um individuelle Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel zu fördern und das Verständnis für die Klimaherausforderungen zu stärken:

- **Kampagnen und Programme:** Durch Kampagnen und Programme, die die Bedeutung des Stadtklimas hervorheben, sollen die Bürger:innen motiviert werden, sich zu informieren und selbst zur Klimaanpassung beizutragen. Kampagnen, Förderprogramme und Wettbewerbe dienen in erster Linie der Sensibilisierung der Stadtgesellschaft für stadtklimatische Belange und sollen motivieren, im Rahmen eigener Möglichkeiten selbst aktiv zu werden, sich zu informieren und mit Maßnahmen zur Klimaanpassung einen eigenen Beitrag zu leisten.
- **Bürgerforen und Workshops:** Bürgerforen und Workshops stellen Plattformen zur Verfügung, auf denen die Bevölkerung über geplante Maßnahmen informiert wird und ihre Anregungen einbringen kann. Diese Veranstaltungen ermöglichen die direkte Beteiligung der Bürger:innen an der Entscheidungsfindung und schaffen ein Forum für die Diskussion über konkrete Maßnahmen und Ziele.
- **Online-Beteiligungsplattformen:** Digitale Plattformen eröffnen niederschwellige Möglichkeiten zur Beteiligung und Feedbacksammlung. Diese Plattformen ermöglichen es den Bürger:innen, Ideen einzubringen und sich über den Fortschritt der Klimaanpassungsmaßnahmen zu informieren.
- **Lokale Multiplikator:innen:** Persönlichkeiten und Gruppen, die in ihren Gemeinschaften eine Vorbildfunktion haben, können die Anpassungsmaßnahmen und -botschaften wirkungsvoll verbreiten. Diese Multiplikator:innen schaffen Vertrauen und ermöglichen eine gezielte Ansprache unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen.

Netzwerkarbeit und überregionale Zusammenarbeit

Netzwerkarbeit ist ein wesentlicher Baustein, um einen nachhaltigen Wissensaustausch zu fördern und von den Erfahrungen anderer Städte und Gemeinden zu lernen. Überregionale Kooperationen bieten die Möglichkeit, innovative Ideen zu übernehmen und Synergien zu nutzen (vgl. Kapitel 9).

Öffentlichkeitsarbeit

Eine kontinuierliche, verständliche und transparente Kommunikation über den jeweils aktuellen Kenntnisstand und Fortschritt des Anpassungskonzepts ist für alle Akteur:innen entscheidend. Die Öffentlichkeitsarbeit wird in Kapitel 8 näher erläutert.

8. Kommunikationsstrategie für die Öffentlichkeit

Eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels erfordert eine gut durchdachte Strategie, die auf verschiedenen Ebenen ansetzt. Die Bürger:innen sollen informiert, eingebunden und motiviert werden, aktiv an der Umsetzung der Maßnahmen mitzuwirken. Eine klare, transparente Kommunikation sowie die Einbindung von Partner:innen aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft sind dabei unerlässlich.

Die Öffentlichkeitsarbeit zur Anpassung an den Klimawandel begleitet alle Schlüsselmaßnahmen in den fünf Handlungsfeldern Mensch und Gesundheit, Land und Natur, Gebaute Umwelt, Stadtgrün und Wasser und Ver-/ Entsorgung. Wichtig hierbei ist die gemeinsame Vermittlung der Inhalte, da sie in der Lebensumwelt in der Regel zusammengehören.

Eine themen- und fachübergreifende Kommunikationsstrategie für die Öffentlichkeit muss dementsprechend entwickelt und zusammen vermittelt werden. Diese sollte die Leitziele der Themenfelder unterstützen (vgl. Kapitel 5). Folgende Leitziele wurden für die Strategie entwickelt:

- Zukunftsfähige Planungsgrundlagen werden angewendet und alle Beteiligten eingebunden.
- Die Lebensqualität in Mainz wird erhöht und Menschen vor den Folgen des Klimawandels geschützt.
- Zum Erhalt und Schutz von Ökosystemen werden diese widerstandsfähig gestaltet.
- Gebäude und Verkehrsinfrastruktur werden klimawandelangepasst gestaltet
- Natürliche Flächen wie Parks, Gewässer und Grünanlagen in der Stadt werden klimaangepasst ausgebaut.
- Die Stadt- und Freiraumplanung wird wassersensibel gestaltet und die Gewässer werden klimaresilient bewirtschaftet.

Ziele der Kommunikationsstrategie

Die Kommunikationsstrategie verfolgt mehrere zentrale Kommunikationsziele, um eine effektive Umsetzung und Akzeptanz der Klimaanpassungsmaßnahmen innerhalb der Bevölkerung sicherzustellen:

- **Sensibilisierung:** Die Mainzer:innen sollen über die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel aufgeklärt werden.
- **Akzeptanz:** Die gesellschaftliche Akzeptanz der vorgeschlagenen Maßnahmen soll gefördert werden.
- **Handlungsbereitschaft:** Bürger:innen, Unternehmen und Institutionen sollen motiviert werden, sich aktiv an Anpassungsmaßnahmen zu beteiligen.
- **Transparenz:** Es soll offen über die Maßnahmen, deren Ziele und den Fortschritt kommuniziert werden.

Ziele müssen klar formuliert und definiert sein. Soll eine bestimmte Information verbreitet werden oder das Bewusstsein für ein Thema geschärft werden? Soll eine bestimmte Zielgruppe erreicht werden?

Ziele sollen immer **smart** formuliert sein:

- **Spezifisch:** Ein Ziel sollte immer spezifisch und nicht zu vage formuliert sein.
- **Messbar:** Ein klares Ziel ist immer messbar. Wer messbare Ziele definiert hat, kann später genau prüfen, ob er seine Ziele erreicht hat.
- **Attraktiv:** Nur, wenn ein Ziel attraktiv ist, kann die nötige Motivation aufgebracht werden, um es umzusetzen.
- **Realistisch:** Ein Ziel muss immer realisierbar sein. Es sollte zwar immer herausfordernd, gleichzeitig aber umsetzbar sein.
- **Terminiert:** Zu jedem Ziel gehört ein Enddatum, an dem es erreicht sein soll.

Zielgruppenanalyse

Die Kommunikationsstrategie richtet sich an die Stadtgesellschaft und Multiplikator:innen. Die Identifikation von Zielgruppen innerhalb dieser Akteursgruppe dient der Ausrichtung der Kommunikation auf ihre Bedürfnisse und Interessen. Einhergehend können Kommunikationspräferenzen der Zielgruppen analysiert werden.

Kohärent dazu werden im Rahmen der Zielgruppenanalyse neben der Stadtgesellschaft auch potenzielle Multiplikator:innen identifiziert und in geeigneter Form adressiert und eingebunden werden:

Zielgruppe	Aufgabe der Kommunikationsstrategie
Stadtgesellschaft/ Bürger:innen	Informieren und Sensibilisieren
Führungs- und Vorbildfiguren	Informieren und Sensibilisieren
Führungspersonen aus Lokalpolitik, Kultur, Privatwirtschaft, Bildungswesen oder Sport als Partner:innen	Informieren und Sensibilisieren
Gruppierungen, Initiativen, Kooperationen im Quartier	Unterstützen
Ggf. bereits bestehende Aktivierungsformate	Unterstützen

*Tabelle 21: Zielgruppen im Rahmen der Kommunikationsstrategie
(Quelle: Eigene Darstellung)*

Kommunikationskanäle

Auswahl eines für die Zielgruppe geeigneten Kommunikationskanals:

- **Klassische Medien:** TV, Radio, Printmedien, Pressekonferenzen
- **Digitale Medien:** Website, Soziale Netzwerke, Blogs, Podcasts, E-Mail-Newsletter.
- **Direkte Kommunikation:** Veranstaltungen, Workshops, Informationsstände in öffentlichen Einrichtungen.
- **Kanäle Stadt Mainz:** Homepage, Newsletter, Facebook, Instagram, (TikTok), X (Twitter), Stadtteilzeitschriften, Youtube, (Podcast), Pressemitteilung

Kommunikationsformen und Instrumente für die Umsetzung

Botschaft entwickeln

Botschaften müssen klar, prägnant und überzeugend formuliert werden. Die wichtigsten Punkte sollten herausgestellt werden.

Ressourcen mobilisieren

Personal, Budget, technische Ausrüstung

Kooperationen suchen

Partnerschaften und Kooperationen z.B. mit Organisationen, Unternehmen oder Prominenten kann helfen die Botschaft zu unterstützen.

- Kooperationen mit Unternehmen: Gemeinsame Projekte zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in der Wirtschaft.
- Zusammenarbeit mit Schulen und Universitäten: Entwicklung von Lehrmaterialien und Durchführung von Projekten zum Thema Klimaanpassung.
- Integration von NGOs: Einbindung von Nichtregierungsorganisationen und Umweltverbänden in die Öffentlichkeitsarbeit.

Kommunikationsplan erstellen

Ein detaillierter Kommunikationsplan enthält den zeitlichen Ablauf, die verschiedenen Kanäle und die geplanten Botschaften und stimmt diese in strategischer Weise aufeinander ab.

Bezeichnung	Zweck	Zielgruppe	Inhalt	verantwortlich	Rhythmus	Kanal
Information						
Beteiligung						
Unterhaltung						

*Tabelle 22: Beispielhafter Aufbau eines Kommunikationsplans
(Quelle: Eigene Darstellung)*

Beispielhafter Zeitplan

- *Planung (1-3 Monate): Entwicklung des Kommunikationsplans, Festlegung der Botschaften, Identifizierung der Zielgruppen und Planung der Kampagneninhalte.*
- *Einführung (3-6 Monate): Start der Kampagne mit Schwerpunkt auf Sensibilisierung und Information.*
- *Umsetzung (6-24 Monate): Regelmäßige Veranstaltungen, Medienarbeit und Bürgerbeteiligung. Aufbau und Pflege von Partnerschaften.*
- *Evaluation (nach 12 Monaten und nach Abschluss): Überprüfung der Maßnahmen, Feedback aus der Bevölkerung und Anpassung der Strategie.*

Interaktion fördern

Interaktionen, sei es durch Diskussionen auf sozialen Medien, Feedback-Formulare oder andere Formen der Teilnahme, unterstützen die Botschaft.

Langfristige Kommunikationsarbeit sicherstellen

Langfristige Planungen helfen dabei, die Wirkung der Öffentlichkeitsarbeit langfristig aufrechtzuerhalten.

Monitoring und Anpassung

Mit einem Monitoring-System kann die Wirkung verfolgt und Ergebnisse analysiert werden. Die Informationen und verschiedenen Instrumente zur Öffentlichkeitsarbeit müssen flexibel konstruiert sein und sind unter dem Blickwinkel neuester Erkenntnisse kontinuierlich anzupassen, da die öffentliche Aufmerksamkeit und Bereitschaft aktiv zu werden, einem ständigen Wandel unterliegt (vgl. Kapitel 9).

- Quantitative Erhebung: Anzahl der erreichten Personen, Medienresonanz, Teilnahme an Veranstaltungen.
- Qualitative Erhebung: Befragungen, Fokusgruppen und Interviews zur Wahrnehmung und Akzeptanz der Maßnahmen.
- Berichtswesen: Regelmäßige Berichte zur Effizienz der Öffentlichkeitsarbeit und Anpassungen des Kommunikationsansatzes.

Informationskampagne

Parallel zu der Kommunikationsstrategie, die individuell für jede oder einen Zusammenschluss an Maßnahmen entwickelt wird, ist es sinnvoll eine fortlaufende Informationskampagne zum Thema Klimafolgenanpassung durchzuführen. Durch eine breit angelegte Informationsoffensive soll das Verständnis der Mainzer:innen für die Notwendigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen erhöht sowie das Bewusstsein und die Akzeptanz für die notwendige Transformation geschaffen werden. Der Aufbau der Informationsoffensive kann je nach Zielsetzung und Konzept unterschiedlich sein (bspw. Sensibilisierung, Information oder Risikokommunikation). Partizipative Elemente und der Dialog für und mit den Bürger:innen sind einzuplanen und eine breite Kooperation mit Partner:innen aus der Zivilgesellschaft einzubinden. Es sollen insbesondere auch Zielgruppen angesprochen und aktiviert werden, die bisher wenig empfänglich für die notwendigen Änderungen in Alltag und Verhalten waren.

Medienarbeit / Übergreifende Öffentlichkeitsarbeit

- Regelmäßige Pressemitteilungen, Interviews und Reportagen in regionalen und überregionalen Medien.
- Soziale Medien: Aufklärungskampagnen über Plattformen wie Twitter, Facebook, Instagram und YouTube. Nutzung von Hashtags, Challenges und Influencern.
- Bildungsmaterialien: Erstellung von leicht verständlichen Materialien wie Infografiken, Broschüren, Videos und interaktiven Webseiten.

Bürger:innenbeteiligung

Bürger:innenbeteiligung ist ein zentraler Bestandteil der fortlaufenden Informationskampagne im Kontext der Klimafolgenanpassung. Die aktive Mitwirkung der Bürger:innen und ihr Bewusstsein für die Herausforderungen des Klimawandels bilden wesentliche Säulen eines erfolgreichen Klimaanpassungskonzepts.

Durch gezielte Aktivitäten zur Bürger:innenbeteiligung können individuelle Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel gefördert und ein tieferes Verständnis für die komplexen Herausforderungen sowie mögliche Lösungsansätze geschaffen werden. Diese Aktivitäten sollten integraler Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit sein, um eine breite und wirksame Ansprache zu gewährleisten.

Im Rahmen der Bürger:innenbeteiligung stehen verschiedene Formate zur Verfügung, die sowohl die Information als auch die direkte Einbindung der Bürger:innen ermöglichen. Eine ausführlichere Darstellung dieser Ansätze findet sich in Kapitel 7.3.

Fazit zur Kommunikationsstrategie

Öffentlichkeits- und Informationsarbeit sind unverzichtbar für den Erfolg von Strategien zur Anpassung an den Klimawandel. Sie sorgt dafür, dass die Maßnahmen verstanden, akzeptiert und unterstützt werden, fördert die Partizipation und Innovationskraft der Mainzer Gesellschaft und trägt zur politischen und sozialen Stabilität bei. Nur durch eine breite und transparente Kommunikation können die Herausforderungen des Klimawandels effektiv und nachhaltig bewältigt werden.

9. Verstetigungsstrategie

Die Verstetigung der Klimafolgenanpassung ist eine der wichtigsten Herausforderungen und gleichzeitig Chancen hinsichtlich einer klimaresilienten und lebenswerten Stadt Mainz. Hierzu bedarf es einer vielschichtigen Verstetigung in verschiedensten Bereichen.

Die im Rahmen des Konzeptes erarbeiteten Maßnahmen sollen dauerhaft in der Stadtverwaltung verankert werden. Die Klimaanpassung muss als Querschnittsaufgabe im alltäglichen Handeln der Stadtverwaltung verstanden werden. Klimaanpassung ist eine fachämterübergreifende kommunale Aufgabe und bedarf daher der Unterstützung durch die Verantwortlichkeiten in Stadtverwaltung und Politik. Den Rahmen für effektive Anpassungsmaßnahmen bilden u. a. die politische Verankerung des Themas sowie die Festlegung von Klimaanpassungszielen und -maßnahmen.

Mit einer Verstetigungsstrategie werden die organisatorischen Rahmenbedingungen für die Etablierung und Umsetzung der Strategie geschaffen. Im Kern der Strategie steht ein Klimaanpassungsmanagement (KAM) mit einer Personalstelle, die für die Koordination und Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts hauptverantwortlich zuständig ist und etwaige Unterstützungen aus lokalen sowie regionalen Netzwerken organisieren soll. Die Einbindung verschiedener Akteur:innen ist eine wichtige Aufgabe, da die direkten Einflussmöglichkeiten der Verwaltung auf das Handeln der Bürger:innen und Unternehmen begrenzt ist und die Akzeptanz für die Maßnahmen fördert (vgl. Kapitel 7.3 sowie Kapitel 8).

Identifizierung geeigneter Strukturen zur Umsetzung

Die Strategie beinhaltet 24 Schlüsselmaßnahmen. Diese sind wiederum in verschiedene Umsetzungsbausteine aufgeteilt, da in der Praxis viele kleinteilige Maßnahmen zur Umsetzung einer Schlüsselmaßnahme führen. Zu jedem Baustein sind konkrete Aktivitäten formuliert und diesen eine Zuständigkeit zugeordnet, sodass eine Schlüsselmaßnahme viele verschiedene zuständige Akteur:innen beinhaltet. Die Projektleitung haben dabei die Akteur:innen inne, in deren Zuständigkeitsbereich der größte Anteil oder primäre Teil der Maßnahmenumsetzung liegt. Es ist vorgesehen, dass zu jeder Maßnahme eine geeignete Struktur zur effektiven Umsetzung identifiziert wird. Diese Struktur kann beispielsweise eine Projektgruppe sein, sollte aber individuell durch die Projektleitung entwickelt und festgelegt werden. Langfristiges Ziel ist, dass die Projektleitungen, Projektgruppen oder anderweitige neu geschaffene Strukturen eigenständig die Maßnahmenumsetzung organisieren und koordinieren. Bei Bedarf sollen weitere Akteur:innen einbezogen werden, die für eine Umsetzung relevant sind. Zudem wird der Austausch der Projektgruppen untereinander vorgesehen. Auch soll die Maßnahme durch die Projektleitung/Projektgruppe revalidiert und erweitert werden oder fortgeschrieben werden (vgl. Kapitel 10). Dieser Prozess ist zunächst für die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen vorgesehen. Die Umsetzung ist auf die nächsten 5-10 Jahre ausgelegt. Wenn sich die Methodik der Projektgruppen oder anderen Strukturen etabliert und als sinnvoll herausstellt, sollte auch in einer Fortschreibung der Fokus auf diesen Strukturen für die Umsetzung von Maßnahmen liegen.

Kernteam

Zu Anfang der Strategieentwicklung wurde eine stadtinterne Arbeitsgruppe gegründet, das sogenannte Kernteam. Das Kernteam wurde aus wichtigen Akteur:innen hinsichtlich der fünf Themenfelder zusammengesetzt. Aufgaben waren vor allem die fachliche Einschätzung

wegweisender Schritte und Entscheidungen, aber auch die Evaluation von Veranstaltungen im Rahmen der Strategieerstellung. Es ist notwendig, dass dieses Kernteam weiterhin besteht und bei Entscheidungen einbezogen wird. Insbesondere für das Controlling kann es zielführend sein, dass neben dem KAM ein festes Gremium einbezogen wird. Das Controlling hat oftmals eine negative Konnotation. Durch ein feststehendes Team aus verschiedenen Fachbereichen, die zusätzlich wichtige Akteur:innen der Schlüsselmaßnahmen darstellen, kann ein vertrauensvoller Rahmen geschaffen werden, in dem offen kommuniziert und vor allem auch kritisiert werden kann. Dies bietet andere Möglichkeiten als eine ausschließlich jährliche Abfrage der Projektleitungen und Arbeitsgruppen der Schlüsselmaßnahmen. Der Turnus für Treffen sollte individuell nach Bedarf gestaltet werden.

Auch bei der Weiterentwicklung der Schlüsselmaßnahmen sollte das Kernteam einbezogen werden, da die Mitglieder oft selbst wichtige Akteur:innen innerhalb der Maßnahmen sind. Dadurch erhält das KAM neben der objektiven Einschätzung durch das regelmäßige Controlling auch wichtige Einschätzungen für die Fortführung und Weiterentwicklung der Maßnahmen durch die Ämter, die mit der Umsetzung betraut sind.

Personalstellen

Das Bindeglied aller Akteursgruppen bildet das KAM. Das KAM initiiert die Gründung und Treffen der Projektgruppen zur Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen und koordiniert weiterhin das Kernteam. Da die Klimafolgenanpassung oftmals noch ein neues Thema in der Verwaltung ist, das als Zusatzaufgabe definiert wird, unterstützt das KAM in vielen Maßnahmen die Projektleitungen.

Zusätzlich ist das regelmäßige Monitoring und Controlling der Maßnahmen eine Hauptaufgabe des KAM. Dieses ist essenziell, um Probleme oder Hürden frühzeitig zu erkennen und Lösungen zu finden (vgl. Kapitel 10).

Es ist Ansprechperson für alle Fragen rund um die Umsetzung der Strategie.

Das KAM muss personell verstetigt und ausgebaut werden. So wird angestrebt, dass kurzfristig zwei Personalstellen in der Klimafolgenanpassung tätig sind. Eine Aufteilung könnte wie folgt aussehen:

1. Personalstelle – Projektleitung Klimafolgenanpassung
 - Projektsteuerung
 - Umsetzungsunterstützung der Fachämter
 - Monitoring und Controlling
 - Öffentlichkeitsarbeit
2. Personalstelle – Personalstelle zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen
 - Umsetzung von Maßnahmen in denen KAM in Projektleitung oder –beteiligung ist
 - Umsetzung Informationskampagne
 - Unterstützung der Projektleitung bei Umsetzungsunterstützung der Fachämter
 - Fachliche Unterstützung des Prozesses

Netzwerkarbeit

Neben der internen Verstetigung im Rahmen von geeigneten Organisationsformen ist die Netzwerkarbeit ein wichtiger Pfeiler der Verstetigung. Die Netzwerkarbeit ermöglicht das stetige Lernen aus Erfahrungen anderer und die Übernahme innovativer Ideen. Zusätzlich ist der Kontakt zu umliegenden Kommunen oder weiteren fachlich verwandten Akteur:innen, zum Beispiel zur Erkennung und Nutzung von Synergien wichtig. Vorhandene Netzwerkstrukturen werden verstetigt und die weitere Netzwerkarbeit intensiviert. Mögliche Formate zur Einbindung und Beteiligung der relevanten Akteur:innen werden im Kapitel 7.3 erläutert.

10. Controllingkonzept

Um die Umsetzung der erarbeiteten Schlüsselmaßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels überprüfen zu können, bedarf es eines Controllings, einer regelmäßigen Prüfung des Umsetzungsstands, was durch das KAM durchgeführt wird. Das wird einerseits durch ein kontinuierliches Monitoring der Maßnahmenumsetzung erfolgen, also die Überprüfung der Maßnahmenumsetzung durch konkrete Indikatoren. Aufbauend auf den Erkenntnissen des Monitorings werden bei Bedarf Steuerungsmaßnahmen ergriffen (Controlling). Die Erkenntnisse des kontinuierlichen Monitorings und Controllings werden **jährlich** auf Ebene der Schlüsselmaßnahmen erfasst. Dadurch wird ersichtlich, ob und wie die angestrebten Ziele, Schlüsselmaßnahmen und ihre Umsetzungsbausteine erreicht wurden und inwieweit gegebenenfalls nachgesteuert werden muss. Zusätzlich wird überprüft, ob sich die Rahmenbedingungen und Grundlageninformationen, auf denen die Schlüsselmaßnahmen und deren Bausteine beruhen, verändert haben bzw. ob Anpassungsbedarf besteht. Ein solcher Bedarf kann sich z. B. aus veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen, aus neuen Erkenntnissen zum Klimawandel oder zu den lokalen Auswirkungen der klimatischen Veränderungen durch Messungen oder Modellierungen sowie aus einer Neuausrichtung der formellen und informellen Planungsinstrumente ergeben.

Das Controlling-Konzept basiert auf vier Bausteinen:

1. Wirkungsmonitoring

Das Wirkungsmonitoring bezieht sich auf die Gesamtstrategie und wird durch das KAM ermittelt und zusammengetragen, um die langfristige Wirkung der Maßnahmen zu überwachen. Hierbei handelt es sich um übergeordnete Wirkungsindikatoren, die sich nicht auf einzelne Maßnahmen beziehen. Dadurch kann die kurz-, mittel- und langfristige Wirkung des Anpassungsmanagements erfasst werden. Eine konkrete Auswahl der Indikatoren erfolgt dabei individuell nach einem Jahr. Perspektivisch können dann weitere Wirkungsindikatoren ergänzt werden.

2. Nachverfolgung des Umsetzungsprozesses im Kernteam

Zu Anfang der Strategieentwicklung wurde eine stadtinterne Arbeitsgruppe gegründet, das sogenannte Kernteam. Das Kernteam wurde aus wichtigen Akteur:innen hinsichtlich der fünf Themenfelder zusammengesetzt. Aufgaben waren vor allem die fachliche Einschätzung wegweisender Schritte und Entscheidungen, aber auch die Evaluation von Veranstaltungen im Rahmen der Strategieerstellung. Das Kernteam wird auch im Umsetzungsprozess weiter bestehen bleiben und regelmäßige Treffen stattfinden. Inhalte werden hier insbesondere Rückmeldungen und Hinweise zum laufenden Umsetzungsprozess sein, da die Mitglieder oft selbst wichtige Akteur:innen innerhalb der Maßnahmen sind. Diese Rückmeldungen werden zusammengefasst und im Projektstand aufgenommen.

3. Report mit der Projektleitung der Schlüsselmaßnahme

Der Fortschritt zum Stand der Umsetzung wird seitens des KAM gemeinsam mit der Projektleitung analysiert, bewertet und bei Bedarf Maßnahmen zur Nachsteuerung ergriffen. Die Definition des Umsetzungsstandes ist in den Maßnahmensteckbriefen hinterlegt und

bezieht sich auf die Gesamtmaßnahme und nicht auf einzelne Bausteine. Daneben wird bei der gemeinsamen Analyse des Fortschritts der Fokus auf Umsetzungshindernissen liegen.

4. Erfassung der Fortschrittsindikatoren nach Bausteinen der Schlüsselmaßnahmen

Der Report ist außerdem dazu da, um geeignete Fortschrittsindikatoren zur Bewertung der Umsetzung der Maßnahmen und deren Bausteine zu finden. Während der Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen werden die Bausteine fortlaufend durch die Projektleitung und Projektgruppe definiert, aktualisiert, ggf. angepasst und überprüft. Es wird dadurch angestrebt, dass die Bausteine bei Bedarf eigeninitiativ erweitert und fortgeschrieben werden, um das festgelegte Ziel zu erreichen. Änderungen und Anpassungsbedarfe der Schlüsselmaßnahmen und deren Bausteine werden im Zuge des jährlichen Reports erfasst. So wird im ersten Treffen zum Projektfortschritt bei den Projektleitungen ermittelt welche Bausteine sich in der Umsetzung befinden und wie diese quantifiziert werden können. Diese Fortschrittsindikatoren beziehen sich auf die einzelnen Umsetzungsschritte. Sie werden noch nicht zu Anfang der Umsetzung definiert, da sich in der Vergangenheit herausgestellt hat, dass sich diese erst während des Umsetzungsprozesses ergeben.

Es ist wichtig, dass das Vorgehen im Rahmen des Monitorings und Controllings regelmäßig evaluiert und auf Handhabbarkeit geprüft wird, um mögliche Fehler zu identifizieren. Dies geschieht zum einen kontinuierlich im Prozess, zum anderen wird nach drei Jahren, also nach drei Berichtswesen, eine umfangreiche Evaluation des Controllings durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt kann festgelegt werden, ob ein ausführlicheres Controlling notwendig ist, um Erfolge und Herausforderungen darzustellen oder andere Zeitintervalle für den Prozess gewählt werden sollten.

Das kontinuierliche Monitoring und Controllings, sowie die Evaluation nach drei Jahren ist Grundlage für die Fortschreibung der Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Eine Fortschreibung soll nach fünf Jahren erfolgen. Da die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen mit einem Zeithorizont von fünf bis zehn Jahren angegeben ist, kann zu dem Zeitpunkt davon ausgegangen werden, dass einige Schlüsselmaßnahmen abgeschlossen wurden. Die Evaluation des Controlling-Konzepts, die nach drei Jahren stattfindet, ist zugleich dessen Grundlage zur Fortschreibung.

11. Fazit

Die Stadt Mainz steht aufgrund der bereits spürbaren Folgen des Klimawandels vor einem dringenden Handlungsbedarf. Eine umfassende Strategie wurde entwickelt, um die Widerstandsfähigkeit gegenüber zukünftigen klimatischen Veränderungen zu stärken. Die Bestandsaufnahme und Betroffenheitsanalyse haben wichtige Grundlagen geschaffen, indem sie die klimatischen Veränderungen identifiziert und Klimarisiken definiert haben. Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen, insbesondere durch Themen- und Fokusraumkarten, wurde eine solide Basis für gezielte Klimaanpassungsmaßnahmen gelegt. Der entwickelte Maßnahmenkatalog bietet einen klaren Fahrplan für die nächsten 5 bis 10 Jahre und definiert die lokalen Umsetzungsaufgaben. Dabei ist die Einbindung und Partizipation der relevanten Akteur:innen ein zentraler Erfolgsfaktor.

Die im Beteiligungsprozess geschaffene Basis ermöglicht Kooperationen, Netzwerke und den kontinuierlichen Austausch, die für den langfristigen Erfolg unerlässlich sind. Klimaanpassung muss als gemeinsames Ziel innerhalb der Verwaltung und mit externen Partner:innen verfolgt werden. Trotz reglementierender Faktoren wie Personal- und Finanzressourcen ist Klimaanpassung unabdingbar und zeitkritisch. Eine frühzeitige Sicherstellung der benötigten Ressourcen und eine umfassende Prüfung möglicher Förderprogramme sind essenziell. Der Prozess zur klimaresilienten Stadt ist langfristig angelegt und erfordert eine regelmäßige Erfolgskontrolle durch Monitoring und Controlling.

Die Stadt Mainz ist sowohl rechtlich als auch politisch in die verschiedenen Handlungsebenen eingebettet, von der EU bis zur kommunalen Ebene. Die Aktivitäten der Stadt sind entsprechend auch unmittelbar von den Gesetzen und Richtlinien auf EU-, Bundes- oder Landespolitischer Ebene abhängig. Die Einbettung der Maßnahmen in rechtliche und politische Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Landesebene unterstreicht die Notwendigkeit, die Klimaanpassungsstrategie als integralen Bestandteil kommunaler Planung zu begreifen. Angesichts des umfassenden und langfristigen Prozesses zu einer klimaresilienten Stadt ist es entscheidend, bereits heute zu beginnen.

Verzeichnisse

Abkürzungen

Bft	Beafort
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
DAS	Deutsche Klimaanpassungsstrategie
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
GIS	Geografisches Informationssystem
HAP	Hitzeaktionsplan
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
KAM	Klimaanpassungsmanagement
LfU	Landesamt für Umwelt
nFK	nutzbare Feldkapazität
ppm	Parts per million
RCP	Repräsentativer Konzentrationspfad (Representative Concentration Pathways)
RLP	Rheinland-Pfalz
SRI	Starkregenindex
UBA	Umweltbundesamt
VZÄ	Vollbeschäftigtenäquivalent
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Tabellen

Tabelle 1: Definition der zwei verwendeten RCP Szenarien	11
Tabelle 2: Klimatische Kenntage bezüglich Hitze	13
Tabelle 3: Klimatische Kenntage bezüglich Kälte	14
Tabelle 4: Klimatische Kenntage bezüglich Starkregen.....	15
Tabelle 5: Klimatische Wasserbilanz und Trockentage	17
Tabelle 6: Bestandsaufnahme bisherige Konzepte und Pläne	21
Tabelle 7: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Gebaute Umwelt"	28
Tabelle 8: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Stadtgrün"	29
Tabelle 9: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Land und Natur"	30
Tabelle 10: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld " Gewässer und Ver- und Entsorgung".....	31
Tabelle 11: Übersicht besonders relevante Klimarisiken (ab mittel-hoch) im Themenfeld "Mensch".	31
Tabelle 12: Instrumente der Kommunalverwaltung.....	58
Tabelle 13: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Übergreifend“.....	61
Tabelle 14: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Mensch und Gesundheit“.....	62
Tabelle 15: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Stadtgrün“	63
Tabelle 16: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Gebaute Umwelt“.....	63
Tabelle 17: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Gewässer, Ver- und Entsorgung“	64
Tabelle 18: Übersicht Maßnahmen und Bausteine im Themenfeld „Land und Natur“	65
Tabelle 19: Maßnahmen mit Einschätzung „Hohe Priorität“	66
Tabelle 21: Maßnahmen mit Investitionsbedarf (bauliche Maßnahmen)	71
Tabelle 22: Zielgruppen im Rahmen der Kommunikationsstrategie.....	82
Tabelle 23: Beispielhafter Aufbau eines Kommunikationsplans.....	83

Abbildungen

Abbildung 1: Übersicht Projektinhalte	9
Abbildung 2: Entwicklung der Mitteltemperatur in Mainz im Zeitraum von 1881 bis 2020	12
Abbildung 3: Projektion der mittleren Tagestemperatur in Mainz im Zeitraum bis 2100 für unterschiedliche Emissionsszenarien.....	13
Abbildung 4: Entwicklung der saisonalen Mittelwerte der Bodenfeuchte in Mainz im Zeitraum von 1991 bis 2023	16
Abbildung 5: Änderung der zukünftigen mittleren monatlichen klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag - potenzielle Verdunstung).....	17
Abbildung 6: Zusammenfassung der klimatischen Kenntage	19
Abbildung 7: Betrachtungsebenen der Betroffenheitsanalyse	22
Abbildung 8: Systematik der Klimarisikoanalyse.....	23
Abbildung 9: Wirkungskette des Handlungsfeldes Natur- und Stadtgrün	24
Abbildung 10: Synthese der partizipativ erstellten Klimarisikoanalyse	26
Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Klimarisiken je Themenfeld für Mitte und Ende des Jahrhunderts.....	27
Abbildung 12: Ausschnitt der Themenkarte Hitzebelastung und Grünflächenversorgung am Tag.....	33
Abbildung 13: Ausschnitt der Themenkarte Stadtklima in der Nacht nach einem warmen Sommertag	34
Abbildung 14: Ausschnitt der Themenkarte Starkregen	35
Abbildung 15: Ausschnitt der Themenkarte Retention und Erosion im Außenbereich.....	37
Abbildung 16: Ausschnitt der Themenkarte Risiko für Bodentrockenheit	38
Abbildung 17: Ausschnitt der Themenkarte Grundwasser	40
Abbildung 18: Ausschnitt der Themenkarte Gewässer	42
Abbildung 19: Ausschnitt der Themenkarte Funktion des Stadtgrüns bei Starkregen	43
Abbildung 20: Ausschnitt der Themenkarte Funktion des Stadtgrüns durch Verschattung.....	44
Abbildung 21: Fokusraumkarte Mainz	46
Abbildung 22: Leitbild zur Klimaanpassung für die Stadt Mainz.....	47
Abbildung 23: Aufbau der Mainzer Anpassungsstrategie mit Fokus auf Ziele, angelehnt an die Dach-Strategie „DAS 2.0“	48
Abbildung 24: Ziele der Themenfelder und Unterziele der Maßnahmen.....	52
Abbildung 25: Maßnahmen mit Synergien zum natürlichen Klimaschutz und zu Erhalt und Stärkung der Biodiversität	54
Abbildung 26: Herleitung der Schlüsselmaßnahmen	55
Abbildung 27: Themenfelder der Anpassungsstrategie.....	56
Abbildung 28: Auszug Maßnahmensteckbrief	57
Abbildung 29: Maßnahmensteckbrief.....	59
Abbildung 30: Übersicht Maßnahmen alle Themenfelder.....	60

Abbildung 31: Zeitliche Einordnung der prioritären Maßnahmen zur kurzfristigen Umsetzung	67
Abbildung 32: Strukturierung der Zusammenarbeit	72
Abbildung 33: Beteiligungsformate zur Erarbeitung der Anpassungsstrategie	75
Abbildung 34: Teilnehmende Akteur:innen 1. Workshop-Runde	77
Abbildung 35: Teilnehmende Akteur:innen 2. Workshop-Runde	78

Literatur

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2024a): Natürlicher Klimaschutz. Abgerufen von <https://www.bmuv.de/natuerlicher-klimaschutz>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2024b): Was sind naturbasierte Lösungen? Abgerufen von <https://www.bmuv.de/faq/was-sind-naturbasierte-loesungen>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2023): Studie „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland“. Abgerufen von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/kosten-klimawandel-2170246>
- DWA (Deutscher Wetterdienst) (2016): DWA-M 119 - Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen.
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2017); Noppel, Heike: Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Abschlussbericht zum Arbeitspaket 3 des Projekts KLIMPRAX Wiesbaden/Mainz - Stadtklima in der kommunalen Praxis. - Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes.
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2020): Nationaler Klimareport, Klima – gestern, heute und in der Zukunft.
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2021): Bodenfeuchte. Abgerufen von https://www.dwd.de/DE/fachnutzer/landwirtschaft/dokumentationen/allgemein/bf_erlaeuterungen.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2023a): RCP-Szenarien. Die neuen RCP-Szenarien für den 5. IPCC Sachstandsbericht. Abgerufen von <https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/klimaszenarien/rcp-szenarien.html>
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2023b): Das Stadtklima und seine Einflussfaktoren. Abgerufen von https://www.dwd.de/DE/forschung/klima_umwelt/klimawirk/stadtpl/projekt_warmeinseln/projekt_waermeinseln_node.html
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2024): Wetter- und Klimalexikon. Abgerufen von <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101334&lv3=733890>
- Gavrilov, Milivoj & An, Wenling & Xu, Chenxi & Radaković, Milica & Hao, Qingzhen & Yang, Fan & Guo, Zhengtang & Perić, Zoran & Gavrilov, Gavriilo & Markovic, Slobodan. (2019): Independent Aridity and Drought Pieces of Evidence Based on Meteorological Data and Tree Ring Data in Southeast Banat, Vojvodina, Serbia. *Atmosphere*.
- Kunz, M., Karremann, M.K., Mohr, S. (2023): Auswirkungen des Klimawandels auf Starkniederschläge, Gewitter und Schneefall. In: Brasseur, G.P., Jacob, D., Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): *Klimawandel in Deutschland*.

LfU (2023): Landesamt für Umwelt, Rheinland-Pfalz, Hintergrundinformationen zur landesweiten Sturzflutgefahrengefahrenkarte. Abgerufen von <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/sturzflutgefahrenkarten/hintergrundinformationen>

MKUME (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität) (2022): KLIMASCHUTZBERICHT 2022. Abgerufen von https://mkuem.rlp.de/fileadmin/14/Themen/Energie_und_Klimaschutz/9._Klimaschutz_und_Klimawandel/Klimaschutzbericht_2022_web.pdf

Oke TR., Mills G., Christen A., Voogt JA. (2017): Urban Climates.

UBA (2022a): Empfehlungen für die Charakterisierung ausgewählter Klimaszenarien. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/380/dokumente/szenariennamen-stand_20220315.pdf

UBA (2022b): Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2022_uba-fachbroschuere_kra_auf_kommunaler_ebene.pdf

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) (2020): Starkniederschlag. Abgerufen von <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag>

Anlagen

Die folgenden Dateien werden als separater, digitaler Materialband als Anlage zum Bericht vorgelegt:

- I. Ergebnisse der Klimarisikoanalyse
- II. Themenkarten und Fokusraumkarte
- III. Maßnahmenkatalog
- IV. Ablaufplan Controlling